

## СППР ДЛЯ ВЫБОРА ЭЛЕМЕНТНОГО БАЗИСА КОРПОРАТИВНЫХ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

\*ДП «ЭС ЭНД ТИ УКРАИНА», г. Киев, Украина

---

**Анотація.** Наведено класифікацію СППР, описано її архітектуру, структуру та їх особливості. Розроблено СППР для автоматизації та об'єктивізації процесу вибору елементного базису КІИС. Функціональне наповнення СППР складається з моделей, методів та алгоритмів, спрямованих на підвищення процесу побудови КІИС.

**Ключові слова:** СППР, структура, модулі, корпоративна інтегрована інформаційна система, елементний базис.

**Аннотация.** Приведена классификация СППР, описаны ее архитектура, структура и их особенности. Разработана СППР для автоматизации и объективизации процесса выбора элементного базиса КИИС. Функциональное наполнение СППР составляют модели, методы и алгоритмы, направленные на повышение эффективности процесса построения КИИС.

**Ключевые слова:** СППР, структура, модули, корпоративная интегрированная информационная система, элементный базис.

**Abstract.** The DSS classification was given as well as its architecture, structure and their characteristics were described. There has been developed a DSS for automation and objectification of the CIIS component basis selection. DSS functional content consists of the models, methods and algorithms aimed at improving CIIS implementation efficiency.

**Keywords:** DSS, structure, modules, corporate integrated information system, component basis.

### 1. Введение

Система поддержки принятия решений (СППР) (Decision Support System, DSS) – компьютерная автоматизированная система, целью которой является помощь людям, принимающим решение в сложных условиях, для полного и объективного анализа предметной деятельности [1–5].

СППР возникла в результате слияния управленческих информационных систем и систем управления базами данных [5]. Система поддержки принятия решений предназначена для поддержки многокритериальных решений в сложной информационной среде. При этом под многокритериальностью понимается тот факт, что результаты принимаемых решений оцениваются не по одному, а по совокупности многих показателей (критериев), рассматриваемых одновременно. Информационная сложность определяется необходимостью учета большого объема данных, обработка которых без помощи современной вычислительной техники практически невыполнима. В этих условиях число возможных решений, как правило, весьма велико и выбор наилучшего из них без всестороннего анализа может приводить к серьезным ошибкам [6].

СППР решает две основные задачи: выбор наилучшего решения из множества возможных (оптимизация); упорядочение возможных решений по предпочтительности (ранжирование). В обеих задачах первым и наиболее принципиальным моментом является выбор совокупности критериев, на основе которых в дальнейшем будут оцениваться и сопоставляться возможные решения (будем называть их альтернативами). СППР помогает пользователю сделать такой выбор [7].

Для анализа и выработки предложений в СППР используются разные методы [5]. Это могут быть: информационный поиск; интеллектуальный анализ данных; поиск знаний в базах данных; рассуждение на основе прецедентов; имитационное моделирование; эво-

люционные вычисления и генетические алгоритмы; нейронные сети; ситуационный анализ; когнитивное моделирование и др.

Некоторые из этих методов были разработаны в рамках искусственного интеллекта. Если в основе работы СППР лежат методы искусственного интеллекта, то говорят об интеллектуальной СППР или ИСППР [8]. Близкие к СППР классы систем – это экспертные системы и автоматизированные системы управления.

Таким образом, СППР представляет собой комплекс программно-аппаратных инструментальных средств для анализа данных, моделирования, прогнозирования и принятия управленческих решений, состоящий из собственных разработок и приобретаемых программных продуктов и аппаратных средств.

## 2. Системы поддержки принятия решений и их особенности

### 2.1. Классификации системы поддержки принятия решений

Для СППР отсутствует не только единое общепринятое определение, но и исчерпывающая классификация. Разные авторы предлагают различные классификации [9].

По взаимодействию с пользователем выделяют три вида СППР: пассивные помогают в процессе принятия решений, но не могут выдвинуть конкретного предложения; активные непосредственно участвуют в разработке правильного решения; кооперативные предполагают взаимодействие СППР с пользователем.

Выдвинутое системой предложение пользователь может доработать, усовершенствовать, а затем отправить обратно в систему для проверки. После этого предложение вновь представляется пользователю и так до тех пор, пока он не одобрит решение.

По способу поддержки различают модельно-ориентированные СППР, которые используют в работе доступ к статистическим, финансовым или другим моделям; СППР, основанные на коммуникациях, которые поддерживают работу двух и более пользователей, занимающихся общей задачей; СППР, ориентированные на данные, имеют доступ к временным рядам организации. Они используют в работе не только внутренние, но и внешние данные; СППР, ориентированные на документы, манипулируют неструктурированной информацией, заключенной в различных электронных форматах; СППР, ориентированные на знания, предоставляют специализированные решения проблем, основанные на фактах.

По сфере использования выделяют общесистемные СППР; настольные СППР.

Общесистемные работают с большими системами хранения данных (СХД) и применяются многими пользователями. Настольные являются небольшими системами и подходят для управления с персонального компьютера одного пользователя.

В общем виде СППР можно представить следующим образом (рис. 1):

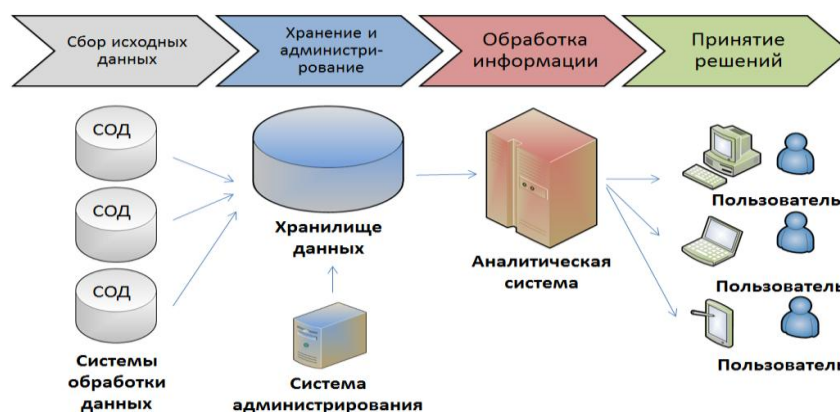


Рис. 1. Архитектура СППР

Архитектура СППР представляется разными авторами по-разному. Например, Marakas (1999) [10] предложил обобщенную архитектуру, состоящую из пяти различных частей: а) система управления данными (the data management system – DBMS); б) система управления моделями (the model management system – MBMS); в) машина знаний (the knowledge engine (KE)); д) интерфейс пользователя (the user interface); е) пользователи (the user(s)) [11].

## 2.2. Архитектура системы поддержки принятия решений

*Функциональные СППР.* Являются наиболее простыми с точки зрения архитектуры. Они распространены в организациях, не ставящих перед собой глобальных задач и имеющих невысокий уровень развития информационных технологий. Отличительной особенностью функциональных СППР является то, что анализу подвергаются данные, содержащиеся в операционных системах. Преимуществами подобных СППР являются компактность из-за использования одной платформы и оперативность в связи с отсутствием необходимости перегружать данные в специализированную систему. Из недостатков можно отметить следующие: сужение круга вопросов, решаемых с помощью системы; снижение качества данных из-за отсутствия этапа их очистки; увеличение нагрузки на операционную систему с потенциальной возможностью прекращения ее работы.

*СППР, использующие независимые витрины данных.* Применяются в крупных организациях, имеющих несколько подразделений, в том числе отделы информационных технологий. Каждая конкретная витрина данных создается для решения определенных задач и ориентирована на отдельный круг пользователей. Это значительно повышает производительность системы. Внедрение подобных структур достаточно просто. Из отрицательных моментов можно отметить то, что данные многократно вводятся в различные витрины, поэтому могут дублироваться. Это повышает затраты на хранение информации и усложняет процедуру унификации. Наполнение витрин данных достаточно сложно в связи с тем, что приходится использовать многочисленные источники. Отсутствует единая картина бизнеса организации вследствие того, что нет окончательной консолидации данных.

*СППР на основе двухуровневого хранилища данных.* Используется в крупных компаниях, данные которых консолидированы в единую систему. Определения и способы обработки информации в данном случае унифицированы. На обеспечение нормальной работы подобной СППР требуется выделить специализированную команду, которая будет ее обслуживать. Такая архитектура СППР лишена недостатков предыдущей архитектуры, но в ней нет возможности структурировать данные для отдельных групп пользователей, а также ограничивать доступ к информации. Могут возникнуть трудности с производительностью системы.

*СППР на основе трехуровневого хранилища данных.* Такие СППР применяют хранилище данных, из которого формируются витрины данных, используемые группами пользователей, решающих сходные задачи. Таким образом, обеспечивается доступ как к конкретным структурированным данным, так и к единой консолидированной информации. Наполнение витрин данных упрощается ввиду использования проверенных и очищенных данных, находящихся в едином источнике. Имеется корпоративная модель данных. Такие СППР отличает гарантированная производительность. Но существует избыточность данных, которая ведет к росту требований относительно их хранения. Кроме того, необходимо согласовать подобную архитектуру с множеством областей, имеющих потенциально различные запросы.

### 2.3. Структура системы поддержки принятия решений

Рассмотрим структуру СППР (рис. 2), а также функции составляющих ее блоков, которые определяют основные технологические операции [12]. Компоненты СППР можно отнести к двум основным типам: хранилища данных и аналитических средств. Хранилище данных предоставляет единую среду хранения корпоративных данных, организованных в структурах, оптимизированных для выполнения аналитических операций. Аналитические средства позволяют конечному пользователю, не имеющему специальных знаний в области информационных технологий, осуществлять навигацию и представление данных в терминах предметной области. Для пользователей различной квалификации СППР располагают различными типами интерфейсов доступа к своим сервисам.

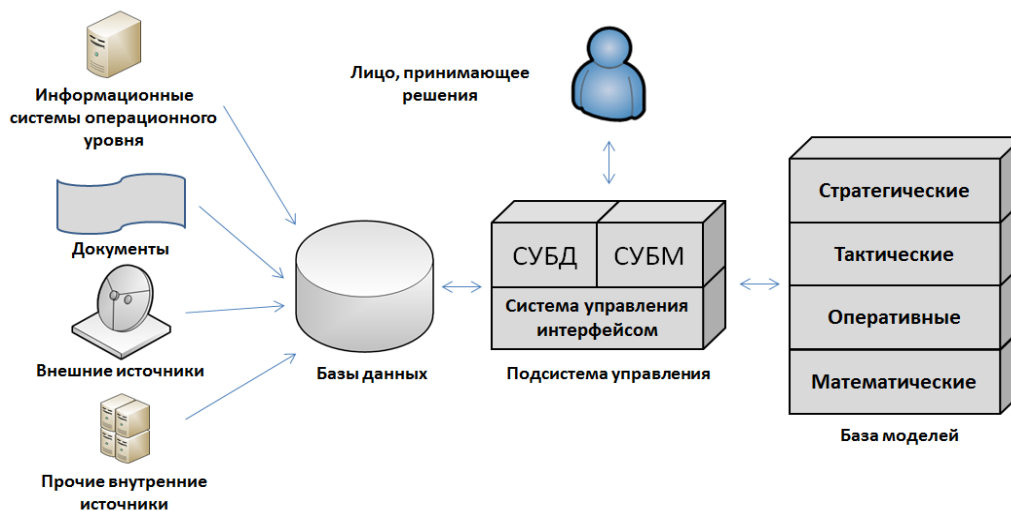


Рис. 2. Основные компоненты информационной технологии поддержки принятия решений

В состав СППР входят три основных компонента: БД, база моделей (БМ) и программная подсистема, которая состоит из СУБД, системы управления базой моделей (СУБМ) и системы управления интерфейсом между пользователем и компьютером [12].

БД играет в информационной технологии поддержки принятия решений важную роль. Часто используется термин «хранилище данных», которое представляет собой банк данных определенной структуры, содержащий информацию о задаче, требующей принятия решения в историческом контексте. Главное назначение хранилища – обеспечивать быстрое выполнение произвольных аналитических запросов.

Главные преимущества хранилищ данных:

1. Единый источник информации: лицо, принимающее решение (ЛПР), получает выверенную единую информационную среду, на которой будут строиться все справочно-аналитические приложения в той предметной области, по которой построено хранилище. Эта среда будет обладать единым интерфейсом, унифицированными структурами хранения, общими справочниками и другими корпоративными стандартами, что облегчает создание и поддержку аналитических систем. Также при проектировании информационного хранилища данных особое внимание уделяют достоверности информации, которая попадает в хранилище.

2. Производительность: физические структуры хранилища данных специальным образом оптимизированы для выполнения абсолютно произвольных выборок, что позволяет строить действительно быстрые системы запросов.

3. Быстрота разработки: специфическая логическая организация хранилища и существующее специализированное программное обеспечение позволяют создавать аналитические системы с минимальными затратами на программирование.

4. Интегрированность: интеграция данных из разных источников уже сделана, поэтому не надо каждый раз производить соединение данных для запросов, требующих информацию из нескольких источников. Под интеграцией понимается не только совместное физическое хранение данных, но и их предметное согласованное объединение; очистка и выверка при их формировании; соблюдение технологических особенностей и т.д.

5. Историчность и стабильность: системы обработки оперативных данных оперируют с актуальными данными, срок применения и хранения которых обычно не превышает величины текущего периода (полугода-год), в то время как информационное хранилище данных нацелено на долговременное хранение информации в течение 10–15 лет. Стабильность означает, что фактическая информация в хранилище данных не обновляется и не удаляется, а только специальным образом адаптируется к изменениям атрибутов. Таким образом, появляется возможность осуществлять исторический анализ информации.

6. Независимость: выделенность информационного хранилища существенно снижает нагрузку на системы обработки оперативных данных со стороны аналитических приложений, тем самым производительность существующих систем не ухудшается, а на практике происходит уменьшение времени отклика и улучшение доступности систем.

Данные из БД могут использоваться непосредственно пользователем для расчетов при помощи математических моделей. Рассмотрим источники данных и их особенности.

1. Часть данных поступает от информационной системы операционного уровня. Чтобы использовать их эффективно, эти данные должны быть предварительно обработаны. Для этого имеются две возможности:

- использовать для обработки данные о конкретных операциях и изменениях показателей СУБД, входящей в состав СППР;
- сделать обработку за пределами СППР, создав для этого специальную БД. Этот вариант более предпочтителен для задач, в которых требуется обрабатывать большое количество разнородных изменений за короткие интервалы времени. Обработанные данные об операциях образуют файлы, которые для повышения надежности и скорости доступа хранятся за пределами СППР.

2. Помимо данных о внешних изменениях для функционирования системы поддержки принятия решений требуются и другие внутренние данные о объекте управления.

3. Большое значение, особенно для поддержки принятия решений на верхних уровнях управления, имеют данные из внешних источников более высокого уровня. В отличие от внутренних данных внешние данные обычно приобретаются у организаций, специализирующихся на их сборе.

4. В настоящее время широко исследуется вопрос о включении в БД еще одного источника данных – документов. Если содержание этих документов будет записано в памяти и затем обработано по некоторым ключевым характеристикам, то система получит новый мощный источник информации.

СУБД должна обладать следующими возможностями:

- составление комбинаций данных, получаемых из различных источников посредством использования процедур агрегирования и фильтрации;
- быстрое прибавление или исключение того или иного источника данных;
- построение логической структуры данных в терминах пользователя;
- использование и манипулирование неофициальными данными для экспериментальной проверки рабочих альтернатив пользователя;
- обеспечение полной логической независимости этой базы данных от других операционных БД, функционирующих в рамках предприятия.

*База моделей.* Целью создания моделей являются описание и оптимизация некоторого объекта или процесса. Использование моделей обеспечивает проведение анализа в СППР. Модели, базируясь на математической интерпретации проблемы, при помощи определенных алгоритмов способствуют нахождению информации, полезной для принятия правильных решений.

Существует множество типов моделей и способов их классификации, например, по цели использования, области возможных приложений, способу оценки переменных и т.п.

По цели использования модели подразделяются на оптимизационные, связанные с нахождением точек минимума или максимума некоторых показателей, и описательные, описывающие поведение некоторой системы и не предназначенные для целей управления (оптимизации).

По способу оценки модели классифицируются на детерминистские, использующие оценку переменных одним числом при конкретных значениях исходных данных, и стохастические, оценивающие переменные несколькими параметрами, так как исходные данные заданы вероятностными характеристиками.

Детерминистские модели более популярны, чем стохастические, потому что они менее дорогие, их легче строить и использовать. К тому же часто с их помощью получается вполне достаточная информация для принятия решения.

По области возможных приложений модели подразделяются на специализированные, предназначенные для использования только одной системой, и универсальные – для использования несколькими системами. Специализированные модели более дорогие, они обычно применяются для описания уникальных систем и обладают большей точностью.

В СППР база моделей состоит из стратегических, тактических и оперативных моделей, а также математических моделей в виде совокупности модельных блоков, модулей и процедур, используемых как элементы для их построения.

СУБМ должна обладать следующими возможностями: создавать новые модели или изменять существующие, поддерживать и обновлять параметры моделей, манипулировать моделями.

*Система управления интерфейсом.* Эффективность и гибкость информационной технологии во многом зависят от характеристик интерфейса системы поддержки принятия решений. Интерфейс определяет язык пользователя; язык сообщений компьютера, организующий диалог на экране дисплея; знания пользователя.

Язык пользователя – это те действия, которые пользователь производит в отношении системы путем использования возможностей клавиатуры, электронных карандашей, пишущих на экране, джойстика, «мыши», команд, подаваемых голосом, и т.п. Наиболее простой формой языка пользователя является создание форм входных и выходных документов. Получив входную форму (документ), пользователь заполняет его необходимыми данными и вводит в компьютер. СППР производит необходимый анализ и выдает результаты в виде выходного документа установленной формы.

За последнее время значительно возросла популярность визуального интерфейса. С помощью манипулятора «мышь» пользователь выбирает представленные ему на экране в форме картинок объекты и команды, реализуя таким образом свои действия.

Управление компьютером при помощи человеческого голоса – самая простая и поэтому самая желанная форма языка пользователя. Она еще недостаточно разработана и поэтому мало популярна. Существующие разработки требуют от пользователя серьезных ограничений: определенного набора слов и выражений; специальной надстройки, учитывающей особенности голоса пользователя; управления в виде дискретных команд, а не в виде обычной гладкой речи. Технология этого подхода интенсивно совершенствуется. В ближайшем будущем можно ожидать появления СППР, использующих речевой ввод информации.

Язык сообщений – это то, что пользователь видит на экране дисплея (символы, графика, цвет), данные, полученные на принтере, звуковые выходные сигналы и т.п. Важным измерителем эффективности используемого интерфейса является выбранная форма диалога между пользователем и системой. В настоящее время наиболее распространены следующие формы диалога: запросно-ответный режим, командный режим, режим меню, режим заполнения пропусков в выражениях, предлагаемых компьютером.

Каждая форма в зависимости от типа задачи, особенностей пользователя и принимаемого решения может иметь свои достоинства и недостатки.

Долгое время единственной реализацией языка сообщений был отпечатанный или выведенный на экран дисплея отчет или сообщение. Теперь появилась новая возможность представления выходных данных – машинная графика. Она дает возможность создавать на экране и бумаге цветные графические изображения в трехмерном виде. Использование машинной графики, значительно повышающее наглядность и интерпретируемость выходных данных, становится все более популярным в информационной технологии поддержки принятия решений.

Знания пользователя – это то, что пользователь должен знать, работая с системой. К ним относятся не только план действий, находящийся в голове у пользователя, но и учебники, инструкции, справочные данные, выдаваемые компьютером.

Совершенствование интерфейса СППР определяется успехами в развитии каждого из трех указанных компонентов. Интерфейс должен обладать следующими возможностями:

- манипулировать различными формами диалога, изменяя их в процессе принятия решения по выбору пользователя;
- передавать данные системе различными способами;
- получать данные от различных устройств системы в различном формате;
- гибко поддерживать (оказывать помощь по запросу, подсказывать) знания пользователя.

### **3. Структура и функциональное наполнение системы поддержки принятия решений для выбора элементного базиса корпоративных интегрированных информационных систем**

Современные большие предприятия и организации имеют в основном территориально распределенную структуру. Помощь руководству в управлении такими предприятиями оказывают корпоративные интегрированные информационные системы (КИИС). Их проектирование и построение связано с необходимостью решения многочисленных задач идентификации, классификации, прогнозирования и выбора. Особенно сложно лицу, принимающему решения (ЛПР), и экспертам, осуществляющим формирование элементного базиса КИИС, поскольку количество только одного элемента с определенной функцией может достигать сотен, а иногда и тысяч альтернатив. Разнообразие характеристик, параметров и функций элементов и подсистем усиливает энтропию выбора. Сложность и важность задачи определения оптимальной альтернативы требует привлечения аналитических технологий выбора, позволяющих объективизировать процессы принятия соответствующих решений.

Именно поэтому разработана СППР для автоматизации и объективизации процесса выбора элементного базиса КИИС. Для разработки была использована среда программирования Borland C+. В основу положен ряд принципов, необходимых для обеспечения высокой эффективности СППР:

- полнота классов научно-практических задач, математических моделей, методов и алгоритмов;

- возможность гибкого задания методики исследования и автоматического выбора метода анализа, исходя из имеющейся информации о задаче;
- модульная структура, обеспечивающая гибкость и возможность модификации СППР с целью дальнейшего расширения круга решаемых задач или усовершенствования уже реализованных моделей, методов и алгоритмов;
- поддержка возможностей визуализации и интерактивного диалога с ЛПР, который

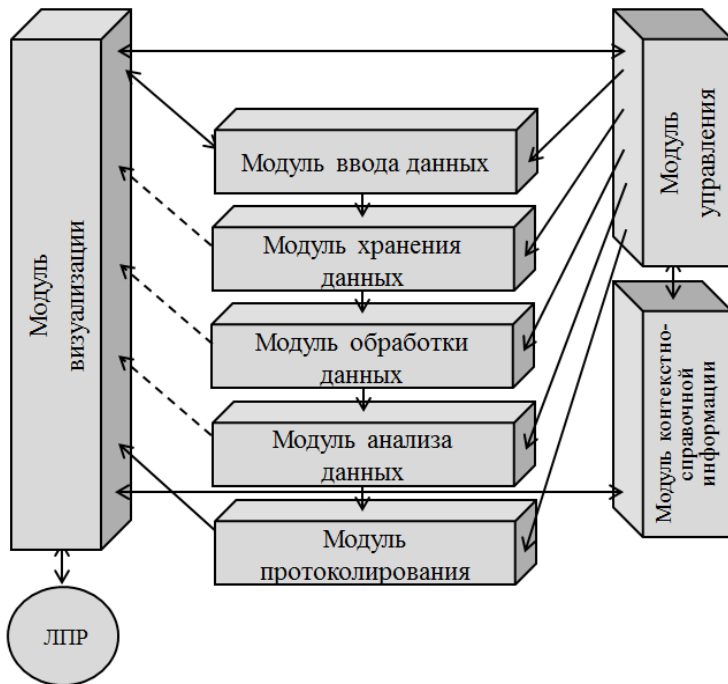


Рис. 3. Функциональная структура СППР

ции взаимодействия с ЛПР. С его помощью осуществляется проведение исследования и выбор необходимых для этого методов и моделей.

Модуль контекстно-справочной информации предназначен для информирования ЛПР в процессе его работы с СППР о возможных алгоритмах действий и предупреждения о возможных ошибках.

Модуль визуализации служит для графического отображения исследуемых альтернатив и результатов их анализа.

Модуль ввода данных позволяет подготавливать и корректировать исходные данные, а также дает возможность ЛПР вводить данные, подготовленные вне СППР, сохранять и восстанавливать заданную конфигурацию СППР для проведения исследования и получения результатов обработки исходных данных.

Модуль хранения данных позволяет хранить данные, оптимизированные для выполнения аналитических операций. Представляет собой БД определенной структуры, которая обеспечивает быстрое выполнение аналитических запросов. Данные из БД могут использоваться непосредственно ЛПР для расчетов при помощи математических моделей.

Модуль обработки данных осуществляет обработку исходных данных с помощью статистических методов, OLAP-технологий, Data Mining, экспертных технологий или их комбинации и/или проверку согласованности и достоверности экспертных оценок.

Модуль анализа данных служит для проведения исследования альтернатив математическими методами и методами обработки информации, получаемой от экспертов. Он включает в себя блоки, реализующие различные методы анализа альтернатив.

позволяет обеспечить максимальную свободу в процессе проведения расчетов и анализа полученных результатов;

- наличие внешних интерфейсов, позволяющих проводить обмен данными с другими приложениями;

- поддержка сценариев протоколирования и генерации отчетов.

Функциональная структура СППР представлена на рис. 3.

СППР состоит из 8 модулей: управления, визуализации, контекстно-справочной информации, ввода, хранения и обработки данных, анализа и протоколирования.

Модуль управления служит для синхронизации работы всех модулей СППР и организа-



Модуль протоколирования предоставляет возможность документировать исходные данные, обработанные данные и результаты анализа с помощью вывода информации в текстовые файлы или на принтер.

Проведенные исследования позволили определить следующие математические методы анализа альтернатив для включения в состав СППР.

Для нормирования исходных данных (рис. 4) использовать такие функции нормировки, как пропорциональная, пропорционально-степенная, логарифмическая, логарифмически-степенная, относительно среднего, относительно экстремума, к единице, уровневая. Также предусмотрена выборочная нормировка, позволяющая выбирать вид нормирования для каждой характеристики индивидуально из представленного в СППР набора.

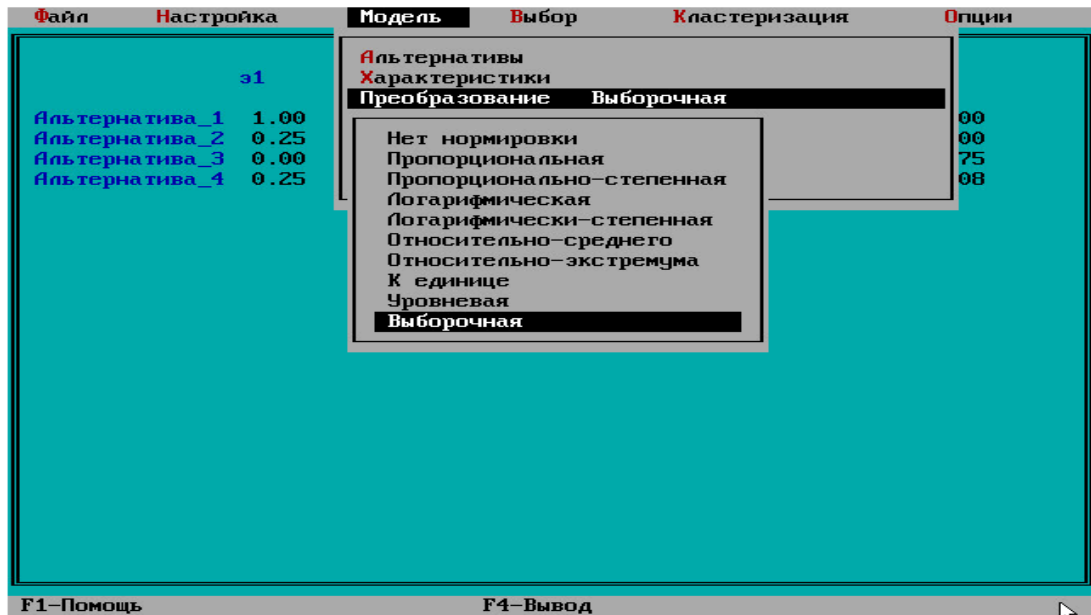


Рис. 4. Виды нормирования исходных данных

Для классификации исследуемых альтернатив используются такие методы кластерного анализа, как (рис. 5) внутригрупповых средних, мягкого взаимного поглощения, жесткого взаимного поглощения.

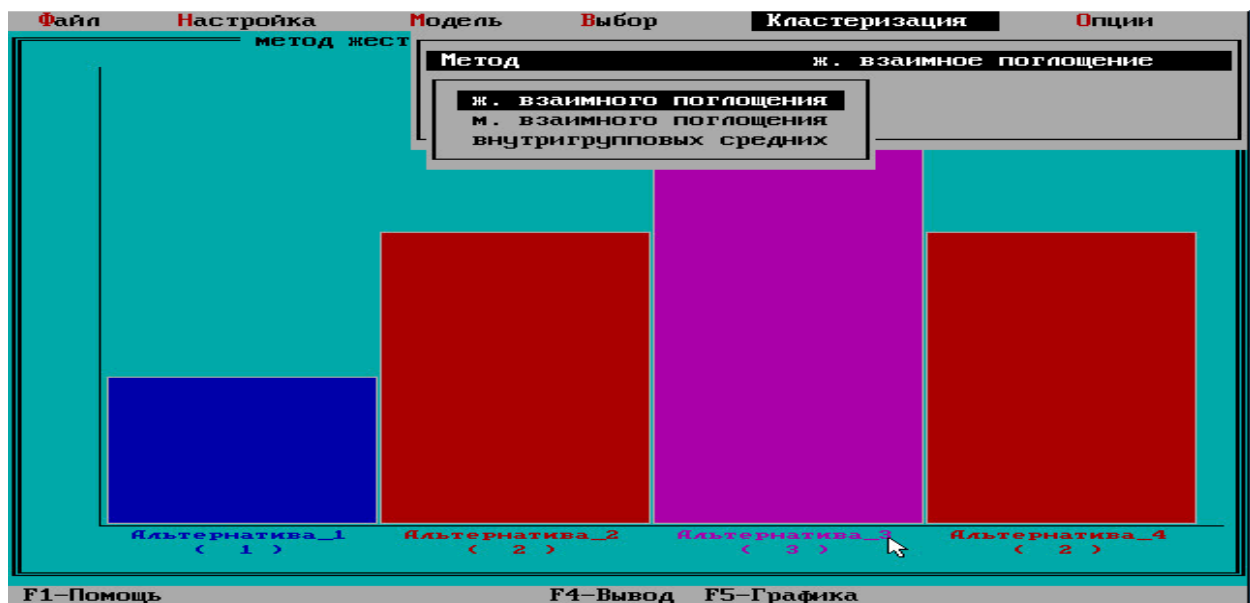


Рис. 5. Методы кластерного анализа

Для решения задачи оценивания и выбора (рис. 6) используются методы сверток (средневзвешенная арифметическая, средневзвешенная геометрическая, средневзвешенная гармоническая, средневзвешенная квадратичная, средневзвешенная степенная); методы введения метрик (Евклидово расстояние,  $L_1$ -норма,  $L_n$ -норма, супремум-норма); методы экспертных оценок (метод непосредственной оценки, метод ранжирования); КМВА.

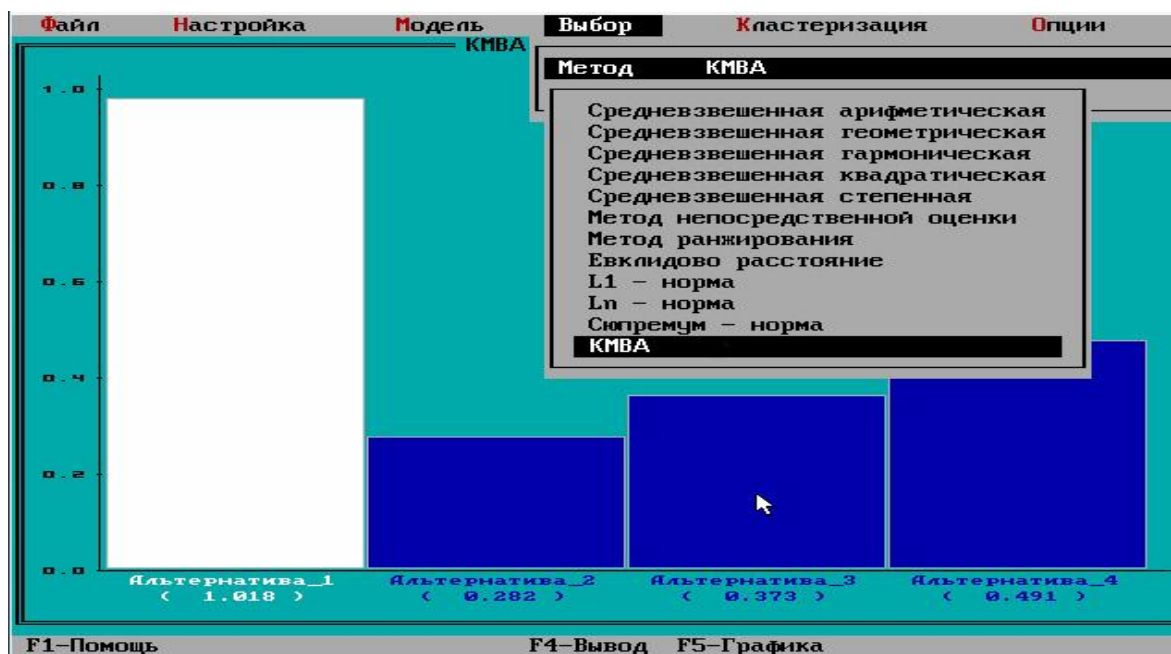


Рис. 6. Методы оценивания и выбора альтернатив

Разработанная СППР позволяет ЛПР в диалоговом режиме выполнять расчеты по количественной оценке эффективности альтернатив. Результатом таких расчетов являются рекомендации для обоснованного выбора наилучшего варианта из альтернативных.

В СППР реализованы возможности учета весовых коэффициентов для характеристик, описывающих альтернативу, и/или экспертов, участвующих в оценивании. Также предоставлена возможность обработки информации, полученной от экспертов. Используется в ситуациях, когда необходимо сделать правильный выбор, а обоснование и оценка последствий решений не могут быть выполнены на основе точных расчётов.

## 2.4 Технология применения системы поддержки принятия решений при построении корпоративных интегрированных информационных систем

### 2.4.1. Особенности подготовки исходных данных для системы поддержки принятия решений

Данные готовятся в виде матрицы «альтернативы-характеристики». Подготовка данных может осуществляться как в СППР, так и вне СППР с помощью внутреннего или внешнего редактора. Но в обоих случаях информация об исследуемых альтернативах записывается, как показано на рис. 7.

Цифрами «1», «-1», «0» задается направление вектора изменения эффективности альтернативы:

- «1» – максимизация характеристики соответствует повышению эффективности;
- «-1» – минимизация характеристики соответствует повышению эффективности;
- «0» – характеристика не учитывается или не влияет на эффективность.

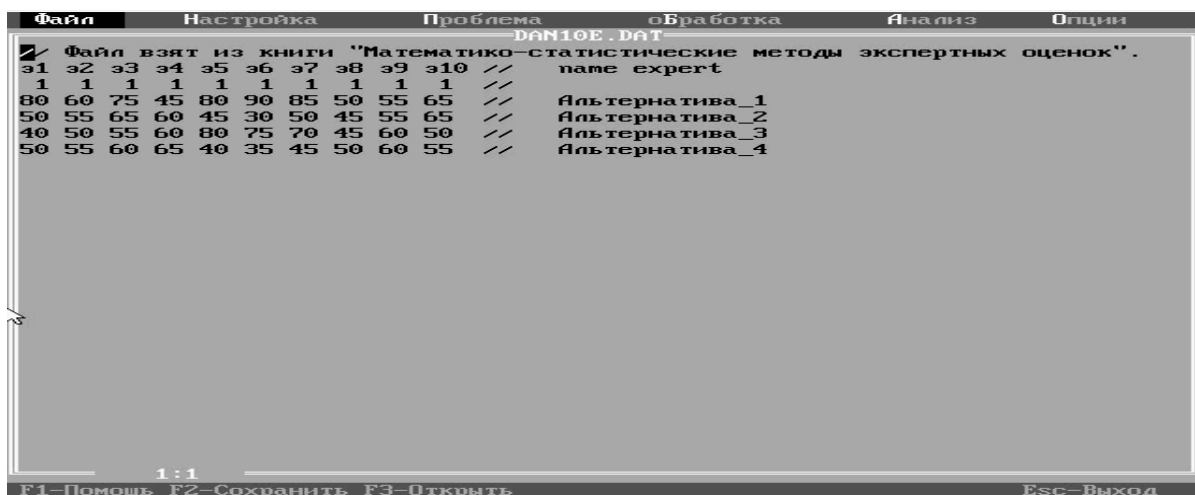


Рис. 7. Внутренний редактор исходных данных

Реализована возможность корректировки количества анализируемых альтернатив и характеристик и/или оценок экспертов включением или выключением их из рассмотрения при проведении анализа. Также предусмотрена возможность учета «веса» экспертов путем ввода его весового коэффициента в диапазоне от 0 до 1 (рис. 8).



Рис. 8. Корректировка альтернатив и характеристик или оценок экспертов

#### 2.4.2. Анализ данных для обеспечения их сопоставимости, согласованности и достоверности

Анализ проводится для определения статистических характеристик и формальных свойств исходных данных. Это необходимо для диагностики ошибок при задании алгоритма исследования и системы предупредительных сообщений.

При анализе экспертных оценок ЛПР может оценить согласованность мнений экспертов. Для оценки согласованности группы экспертов применяется коэффициент конкордации: коэффициент согласия при парном сравнении, дисперсионный коэффициент – для ранжированных рядов.

Если расчетное значение критерия  $\chi^2$  для данного коэффициента конкордации больше табличного, то мнения экспертов согласованы (рис. 9).

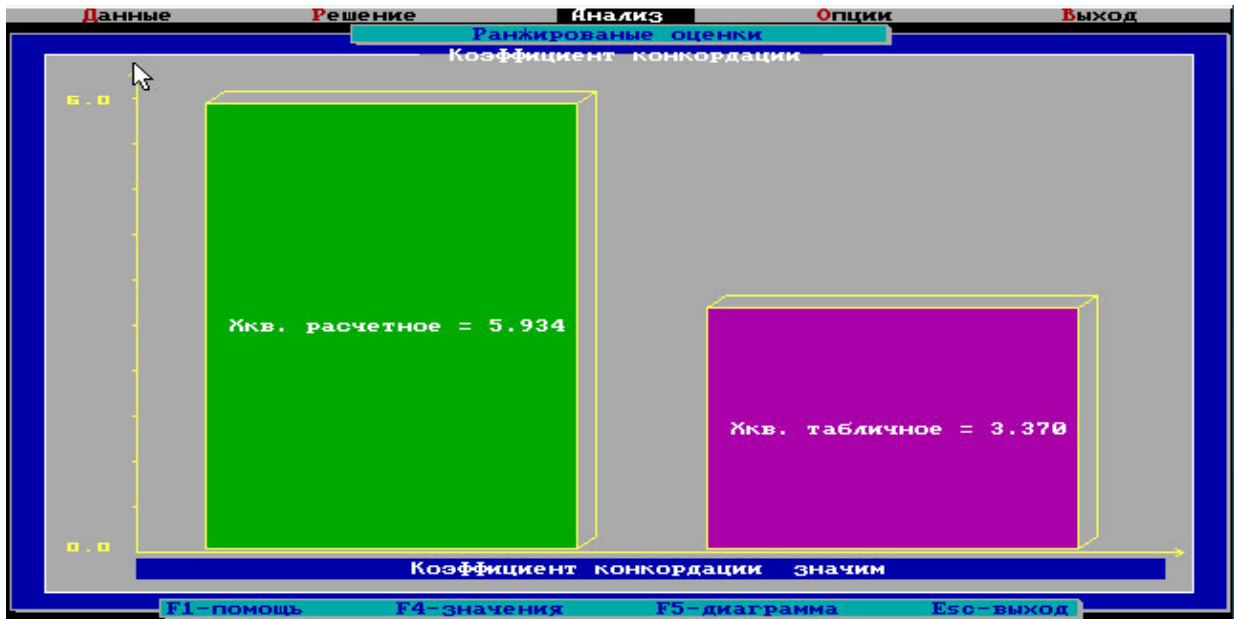


Рис. 9. Критерий  $\chi^2$  для коэффициента конкордации

Если расчетное значение критерия  $\chi^2$  для данного коэффициента конкордации меньше табличного, то мнения экспертов не согласованы и необходимо продолжить анализ для выявления причин их неоднородности.

Для оценки меры сходства мнений каждой пары экспертов можно использовать расчет коэффициентов ассоциации, с помощью которых учитывается лишь число совпадающих и несовпадающих ответов и не учитывается их последовательность (рис. 10).

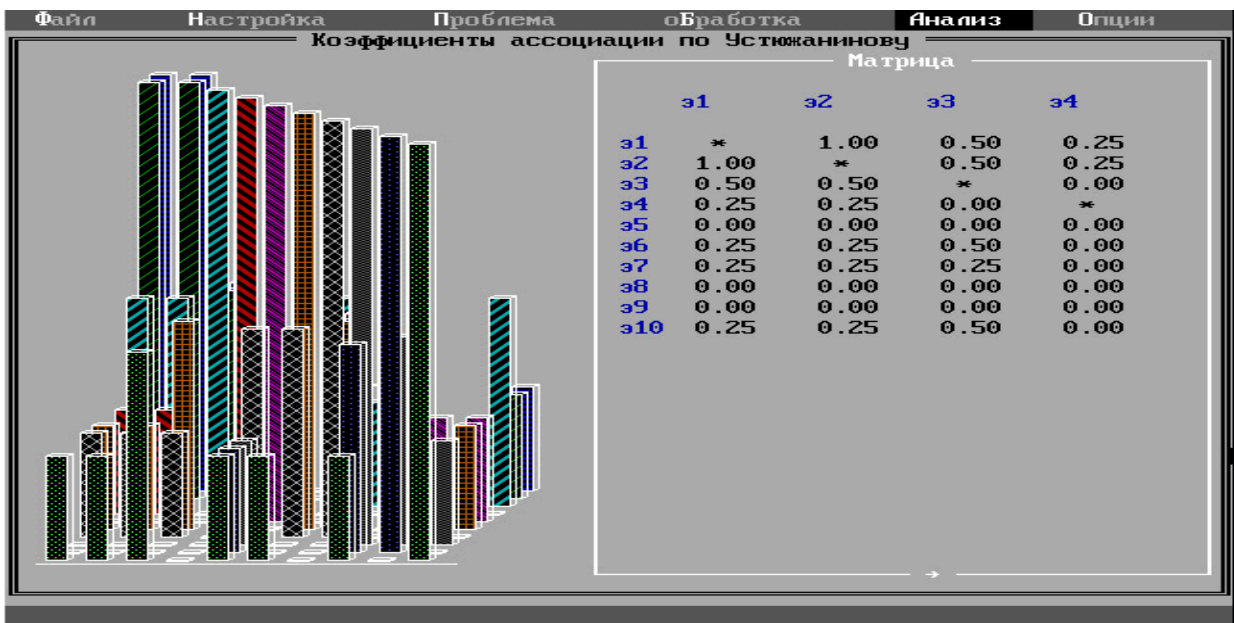


Рис. 10. Расчет коэффициентов ассоциации по Устюжанинову

Более точную проверку согласованности пар мнений экспертов можно провести, используя методы ранговой корреляции Кендалла и Спирмена (рис. 11).

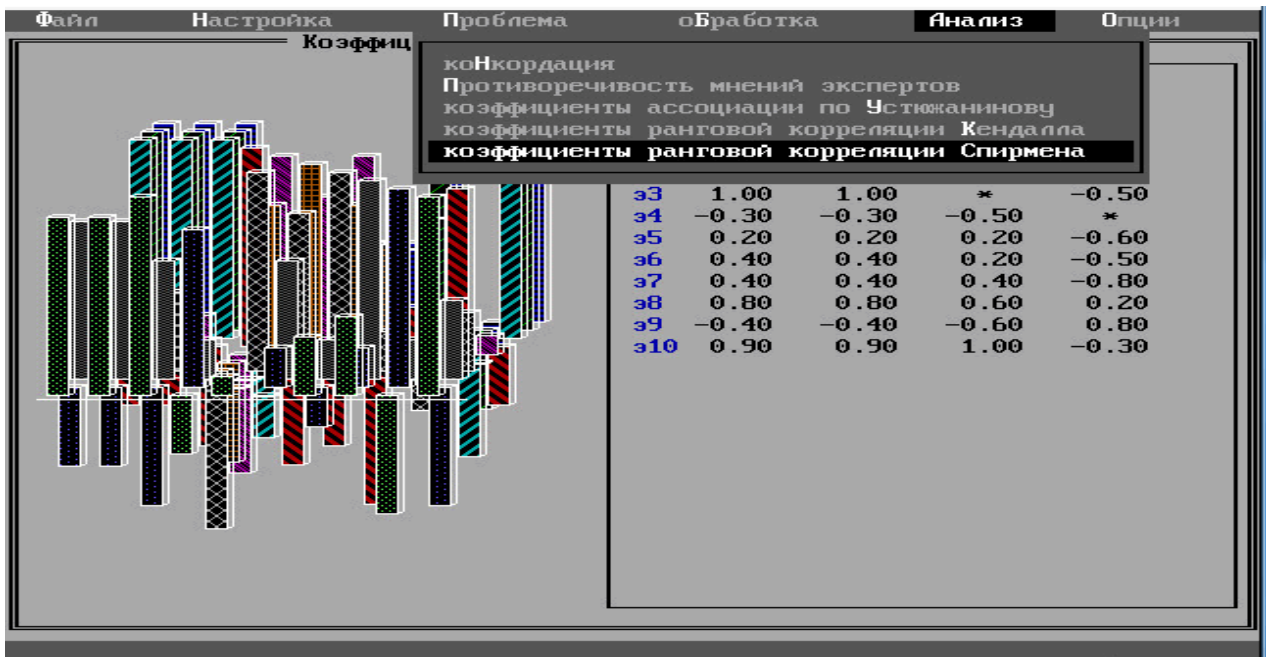


Рис. 11. Расчет коэффициентов ранговой корреляции

При наличии несогласованности пар мнений экспертов проводится проверка на непротиворечивость мнений, в ходе которой выявляются эксперты, мнения которых существенно отличаются от обобщенного мнения группы (рис. 12).



Рис. 12. Проверка непротиворечивости мнений экспертов

В случае необходимости ЛПР может оценить часто используемые статистические характеристики: математическое ожидание, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации (рис. 13).



Рис. 13. Расчет статистических характеристик

Таким образом, описанную выше технологию применения СППР при выборе элементного базиса КИИС можно представить следующим образом (рис. 14):

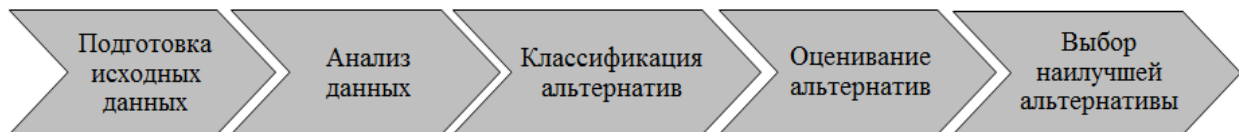


Рис. 14. Технология применения СППР при выборе элементного базиса КИИС

### 3. Заключение

В статье приведена классификация СППР, описаны ее архитектура, структура и их особенности. Разработана СППР для автоматизации и объективизации процесса выбора элементного базиса КИИС. Функциональное наполнение СППР составляют модели, методы и алгоритмы, направленные на повышение эффективности процесса построения КИИС. Принятые архитектурные решения при построении СППР позволяют упростить процедуру изменения и дополнения методов, моделей и алгоритмов, используемых для анализа, оценивания и выбора альтернатив. Кроме того, СППР предоставляет возможность для обработки информации, полученной от экспертов.

Описаны технология применения СППР при построении КИИС, особенности подготовки исходных данных, их анализ для обеспечения сопоставимости, согласованности и достоверности. Внедрение предложенных в данной статье инструментальных средств поддержки принятия решений дает возможность автоматизировать и объективизировать процесс выбора элементного базиса при построении КИИС.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ларичев О. И. Системы поддержки принятия решений. Современное состояние и перспективы их развития / О.И. Ларичев, А.Б. Петровский // Итоги науки и техники. – (Серия «Техническая кибернетика»). – М.: ВИНТИ, 1987. – Т. 21. – С. 131 – 164.

2. Системи підтримки прийняття рішень / В.Ф. Ситник, О.С. Олексюк, В.М. Гужва [та ін.]. – К.: Техніка, 1995. – 162 с.
3. Power D. J. Web-based and model-driven decision support systems: concepts and issues. Americas Conference on Information Systems, Long Beach / D. J. Power. – California, 2000. – 137 p.
4. Power D.J. A Brief History of Decision Support Systems. DSSResources.COM, World Wide Web [Електронний ресурс] / D.J. Power. – 2003. – May 31. – Version 2.8. – Режим доступа: <http://DSSResources.COM/history/dsshistory.html>.
5. Системи підтримки прийняття рішень [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://bourabai.kz/tpoi/dss.htm>.
6. Сараев А.Д. Системный анализ и современные информационные технологии / А.Д. Сараев, О.А. Щербина // Труды Крымской академии наук. – Симферополь: СОНАТ, 2006. – С. 47 – 59.
7. Терелянский П.В. Системы поддержки принятия решений. Опыт проектирования / Терелянский П.В. – Волгоград: ВолгГТУ, 2009. – 127 с.
8. Бояркина О.О. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений / О.О. Бояркина, А.А. Шкаликова [Електронний ресурс] // Современные научные исследования и инновации. – 2016. – № 12. – Режим доступа: <http://web.snauka.ru/issues/2016/12/75361>.
9. Класифікація СППР [Електронний ресурс]. – Режим доступа: [https://uchebnikonline.com/informatika/informatsiyi\\_sistemi\\_i\\_tehnologiyi\\_na\\_pidpriyemstvah\\_pleskac\\_h\\_vl/klasifikatsiya\\_sppr.htm](https://uchebnikonline.com/informatika/informatsiyi_sistemi_i_tehnologiyi_na_pidpriyemstvah_pleskac_h_vl/klasifikatsiya_sppr.htm).
10. Marakas G.M. Decision support system in the twenty-first century / Marakas G.M. – N.J.: Upper Saddle River, Prentice Hall, 1999. – 162 p.
11. Архитектуры систем поддержки принятия решений [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://lissianski.narod.ru/dwarch/dwarch.html>.
12. Структура и основные компоненты СППР [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://libraryno.ru/3-2-2-struktura-i-osnovnye-komponenty-sppr-itubzh/>.

*Стаття надійшла до редакції 31.03.2017*