

УДК 004.942:519.816

Н.А. Миронова, А.А. Скрипник

Запорожский национальный технический университет, Запорожье

## АРХИТЕКТУРА ГРУППОВОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ СИНТЕЗА МЕТОДА ПРИНЯТИЯ ГРУППОВЫХ РЕШЕНИЙ

*Предложена архитектура групповой системы поддержки принятия решений. Проведен анализ существующих систем поддержки принятия решений на предмет поддержки групповой работы и реализации компонента формирования метода принятия групповых решений. Разработанная система отличается от существующих наличием подсистемы синтеза метода принятия групповых решений и расширенной базы методов анализа иерархий.*

**Ключевые слова:** групповая система поддержки принятия решений, метод анализа иерархий, задача принятия групповых решений

### Введение

В современных условиях большинство важных технических, экономических, социальных, политических решений принимаются в процессе коллективного обсуждения. Принятие групповых решений (ПГР) предпочтительней индивидуального тем, что с увеличением сложности и объема задач один человек не может быть компетентным во всех вопросах и выполнить всей работы по выработке и реализации решения. Кроме того, отсутствие полной и точной информации, необходимой для принятия решения, приводит к тому, что выбор оптимального исхода происходит именно в результате группового обсуждения руководителями, специалистами, экспертами и консультантами. Важность ПГР, недостатки и ограничения групповой работы, необходимость согласования различных индивидуальных точек зрения, привели к созданию специальной информационной технологии поддержки групповых решений.

Для повышения эффективности и улучшения организации процесса ПГР и предназначены информационные системы – групповые системы поддержки принятия решений (ГСППР). Также следует выделить термин Groupware – специфическое программное обеспечение, предназначенное для поддержки интеллектуального труда группой исполнителей для решения совместной задачи или проекта [1]. ГСППР представляют собой комбинированную технологию, они объединяют системы поддержки принятия решений (СППР) и технологии группового программного обеспечения.

В настоящее время актуальной задачей является разработка новых и усовершенствование существующих ГСППР за счет использования современных информационных технологий.

Целью работы является анализ развития современных СППР на предмет поддержки групповой работы и реализации методов анализа иерархии, разработка архитектуры групповой системы поддержки принятия решений.

Задачи, которые необходимо решить для достижения поставленной цели:

- выполнить анализ современных СППР на предмет поддержки групповой работы и реализации методов анализа иерархии;
- разработка архитектуры групповой системы поддержки принятия решений.

### Анализ современных СППР на предмет поддержки групповой работы и реализации методов анализа иерархии

В настоящее время можно выделить следующие типы СППР на предмет поддержки групповой работы и реализации методов анализа иерархии:

- программные продукты обеспечения групповой работы, электронных встреч (совещаний) группы исполнителей для решения поставленной совместной задачи, такие как: Meeting Works [2], VisionQuest [3], TeamFocus [4], Software Aided Meeting Management (SAMM) [5], GroupSystems [6], MeetingSphere [7];
- СППР ориентированные на моделях, в которых реализованы методы анализа иерархий, но отсутствует поддержка принятия групповых решений: Criterium Decision Plus [8-9], Super Decisions [10], HIPRE3+ [11-12], Web-HIPRE [13], MPRIORITY 1.0 [14], WinExp [15], Император 3.1 [16], СППР «Эксперт» [17], СППР «Выбор» [18] и др.;
- групповые СППР, которых реализованы методы анализа иерархий, а именно: Expert Choice [19], MakeItRational [20], MindDecider [21], Decision Lens [22], Экспертная система поддержки принятия решений (ЭСППР) [23].

В настоящее время на рынке программных продуктов демонстрируется более десяти конкурирующих коммерческих программ ГСППР для поддержки электронных совещаний или встреч, наиболее известными из которых являются: Главной целью их является поддержка проведения собрания группы лиц, принимающих решений (ЛПР), где основным результатом группового обсуждения счита-

ется получение консолидированного решения. Примерами средств для достижения такого согласования является мозговой штурм, методы голосования, ранжирование, классификация идей и т.д. Основным элементом для эффективного использования таких

систем является фасилитатор, который обеспечивает техническую и процедурную поддержку членов группы [1].

Сравнительный анализ вышеперечисленных ГСППР приведен в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ ГСППР, реализующих методы анализа иерархий

Характеристики	ГСППР						
	Group-Systems	Web-NIPRE	Выбор	Expert Choice	MakeIt-Rational	Mind-Decoder	Decision-Lens
Используемый метод(ы)	методы голосования	МАИ	МАИ	МАИ	МАИ	МАИ	МАИ
Поддержка групповой работы	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Поддержка кроссплатформенности		✓			✓		
Наличие разделения ролей пользователей	✓			✓			
Наличие интерактивного взаимодействия с пользователем	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Графическое представление результатов	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Поддержка Web-интерфейса		✓		✓	✓		
Русификация			✓				
Удобство пользования системой	±	±	±	±	✓	±	✓
Наличие средств хранения данных (сохранение проектов)	±	±	±	±	✓	±	✓
Использование интеллектуальных компонентов							
Интеграция с другими приложениями			✓	✓			
Наличие справочной системы	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Наличие контекстного меню	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Доступность	Покупка	Демо-версия	Демо-версия	Покупка	Демо-версия	Демо-версия	Демо-версия

В работе [24] выделены общие и специфические требования к разработке, внедрению и использованию ГСППР. К общим требованиям относятся: расширение возможностей группы, повышение эффективности работы группы, усовершенствование существующего и разработка нового программного и информационного обеспечения для групповой работы, увеличение диапазона приложений. К специфическим требованиям, присущим ГСППР, можно отнести интеграцию, накопление и формализацию.

Интеграция – возможность использовать в системе существующие типовые модели принятия решений.

Накопление позволяет хранить типовые решения, модели, данные, процессы принятия решений.

Поскольку ГСППР имеет свойство многоцелевого использования, целесообразным есть требование хранения прежде разработанных решений и моделей. Компонент, который позволит сохранять разработанные решения, называется хранилищем решений. Данное хранилище должно сохранять разработанные проекты, математические и имитационные модели, которые применялись при принятии определенного решения, готовое решение и историю процесса принятия этого решения. Использование хранилища решений позволяет осуществлять контроль за выполнением решения и предоставляет возможность использовать готовые решения при решении новых задач.

Формалізація включає описання предметної області, документів, понять і термінів, механізмів взаємодіяння між поняттями і термінами.

Значительная часть информации, необходимая для поддержки групповых решений, вмещает структурированные и неструктурированные текстовые сообщения, полученные при работе группы в режиме мозговой атаки и автоматизации голосования [24], в результате чего возникает необходимость из большого количества текстовой информации выделить понятия и термины, структурировать и формализовать их. Групповой процесс решения проблемы требует от лиц, принимающих решения, согласованного понимания терминов, атрибутов документов и взаимодействия между ними, что достигается их формализацией. Поэтому в системе большое внимание отводится обработке текстовой информации (ориентированных на текст задач) и данных.

### Постановка задачи

Выполненный анализ показывает о необходимости разработки ГСППР, отвечающей следующим требованиям [25 – 28]:

- поддержка WEB-интерфейса;
- кроссплатформенность (система должна работать во всех известных операционных системах);
- возможность удаленного доступа к компьютеру, на котором будет установлена система;
- возможность распределения системы на несколько компьютеров (географическая и временная распределённости);
- необходимость расширения структуры базы методов ППР;
- наличие компонента формирования метода ППР;
- использование интеллектуальных компонентов (базы знаний, экспертной системы и т.д.);
- необходимость сохранения принятых решений и их моделей;
- возможность настройки системы под конкретную задачу ППР.

### Разработка архитектуры групповой системы поддержки принятия решений

Архитектура ГСППР [29] состоит из следующих компонентов (рис. 1): серверная часть, клиентская часть эксперта, клиентская часть администратора, клиентская часть лица, ответственного за подготовку процесса принятия групповых решений (ЛОПП ППР, фасилитатор). Каждый компонент может быть размещен как на отдельном компьютере, так и на нескольких вычислительных станциях, соединённых сетью.

ГСППР разработана с учётом принципов технологии клиент-сервер. Администратор, эксперт и ЛОПП ППР являются тремя типами клиента, устанавливающими соединения с сервером и имеющие различные полномочия, соответствующие их функциям.

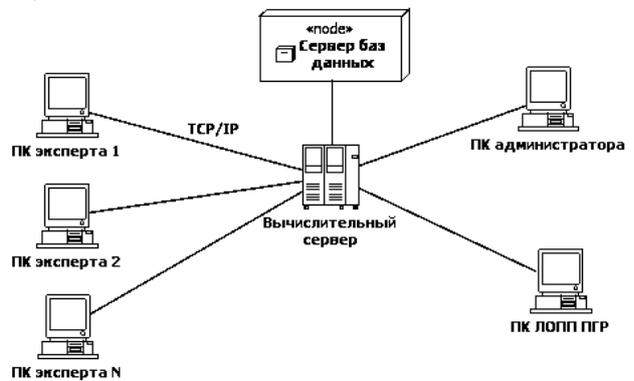


Рис. 1. Диаграмма размещения компонентов ГСППР

Клиентская часть эксперта (рис. 2) разбита на 7 компонентов: подсистема интерфейса пользователя клиента МАИ, подсистема интерфейса пользователя клиента методы голосования, модуль модели клиента – методы голосования, модуль сетевого взаимодействия клиента, модуль сеанса клиента МАИ, модуль сеанса клиента – методы голосования.

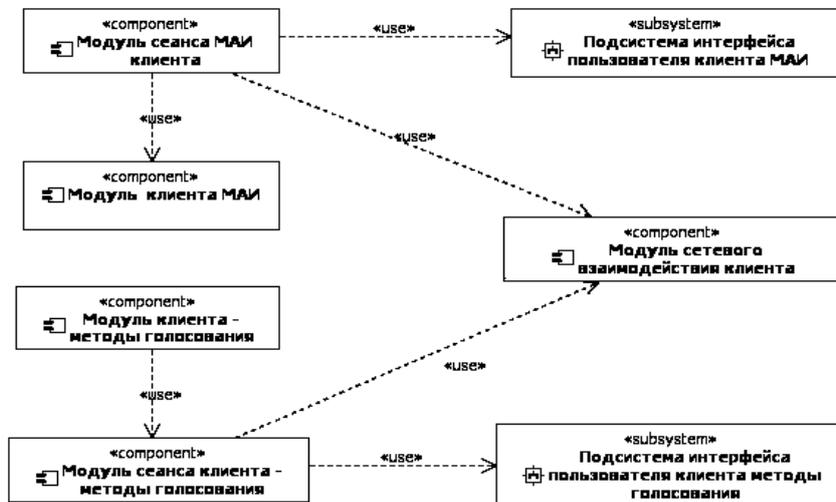


Рис. 2. Диаграмма компонентов клиентской части эксперта

Подсистемы интерфейса пользователя клиента МАИ и методов голосования предлагают средства для взаимодействия эксперта с системой: регистрация на сервере, отображение созданной иерархии, ввод параметров модели для текущей иерархии, отображение результатов расчёта, оповещение о ключевых этапах взаимодействия и т.д. Модуль модели клиента МАИ хранит внутреннее представление иерархии, а также параметры модели для текущего расчёта. Модуль модели клиента методов голосования содержит параметры модели для текущего расчёта. Модуль сетевого взаимодействия ответственен за коммуникацию между клиентом и серверной частью системы. Модули сеанса МАИ и методы голосования являются звеньями, которые обеспечивает взаимодействие между собой остальных компонент и хранят часть данных, не касающиеся процесса расчёта напрямую, но важные для функционирования системы (соединения с другими компонентами, информация об эксперте, состояние процесса принятия решения и прочее).

Пакет клиентской части администратора (рис. 3) похож на пакет клиентской части, но расширен дополнительными компонентами: модулем пополнения базы методов МАИ, модулем редактирования базы пользователей и модулем редактирования базы методов голосования. Эти модули обращаются через модуль сетевого взаимодействия к подсистеме взаимодействия с базой данных (БД) на сервере и позволяют редактировать одну из соответствующих БД. Администратор (как клиент системы) непосредственно не участвует в процессе ПГР, а лишь создаёт условия для проведения такового. Клиентская часть ЛОПП ПГР (рис. 4) включает в себя следующие компоненты: подсистема интерфейса пользователя ЛОПП ПГР МАИ (модуль для решения задач ПГР с использованием МАИ), подсистема интерфейса пользователя – методы голосования, модуль создания иерархии, модуль сеанса ЛОПП ПГР МАИ и модуль сеанса ЛОПП ПГР – методы голосования (также два варианта в зависимости от используемых методов), а также модуль сетевого взаимодействия.

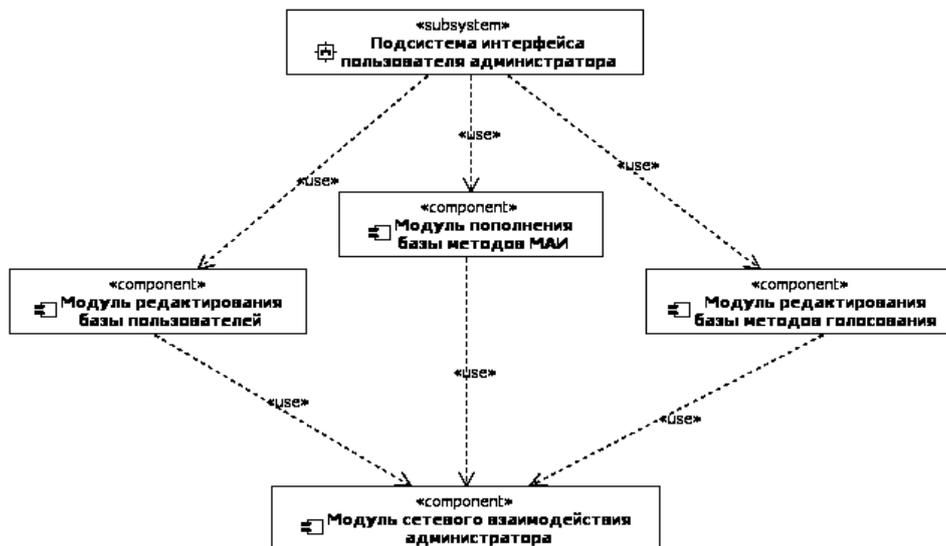


Рис. 3. Диаграмма компонентов клиентской части администратора

Задачей ЛОПП ПГР является инициирование сеанса ПГР и управление его ходом. Это осуществляется посредством модуля сеанса, который, в данном случае, содержит все необходимые данные и методы для обслуживания процесса ПГР. В случае с МАИ в обязанности ЛОПП ПГР входит также создание иерархии и её сохранение в базе иерархий на сервере, для чего используется соответствующий модуль.

Серверная часть (рис. 5) состоит из следующих компонентов: база методов ПГР, база иерархий, база пользователей, база методов голосования, подсистема взаимодействия с БД, экспертная подсистема выбора модификаций МАИ, подсистема синтеза метода ПГР, подсистема решения методов ПГР, подсистема решения методами голосования, модуль сеанса сервера методов ПГР, модуль сеанса сервера

– методы голосования, менеджер сеансов, подсистема аутентификации, модуль сетевого взаимодействия сервера.

База методов ПГР хранит все доступные на данный момент методы ПГР. Администратор системы может пополнять эту базу, обращаясь через слой сетевого взаимодействия (с помощью своего модуля пополнения базы методов) к системе взаимодействия с БД на сервере. После того, как необходимый метод будет занесен в базу, администратор сможет при создании нового сеанса процесса принятия решения выбрать необходимый метод и он будет использован модулем сеанса и модулем принятия решения. Для случая ПГР методами голосования существует база, содержащая методы голосования, подобная базе методов ПГР.

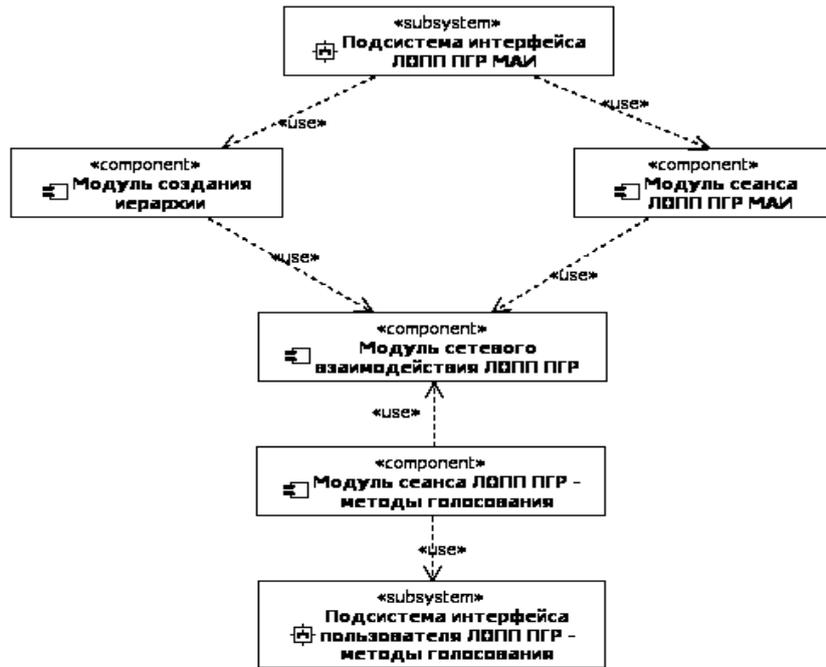


Рис. 4. Діаграма компонентів клієнтської частини ЛОПП ПGR

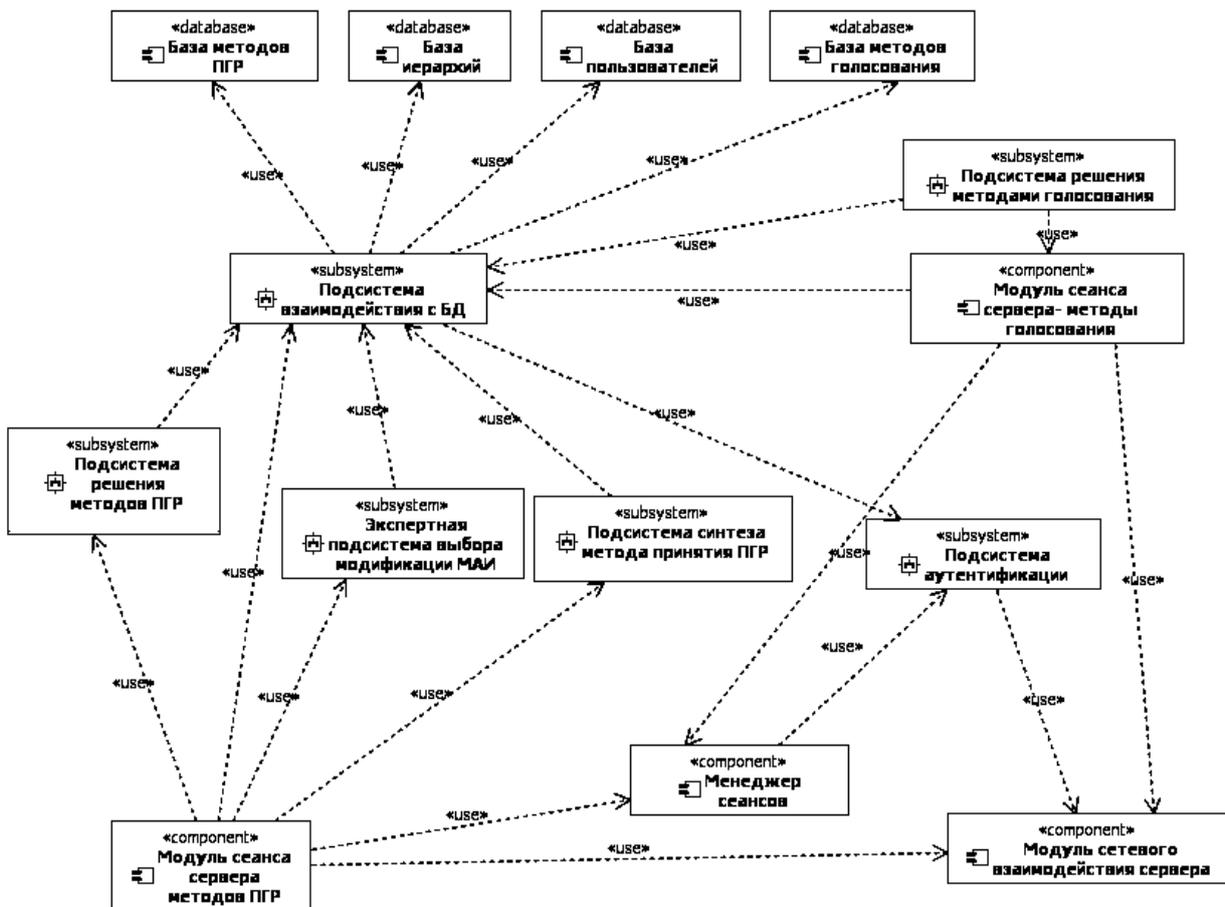


Рис. 5. Діаграма компонентів серверної частини

Аналогічно, база ієрархій зберігає в собі ієрархії, які беруть участь у процесі прийняття рішення. Адміністратор поповнює цю базу перед початком сеансу, а в час ініціалізації сеансу вказує необхідну ієрархію, яка

стає доступною для інших модулів серверної частини, а також клієнтам.

База користувачів зберігає перелік всіх користувачів, які мають можливість працювати з системою, їхні реєстраційні дані, а також права.

Модули сеансов сервера содержат данные о текущем сеансе принятия решения: информацию об всех экспертах, состоянии процесса и прочее.

Все данные о процессе расчёта, а также сам процесс осуществляется подсистемами решения, которые осуществляют все вычисления в соответствии с выбранным методом, данными, полученными от экспертов, и возвращают данные о результатах, попутно сигнализируя о ключевых этапах (или исключительных ситуациях) процесса. Модуль сеанса определяет реакцию системы в конкретном случае (сбой, логическая или системная ошибка, необходимость получения дополнительной информации от эксперта, завершение процесса и т.д.). Подсистема аутентификации реализует проверку подлинности регистрационных данных, полученных от клиента, а также идентифицирует его, как пользователя системы.

Центральным компонентом серверной части является менеджер сеансов. Это компонент, который по запросу от лица из числа ЛОПП ППР запускает сеанс (соответствующий модуль сеанса) принятия решения заданным методом (МАИ/голосования) и передаёт ему управление.

Подсистема аутентификации реализует проверку подлинности регистрационных данных, полученных от клиента, а также идентифицирует его, как пользователя системы.

Центральным компонентом серверной части является менеджер сеансов. Это компонент, который по запросу от лица из числа ЛОПП ППР запускает сеанс (соответствующий модуль сеанса) принятия решения заданного метода и передаёт ему управление.

### Основные решения по реализации компонентов системы

Прототип разработанной ГСППР предназначен для автоматизированной поддержки процесса ППР, основанного на различных модификациях МАИ Т. Саати. Технология Java, с использованием которой проводилась разработка системы, позволяет исполнять её компоненты с применением широкого спектра программно-аппаратных решений, включая архитектуры, совместимые с IBM PC, ОС семейства Windows и Unix-подобные. Также рассматривается возможность адаптации клиентских частей системы для выполнения на мобильных устройствах, поддерживающих технологию Java (например, на устройствах на базе ОС Android).

Технология Java-апплетов обладает следующими преимуществами перед использованием традиционных «связок» скриптовых языков PHP/JavaScript: при разработке веб-интерфейса с помощью Java-апплетов, интерфейсная и логическая часть системы создаётся с использованием одного языка программирования, что позволяет частям взаимодействовать наиболее оптимальным образом и

быть максимально интегрированными в саму технологию. Кроме того, общие языковые средства обеспечивают более высокую степень интеграции, а также – отсутствие необходимости организовывать дополнительные слои коммуникации между различными технологиями.

ГСППР представляет собой распределённую многопользовательскую среду автоматизированной поддержки ППР с использованием различных модификаций МАИ.

ГСППР включает четыре основных модуля, реализующих инфраструктуру, а также некоторого множества дополнительных модулей, расширяющих и дополняющих основные.

К основным модулям ГСППР относятся:

- серверная часть (gdssserver.jar);
- клиентская часть администратора (gdssadmin.jar);
- клиентская часть эксперта (gdssexpert.jar);
- клиентская часть ЛОПП ППР (gdssfacilitator.jar).

Дополнительными модулями являются JAR-архивы, загружаемые администратором в базу методов и содержащие:

- классы модификаций МАИ;
- классы интерфейсных элементов для получения экспертных оценок определённого типа;
- классы интерфейсных элементов для получения ограничений конкретного метода при создании сеанса.

При реализации ГСППР использовалась среда разработки Eclipse Indigo, а также СУБД MySQL 5.1.6. Для доступа к данным была использована технология Java Database Connectivity (JDBC) и соответствующий драйвер для MySQL (mysql-connector-java-5.1.19).

### Выводы

В работе решена актуальная задача анализа развития современных СППР на предмет поддержки групповой работы и реализации подсистемы синтеза метода ППР.

Научная новизна работы состоит в том, что впервые идентифицированы основные требования к разработке интеллектуальных групповых систем поддержки принятия решений, отвечающих современному уровню развития теории принятия решений, теории экспертных оценок, информационных систем и информационных технологий, что позволяет увеличить эффективность данных систем и повысить продуктивность групповой работы при решении практических задач.

Практическая ценность работы заключается в том, что предложено расширение архитектуры групповой системы поддержки принятия решений следующими компонентами: базой групповых методов анализа иерархий; экспертной подсистемой вы-

бора модифікації метода аналізу ієрархій на основі продукційної моделі; підсистема синтезу метода прийняття групових рішень.

Использование экспертной системы в качестве надстройки для ГСППР приводит к дальнейшему развитию интеллектуальных групповых систем поддержки принятия решений и обуславливает перспективность применения данных программных средств при решении практических задач.

### Список литературы

1. Ситник, В.Ф. Системи підтримки прийняття рішень [Текст] / В.Ф. Ситник. – К.: КНЕУ, 2004. – 614 с.
2. Meetingworks: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: [http://www.meetingworks.com/html/product\\_information.html](http://www.meetingworks.com/html/product_information.html).
3. VisionQuest: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.vqalliance.org/>.
4. TeamFocus: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ibm.com/>.
5. Software Aided Meeting Management: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www1.umn.edu/>.
6. GroupSystems: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.groupsystems.com/>.
7. MeetingSphere: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.meetingsphere.com/>.
8. Criterium DecisionPlus: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.infoharvest.com/ihroot/index.asp>
9. Haerer, W. Criterium DecisionPlus 3.0: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.orms-today.org/orms-2000/swr.html>
10. Super Decisions Software for Decision-Making: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.superdecisions.com/>.
11. Pomerol, J.-C. Multicriterion Decision in Management: Principles and Practice [Текст] / Jean-Charles Pomerol, Sergio Barba-Romero. – Kluwer Academic Publisher, 2000. – р. 408.
12. HIPRE 3+ Software family: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.sal.tkk.fi/en/resources/downloadables/hipre3>.
13. Web-HIPRE: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.hipre.hut.fi/>.
14. СППР MPRIORITY 1.0: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://tomakechoice.com/mpriority.html>.
15. WinExp – инструментальное средство построения систем обработки экспертных оценок: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: [http://www.teleform.ru/i\\_proj-winexp.html](http://www.teleform.ru/i_proj-winexp.html).

16. СППР Император 3.1: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.freeware.com.ua/program120.html>.
17. СППР «Эксперт»: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: [http://lab12.geosys.ru/pageslab/lab12\\_expert.htm](http://lab12.geosys.ru/pageslab/lab12_expert.htm).
18. СППР «Выбор»: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ciritas.ru/product.php?id=10>.
19. Expert Choice: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.expertchoice.com/products-services/>.
20. Collaborative Decision Making Software «MakeItRational»: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://makeitrational.com/>.
21. MindDecider: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.minddecider.com/Downloads.htm>.
22. Collaborative Decision Making Software «Decision Lens»: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.decisionlens.com/>.
23. Кравченко, Т.К. Выделение признаков классификации систем поддержки принятия решений [Текст] / Т.К. Кравченко, Н.Н. Середенко // Открытое образование. – 2010. – №4. – С. 71-78.
24. Помазун, О.М. Особливості побудови групової системи підтримки прийняття рішень з реінжинірингу бізнес-процесів [Текст] / О.М. Помазун // Вісник Запорізького національного університету. – 2009. – №1(4). – С. 83-88.
25. Євдін, Є.О. Розробка архітектури кросплатформних розподілених систем підтримки прийняття рішень, основаних на математичних моделях [Текст] / Є.О.Євдін // Математичні машини і системи. – 2011. – №1. – С. 72-81.
26. Тоценко, В.Г. Мультикритеріальна система підтримки прийняття рішень з розширеними можливостями [Текст] / В.Г. Тоценко, Т.Г.Сігал // Математичні машини і системи. – 2005. – №7(3). – С. 98-107.
27. Jie Lu Web-based Multi-Criteria Group Decision Support System with Linguistic Term Processing Function [Текст] / Jie Lu, Guangquan Zhang, Fengjie Wu // IEEE Intelligent Informatics Bulletin. – 2005. – Vol.5. – №1. – С. 35-43.
28. Автоматизована система підтримки групових рішень [Текст] / А.М.Петух, В.В. Войтко, С.В.Кузьмін, Н.Ф.Кузьміна // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2009. – №1. – С. 76-79.
29. Комп'ютерна програма «Система підтримки прийняття групових рішень» / Н.О.Миронова, Г.В. Табунчик // Свідчення про реєстрацію авторського права на твір №411094. Державна служба інтелектуальної власності України. – Зареєстровано 23.01.2012.

Надійшла до редколегії 2.10.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.И. Гоменюк, Запорізький національний університет, Запоріжжя.

### АРХІТЕКТУРА ГРУПОВОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ З МОЖЛИВІСТЮ СИНТЕЗУ МЕТОДУ ПРИЙНЯТТЯ ГРУПОВИХ РІШЕНЬ

Н.О. Миронова, А.О. Скрипник

Запропонована архітектура групової системи підтримки прийняття рішень. Проведений аналіз існуючих систем підтримки прийняття рішень на предмет підтримки групової роботи і реалізації компоненту формування метод прийняття групових рішень. Розроблена система відрізняється від існуючих наявністю підсистеми синтезу методу прийняття групових рішень та розширеної бази методів аналізу ієрархій.

**Ключові слова:** *групової системи підтримки прийняття рішень, метод аналізу ієрархій, задача прийняття групових рішень*

### THE ARCHITECTURE OF GROUP DECISION SUPPORT SYSTEM WITH POSSIBILITY OF GROUP DECISION METHOD SYNTHESIS

N.A. Mironova, A.A. Skripnik

The article offers the architecture of group decision support system. We have carried out the analysis of existing decision support systems concerning group work support and implementation of the component generating group decision method. The developed system differs from the existing ones by the presence of the subsystem of group decision method synthesis and extended base of Analytic Hierarchy Process.

**Keywords:** *group decision support system, Analytic Hierarchy Process, group decision problem.*