

Развитие Экспертной системы поддержки принятия решений

Аннотация. В статье изложены результаты научных исследований, связанных с развитием Экспертной системы поддержки принятия решений (ЭСППР), созданной под руководством автора. Аналитическое обоснование альтернатив может осуществляться на основе различных методов принятия решений в условиях риска и неопределенности. Перевод ЭСППР на новую технологическую платформу и добавление англоязычного интерфейса расширяет круг пользователей, которые одновременно могут работать в системе.

Ключевые слова: аналитическое обоснование стратегических решений, методы принятия решений в условиях риска и неопределенности, Системы поддержки принятия решений (СППР), Экспертная система поддержки принятия решений (ЭСППР).

Введение

Аналитическое обоснование решений с использованием систем поддержки принятия решений (СППР) является важнейшим средством повышения качества управленческих решений. Пользователь такой системы может реально оценивать текущую ситуацию, быстро реагировать на изменения, происходящие на рынке, принимать решения, рассчитанные на долгосрочную перспективу.

С помощью СППР может производиться выбор эффективных вариантов решений для неструктурированных и плохо структурированных задач. Развитие существующих и создание новых СППР играет огромную роль для теории и практики принятия решений.

СППР различаются по особенностям интерфейса, реализуемым методам принятия решений и способам оценки альтернатив [4,5]. Большинство известных СППР – коммерческие продукты, поэтому их исходный код недоступен, что делает невозможным включение в них нового функционала. Доступной для исследования является Экспертная система поддержки принятия решений (ЭСППР), разработанная под руководством автора статьи [6].

Отличительные особенности данной системы:

1. Большое количество поддерживаемых методов (в настоящее время около 50 методов принятия решений, в том числе в условиях риска и неопределенности).

2. ЭСППР является единственной системой поддержки принятия решений, включающей в свой состав базу знаний. База знаний представлена в виде последовательности вопросов об элементах задачи принятия решения и их различных реализациях (ответах). Цепочкам ответов соответствует множество методов принятия решений. После получения ответа от пользователя на вопрос о том или ином элементе задачи множество допустимых методов сужается, и система задает следующий вопрос. Постепенно множество подходящих методов сводится к одному.

3. ЭСППР является web-приложением, что делает ее доступной широкому кругу пользователей и позволяет привлекать экспертов для оценки альтернативных вариантов решения.

ЭСППР включает в себя ряд модулей:

1. Модуль интерактивного общения с пользователем, обеспечивающий:

- средства графического ввода/вывода информации, построенные на основе web-технологий;
- возможность одновременного доступа нескольких пользователей к ЭСППР;

- средства авторизации доступа.
2. Модуль выбора метода, взаимодействующий с базой знаний системы и позволяющий пользователю выбирать методы путем ответов на вопросы, задаваемые системой.
 3. Модуль принятия решений, реализующий алгоритмы различных экономико-математических методов.
 4. Модуль оперативного анализа и генерации отчетности.
 5. Модуль извлечения знаний из ранее решенных задач.

В данной статье приведены результаты научных исследований в направлении развития технологической платформы и функциональности ЭСППР.

1. Характеристика новой версии ЭСППР

Главной причиной разработки новой версии ЭСППР послужила нестабильность в работе существующей системы. Данная проблема связана с использованием при создании системы ныне устаревшей версии технологии ASP.NET, которая требует передачи большого объема данных между сервером и клиентом, часть из которых является избыточной. Это создает высокую нагрузку на сервер и сеть даже при небольшом числе работающих пользователей.

Другой причиной явилось отсутствие возможности реализации интерактивных методов, требующих участия ЛПР в ходе решения задачи, а также невозможность создания полной локализации всех элементов системы на другие языки.

По сравнению с предыдущей версией в систему был внесен ряд существенных изменений:

1. ЭСППР была переведена на новую платформу ASP.NET MVC 3. В связи с этим интерфейс системы был изменен под концепцию MVC (Model-view-controller, «Модель-представление-контроллер»). Основная цель применения этой концепции состоит в разделении бизнес-логики (модели) и ее визуализации (представления, вида).
2. Полностью переработан интерфейс системы, как внешне – громоздкие экранные формы были разнесены по разным страницам и вкладкам, так и внутренне – изменены технологии его реализации. В основу разработки интерфейса была положена библиотека Bootstrap,

позволяющая достаточно легко и быстро разрабатывать элементы пользовательского интерфейса. Кроме того, был использован целый ряд других современных технологий:

- AJAX – подход к построению интерактивных пользовательских интерфейсов web-приложений, заключающийся в «фоновом» обмене данными браузера с web-сервером по мере необходимости. В результате, при обновлении данных не происходит полной перезагрузки web-страницы, и web-приложения становятся значительно быстрее и удобнее [8];
 - jQuery – библиотека, написанная на JavaScript и сфокусированная на оптимизации взаимодействия JavaScript и HTML. Она позволяет легко получать доступ к любому элементу страницы, обращаться к его атрибутам и содержимому, манипулировать ими. Кроме того, библиотека jQuery дает возможность осуществлять фоновую загрузку данных без перезагрузки web-страницы [10];
 - jqGrid – компонент jQuery для работы с динамическими таблицами, позволяющий добавлять, удалять, редактировать элементы таблицы и выводить их пользователю на web-страницах;
 - jquery.validate – компонент jQuery, осуществляющий контроль данных, вводимых пользователем. Он позволяет контролировать заполнение обязательных полей и корректность данных с точки зрения типа (например, ввод текста в числовое поле).
- В редактор данных ЭСППР был добавлен целый ряд новых функций:
- экспорт и импорт данных в/из Microsoft Excel, в том числе многомерных данных, таких как оценки альтернатив по отдельным признакам, заданные несколькими экспертами в различных проблемных ситуациях;
 - расширены возможности по разграничению прав доступа к данным:
 - только просмотр, изменение данных или полный доступ;
 - добавлен контроль изменений в данных – информирование об устаревшей версии решения. На вкладке «Решение» выводится одно из трех сообщений: задача не решена, введите все необходимые данные для получения решения; задача решена, с момента решения исходные данные не изменялись; задача решена, но с момента ре-

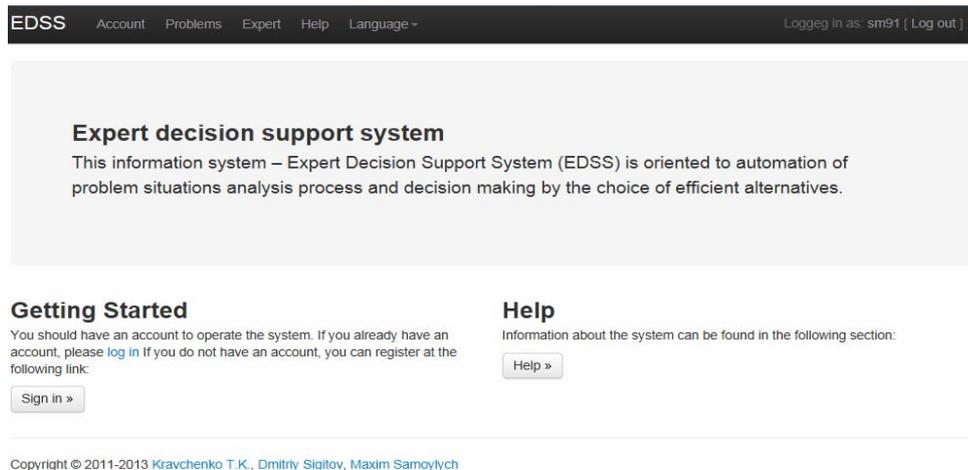


Рис. 1. Стартовое окно англоязычной версии ЭСППР

шения некоторые исходные данные были изменены, обновите решение задачи.

3. Усовершенствовано копирование данных между методами. Система автоматически определяет, что может быть перенесено из одного метода в другой и пользователь имеет возможность выбрать из этого списка, какие именно данные копировать.

4. В систему была введена поддержка интерактивных методов – возможность запроса дополнительных данных у ЛПР в ходе работы метода.

5. Переработана база знаний ЭСППР: все вопросы и ответы для поиска метода принятия решения были сведены в один файл в формате xml, что значительно упростило работу с базой знаний. В систему были добавлены новые методы и соответствующие им вопросы и ответы для поиска метода.

6. В системе была реализована возможность отправки писем экспертам для уведомления о том, что они были приглашены принять участие в решении задачи. Данное письмо содержит ссылку, по которой эксперт может войти в систему без регистрации, чтобы просмотреть условия задачи и ввести свои оценки вариантов решения.

7. Был добавлен англоязычный пользовательский интерфейс (Рис. 1).

Упростилась локализация ЭСППР на другие языки, в частности, благодаря отказу от использования строковых констант в коде приложения и в представлениях. Вместо этого в них используются ссылки на ресурсные файлы, которые и содержат тексты на разных языках.

Языком по умолчанию является русский, и соответствующие строки находятся в файлах *.resx. Английский язык в таблице кодов языков ISO имеет код en-US [9]. Поэтому, для того, чтобы определить текст на нем, соответствующая строка должна находиться в файле ресурсов с тем же именем, но с добавлением тега en-us: *.en-us.resx.

Таким образом, приложение сначала пытается найти текст в файлах с языковым тегом и, если находит, отображает его, а если нет, то берет текст из файла ресурсов по умолчанию (без языкового тега).

Для создания многоязычного сервиса вопросов и ответов, подсказок к ним и описаний методов, которые хранятся в виде xml- файлов, был использован механизм тэгов. В эти файлы к тексту были добавлены явные указатели на язык `xml:lang="ru"`, и перевод данного текста на английский язык с указателем `xml:lang="en"`. Это позволило создать коллекции, из которых текст выбирается в соответствии с требуемым языком.

Благодаря данным доработкам была создана полностью англоязычная версия ЭСППР, а также реализована возможность локализации на любой другой язык.

2. Обновление экспертной оболочки ЭСППР и модуля принятия решения

Основным вкладом в развитие ЭСППР является добавление в базу знаний системы ранее отсутствующих в ней методов принятия решений и соответствующих им цепочек вопросов и ответов для последующего поиска. К их числу

относятся: методы векторной оптимизации; методы, основанные на марковских процессах; метод равноценного обмена; методы семейства ELECTRE и ряд других методов, алгоритмы которых были записаны в единых терминах. Приведем алгоритм только для метода векторной оптимизации, который иллюстрирует возможность поддержки интерактивных методов, требующих запроса дополнительных данных у ЛПР в ходе работы метода.

Использование ряда новых методов будет продемонстрировано на практическом примере.

Цель векторной оптимизации – найти такое компромиссное решение, которое в наилучшей степени способствует достижению всех целевых функций на множестве альтернатив, заданных системой линейных неравенств [7].

Основными причинами, вызывающими необходимость векторной постановки задач, являются:

- Оптимизация одновременно многих характеристик одного объекта. Данная потребность обусловлена тем, что большинство объектов характеризуется не одним, а целой системой параметров или показателей. Причем многие из них выражаются в различных единицах измерения. Поэтому с помощью различных приемов необходимо сформировать один обобщенный критерий, отражающий различные аспекты эффективности объекта.

- Оптимизация одновременно нескольких объектов – анализ совокупности объектов, каждый из которых оценивается самостоятельным локальным критерием. Найти общий критерий для всей системы не удастся, поэтому качество функционирования приходится оценивать вектором частных, локальных критериев, характеризующих каждый объект в отдельности.

- Оптимизация одного объекта на множестве вариантов условий функционирования. Если условия функционирования объекта значительно меняются и его качество в новых условиях должно оцениваться другим частным критерием, то в таких случаях, как правило, стремятся выразить все частные критерии оптимальности в одних единицах измерения. Этот случай формирования задачи векторной оптимизации вызывает затруднения, если условия изменяются плавно и непрерывно и резкой границы существования конкретного частного критерия не видно.

- Оптимизация одного объекта на множестве этапов функционирования. Такая задача возникает, когда функционирование одного или нескольких объектов протекает на отрезке времени, разбитом на отдельные этапы, причем состояния объекта на каждом этапе зависят от управляющих решений ЛПР. Например, может изменяться вид зависимости критерия от влияющих параметров или коэффициенты при неизвестных в целевой функции. ЛПР же интересуется интегральное качество функционирования объекта на всех этапах.

В настоящее время в систему включены три таких метода: метод принятия решений, основанный на составлении обобщенного, пронормированного, взвешенного критерия оптимальности; метод принятия решений, основанный на составлении обобщенной, взвешенной целевой функции; метод принятия решений, основанный на последовательных уступках по наиболее важным критериям, чтобы учесть остальные.

Остановимся лишь на последнем методе, поскольку он является интерактивным методом, требующим от ЛПР назначать уступки по отдельным критериям в ходе решения задачи, начиная с наиболее значимого.

Приведем ниже ответы на вопросы системы (цепочку ответов), которые ведут к выбору этого метода:

- одна проблемная ситуация;
- полная определенность на одном этапе;
- один эксперт;
- несколько признаков (критериев);
- признаки (критерии) несравнимы;
- принцип последовательного рассмотрения критериев;
- признаки (критерии) упорядочены по значимости;
- множество альтернатив представлено в виде подмножества n -мерного пространства;
- заданы количественные оценки альтернатив.

Исходные данные: Z_l – веса каждой целевой функции, $l=1-L$; F_l – локальные целевые функции, $l=1-L$; O_n – ограничения, $n=1-N$; U_l – возможные уступки, $l=1-L$;

Алгоритм решения:

1. Формируются исходные данные задачи.
2. Критерии F_l располагают по убыванию их значимости $F_{l\text{rang}}$.

3. С помощью метода линейной оптимизации (например, симплекс-метода) находят оптимальный вариант решения X_1 и экстремальное значение для наиболее значимой целевой функции (ее рекорд) F_{1o} на заданном множестве альтернатив X_i .

4. ЛПР назначается возможная уступка U_1 по первому критерию F_{1rang} для достижения компромисса с последующими критериями.

5. В область существования решений вводится дополнительное ограничение O_{N+1} на величину первого критерия: значение наиболее значимой целевой функции должно быть не хуже, чем рекорд минус заданная уступка (если задача решается на максимум целевой функции).

6. Находят оптимальный вариант решения X_2 и экстремальное значение (рекорд) F_{2o} второй по значимости целевой функции F_{2rang} на суженной области существования решений ввиду включения в модель дополнительного ограничения на предыдущем шаге.

7. Повторяют шаги 4-6 для всех критериев.

8. Решение, полученное по последнему критерию, с учетом дополнительных ограничений на величину всех остальных, является компромиссным X_k .

9. Сравнивают компромиссное значение каждой целевой функции, полученное на компромиссном варианте F_{lk} , с ее рекордом F_{lo} .

В случае недопустимого ухудшения значений отдельных критериев расчет повторяют с другими уступками.

Приведем пример экрана ЭСППР, демонстрирующего запрос уступки по одному из критериев (Рис.2).

3. Использование ЭСППР для обоснования выбора инструментария разработки систем дистанционного банковского обслуживания (ДБО)

Объектом исследования является разработка приложений в банковской сфере, а именно приложений дистанционного банковского обслуживания (ДБО, Клиент-Банк) – программное обеспечение, предоставляющее клиентам банков возможность дистанционного получения финансовой информации и управления банковскими счетами. Предмет исследования: выбор программного инструментария для разработки систем ДБО. Цель проводимого исследования заключается в аналитическом обосновании этого выбора.

Следует учитывать тот факт, что выбор программных инструментов не заканчивается на первом этапе разработки продукта. Программные инструменты постоянно развиваются – появляются новые версии и выходят из употребления устаревшие. Поэтому в ходе разработки и даже эксплуатации систем периодически приходится решать вопрос об обновлении используемых инструментов.

Обновление сопряжено с рядом рисков – оно может повлечь за собой неработоспособность отдельных функций или модулей системы или их некорректную работу. Однако имеется и ряд плюсов: увеличение производительности, введение нового функционала, позволяющее упростить разработку и сделать продукт более при-

Рис.2. Запрос значения уступки для критерия

влекательным для потребителей. Неверное решение может привести к значительным финансовым потерям. В связи с этим, решение об обновлении используемых инструментов должно быть также аналитически обосновано.

3.1. Обоснование выбора web-сервера для системы ДБО

В качестве примера программного инструмента рассмотрим web-сервер, на котором будет развернута разрабатываемая система ДБО. Задача решается в два этапа. На первом осуществляется выбор web-сервера для разработки системы, на втором – обоснование обновления web-сервера в ходе проекта.

Предварительно ЛПР необходимо составить список альтернатив, из которых будет осуществляться выбор. В настоящее время известными реализациями являются [3]:

1. Apache Tomcat (Apache Software Foundation).
2. Jetty (Eclipse Foundation).
3. JBoss (RedHat).
4. GlassFish (Sun Microsystems).
5. IBM WebSphere (IBM).
6. Oracle Weblogic (Oracle).

В данном исследовании предлагается использовать следующий набор критериев:

- функциональность – соответствие инструмента предъявляемым функциональным требованиям;
- удобство использования – критерий, характеризующий сложность использования данного инструмента в разработке;
- производительность – качество работы с большими объемами данных;
- документированность – наличие технической документации по функциональности инструмента;
- стоимость – ценовая характеристика инструмента с учетом поддержки производителя;

- степень ознакомления – соотношение между уже имеющимися знаниями и теми, которые необходимо приобрести для работы с инструментом.

Далее необходимо сформулировать список проблемных ситуаций, в которых может оказаться ЛПР, принимая решение. Заранее неизвестно, какое количество пользователей будет одновременно работать в системе, поэтому предусматривается моделирование трех возможных ситуаций:

- небольшое число пользователей (менее 1000);
- среднее число пользователей (от 1000 до 5000);
- большое число пользователей (более 5000).

В качестве экспертов будут выступать 4 человека: 3 ведущих программиста и один старший аналитик. Каждый эксперт является профессионалом в своей области знаний, поэтому коэффициенты компетентности экспертов принимаются равными.

Полученные данные позволяют ЛПР приступить к выбору web-сервера. Предварительно необходимо тем или иным способом определить вероятности появления проблемных ситуаций и коэффициенты значимости признаков (Рис. 3). В частности, вероятности ситуаций можно рассчитать в системе ЭСППР с помощью метода, который сочетает использование принципа большинства для согласования оценок вариантов решения, формируемых отдельными экспертами с позиций различных признаков, и принципа антагонистического игрока для согласования оценок вариантов решения в различных проблемных ситуациях, с заданием предпочтений в порядковой шкале.

Для выбора наиболее предпочтительного варианта на основе ЭСППР используем метод принятия решений с использованием принципа

Вероятности появления проблемных ситуаций		Коэффициенты значимости признаков	
Наименование	Значение	Наименование	Значение
Среднее число пользователей	0,500	Удобство использования	0,273
Небольшое число пользователей	0,333	Функциональность	0,227
Большое число пользователей	0,167	Производительность	0,227
		Документированность	0,136
		Стоимость	0,091
		Степень ознакомления	0,045

Рис. 3. Вероятности появления проблемных ситуаций и коэффициенты значимости признаков

большинства для согласования оценок вариантов решения, заданных в порядковой шкале отдельными экспертами по многим признакам в различных проблемных ситуациях. Таким образом, учитывая неопределенность в условиях принятия решения, ЛПР следует выбрать web-сервер Apache Tomcat (Рис. 4). Однако через некоторое время на рынке программных продуктов может появиться новая версия этого web-сервера. ЛПР необходимо принять решение, стоит ли осуществлять переход на новую версию или нет. С одной стороны, новая версия сервера обладает высокой производительностью, но с другой стороны, могут возникнуть проблемы с работоспособностью приложения, которое еще не получило достаточной проверки на практике.

Поэтому для того, чтобы избежать денежных потерь, данное решение должно быть обосновано не только с учетом неопределенности в условиях принятия решения, но и с учетом неопределенности в последствиях, к которым могут привести различные варианты решения.

Принимая решение об обновлении сервера с учетом неопределенности в условиях принятия решения на втором этапе решения задачи, рассмотрим только две альтернативы: обновлять или не обновлять web-сервер – по сути, мы сравниваем старую и новую версии сервера. Критерии выбора, эксперты, проблемные ситуации и метод принятия решения для выбора с применением ЭСППР остаются теми же, что и ранее. Результаты расчетов представлены на Рис. 5. Таким образом, с учетом неопределенности в условиях принятия решения целесообразно обновлять версию web-сервера.

Далее решим задачу с учетом неопределенности в последствиях смены сервера. Рассмотрим три возможных состояния работоспособности системы при смене сервера:

1. Полная работоспособность – все функции системы работают исправно, нет выявленных дефектов, связанных с работой web-сервера.

2. Средняя работоспособность – основные функции системы работают исправно, имеются выявленные дефекты, но они затрагивают второстепенные функции.

3. Низкая работоспособность – основные функции системы работают некорректно, имеются выявленные дефекты, препятствующие работе основных функций.

Список альтернатив в порядке предпочтения:

1. Альтернатива X1 (Apache Tomcat)
2. Альтернатива X2 (Jetty)
3. Альтернатива X5 (IBM WebSphere)
4. Альтернатива X4 (GlassFish)
5. Альтернатива X3 (JBoss)
6. Альтернатива X6 (Oracle Weblogic)

Математическая запись результатов решения задачи:

$$X1 > X2 > X5 > X4 > X3 > X6$$

Значения функции полезности:

Наименование	Значение
X1 Apache Tomcat	0,286
X2 Jetty	0,238
X5 IBM WebSphere	0,190
X4 GlassFish	0,143
X3 JBoss	0,095
X6 Oracle Weblogic	0,048

Рис. 4. Результаты выбора web-сервера с использованием принципа большинства

Список альтернатив в порядке предпочтения:

1. Альтернатива X1 (обновлять)
2. Альтернатива X2 (не обновлять)

Математическая запись результатов решения задачи:

$$X1 > X2$$

Значения функции полезности:

Наименование	Значение
X1 обновлять	0,667
X2 не обновлять	0,333

Рис. 5. Результаты обоснования альтернатив

Для решения задачи используем метод принятия решения в условиях частичной неопределенности в последствиях сравниваемых вариантов решения на бесконечном множестве дискретных этапов. ЛПР должен задать матрицы вероятностей перехода между состояниями работоспособности системы и матрицы выигрышей (Рис. 6 и Рис. 7). Экспертами оцениваются вероятности перехода системы из текущего состояния в одно из возможных (в шкале от 0 до 1) и выигрыши (проигрыши) при переходах (в шкале от -10 до 10).

ВЕРОЯТНОСТИ ПЕРЕХОДА

Обновлять

	Полная работоспособность	Средняя работоспособность	Низкая работоспособность
Полная работоспособность	0,3	0,5	0,2
Средняя работоспособность	0,25	0,4	0,35
Низкая работоспособность	0,3	0,4	0,3

Не обновлять

	Полная работоспособность	Средняя работоспособность	Низкая работоспособность
Полная работоспособность	0,8	0,15	0,05
Средняя работоспособность	0,2	0,7	0,1
Низкая работоспособность	0,0	0,2	0,8

Рис. 6. Матрицы вероятностей перехода

Обновлять

	Полная работоспособность	Средняя работоспособность	Низкая работоспособность
Полная работоспособность	1	-5	-10
Средняя работоспособность	5	0	-5
Низкая работоспособность	10	5	0

Не обновлять

	Полная работоспособность	Средняя работоспособность	Низкая работоспособность
Полная работоспособность	10	-7	-10
Средняя работоспособность	5	-1	-5
Низкая работоспособность	10	5	-2

Рис. 7. Матрицы выигрышей

Результаты расчетов с использованием системы ЭСППР приведены на Рис 8.

Полная работоспособность => не обновлять
Средняя работоспособность => не обновлять
Низкая работоспособность => не обновлять

Рис. 8. Результат решения задачи

Таким образом, если учитывать последствия принятого решения, то лучше не обновлять используемую версию web-сервера, так как это может привести к снижению работоспособности системы, что в свою очередь приведет к материальным затратам.

Заключение

На основании проведенного исследования можно сделать вывод о том, что введение в ЭСППР новых методов принятия решений позволяет существенно повысить качество принимаемых решений.

Аналитическое обоснование альтернатив может осуществляться на основе методов принятия решений, учитывающих неопределенность как в условиях, так и в последствиях принимаемого решения. В этом отношении ЭСППР является единственной системой поддержки принятия решений, которая предоставляет такие возможности.

Перевод ЭСППР на новую технологическую платформу и создание англоязычной версии ЭСППР расширяет круг пользователей, которые одновременно могут работать в системе. Возможность копирования данных между методами ускоряет сбор исходной информации для проведения расчетов.

Увеличение количества методов принятия решений, которые могут быть использованы для обоснования различных вариантов, обу-

словлено потребностями ЛПР принимать эффективные решения, основанные на мнениях нескольких экспертов, а также учитывать влияние внешней среды при принятии сложных управленческих решений.

Литература

1. Вендров А.М. Современные технологии создания программного обеспечения. [Электронный ресурс] URL: <http://www.jetinfo.ru/>.
2. Волков И.К., Загоруйко Е.А. Исследование операций: Учебник для вузов. / Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 436 с.
3. Контейнер сервлетов [Электронный ресурс] URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Контейнер_сервлетов.
4. Кравченко Т.К. Системы поддержки принятия решений // В кн.: Информационные технологии для современного университета. / Под общ. ред.: А. Н. Тихонов, А. Д. Иванников. – М.: ГНИИ ИТТ «Информика», 2011. С. 107-118.
5. Кравченко Т.К., Середенко Н.Н. Выделение признаков классификации систем поддержки принятия решений. // Открытое образование. 2010. № 4. С. 71—78.
6. Кравченко Т. К. Экспертная система поддержки принятия решений // Открытое образование. 2010. № 6. С.147-156.
7. Кравченко Т.К. Инфокоммуникационные технологии управления предприятием. – М.: ГУ-ВШЭ. 2003. – 234 с.
8. AJAX [Электронный ресурс] URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/AJAX>.
9. ISO Language Code Table [Электронный ресурс] URL: <http://www.lingoes.net/en/translator/langcode.htm>.
10. JQuery [Электронный ресурс] URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/JQuery>.

Кравченко Татьяна Константиновна. Заведующая кафедрой бизнес-аналитики Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики». В 1969 г. окончила МГУ им. М.В. Ломоносова. Доктор экономических наук, профессор. Автор более 100 печатных работ и монографий. Область научных интересов: системы поддержки принятия решений, информационно-аналитические системы, методы принятия решений, информационная бизнес-аналитика. E-mail: krawchenko@yandex.ru, tkravchenko@hse.ru