

12. *Hall, M.* Firm size and Profitability / M. Hall, L. Weiss // Review of Economics and Statistics. — 1967. — № 49. — P. 319—331.
13. *Jacobson, D.* Industrial Economics and Organization. A European Perspective / D. Jacobson, B. Andreosso-O'Callagan. — London: McGraw-Hill Publishing Company, 1996.
14. *Mason, E.S.* Price and Production Policies of Large-scale Enterprise / E.S. Mason // American Economic Review. — 1939. — № 29. — P. 61—74.
15. *Marcus, M.* Profitability and the Size of the Firm / M. Marcus // Review of Economics and Statistics. — 1969. — № 51. — P. 104—107.
16. *Martin, S.* Industrial Economics: Economic Analysis and Public Policy / S. Martin. — N. Y.: The Macmillan Press, 1994.
17. *Waldman, D.E.* Industrial Organization. Theory and Practice / D.E. Waldman, E.J. Jensen. — USA, 1998.

Б.А. Железко,
кандидат технических наук, доцент;
О.А. Синяевская

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

В статье рассматривается проблема оценки эффективности систем поддержки принятия решений (СППР). Выявлены направления оценки эффективности СППР, особенности определения эффективности специализированных финансовых СППР. Разработаны следующие новые показатели эффективности интеллектуальной составляющей СППР (баз моделей и знаний): определенность базы правил, коэффициент охвата базы правил, эффективность формирования рейтинговых классов, эффективность рейтинга. Приводятся формулы для вычисления предложенных показателей, даны пояснения по их практическому использованию.

С развитием рынка информационных систем (ИС), появлением большого количества программных продуктов, предназначенных для выполнения схожих функций, повышается роль оценки эффективности ИС. Эта задача является достаточно сложной, поскольку в общих результатах деятельности объекта, где внедрена ИС, трудно выделить часть, которая получена благодаря ее использованию, без учета иных факторов. Особый класс ИС составляют системы поддержки принятия решений, используемые управленческим персоналом.

Информационно-аналитические СППР (ИА СППР) — это «класс человеко-машинных систем, предназначенных для оказания помощи лицам, принимающим решения, в их профессиональной деятельности по использованию данных, знаний и моделей при подготовке и принятии обоснованных решений» [1].

Целью данной работы является развитие методологии оценки эффективности СППР с использованием методов теории приближенных множеств, что позволит формализовать результаты применения баз моделей и правил ИА СППР.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи: проведен сравнительный анализ различных подходов к оценке эффективности СППР; выявлены их особенности, преимущества, недостатки; разработаны показатели эффективности интеллектуальных компонент СППР.

ИА СППР включают в себя методы, модели и алгоритмы принятия решений, программное обеспечение (ПО), базы данных и знаний о предметной области и рекоменда-

ции по использованию на практике результатов анализа исходной информации. ИА СППР применяются для решения задач выбора оптимальной альтернативы из множества имеющихся, классификации, стратификации, ранжирования структурно сложных объектов, поиска «узких мест» в различного рода процессах, многокритериальной экспертизы. Нередко эти задачи взаимосвязаны между собой и дополняют друг друга, а среди результатов обработки данных присутствует рейтинг анализируемых альтернатив. Например, основой для принятия инвестиционных решений на уровне предприятия (организации) могут служить рейтинги инвестиционных проектов; на отраслевом уровне — рейтинги ценных бумаг с точки зрения их инвестиционной привлекательности, а также банковские рейтинги; на межгосударственном уровне — суверенные кредитные рейтинги стран. Использование СППР ускоряет процесс обоснования и принятия решений [1—4].

На практике используются методики оценки отдельных составляющих СППР [5—9]. Тем не менее мало изученной является проблема оценки эффективности функционирования интеллектуальной части СППР, включающей базы моделей, правил, прецедентов [1, 10].

В табл. 1 приведены некоторые направления оценки эффективности СППР.

Таблица 1. Направления оценки эффективности СППР

Наименование и суть подходов к оценке эффективности СППР	Преимущества	Недостатки
1	2	3
Оценка экономической эффективности ПО СППР путем сопоставления экономического эффекта от разработки (внедрения) ПО с затратами на его создание (приобретение) [5]	Учитывается, насколько внедрение ПО СППР позволило уменьшить количество рабочих мест аналитиков и получить экономию на их заработной плате Этот способ широко известен и применим не только к СППР, но и к любому ПО	Сложно отделить эффект, полученный в результате использования ПО от эффекта, вызванного иными видами деятельности и внешней средой
Оценка временной эффективности СППР (насколько СППР позволяет сократить время на обработку исходных данных для принятия решения и обоснование оптимального решения) [2]	Данный подход прост в применении, для получения результата можно использовать тестовые задачи до ввода системы в эксплуатацию	Не учитывает стоимостные показатели
Оценка качества СППР, при которой определяется, в какой мере удовлетворены требования пользователей СППР в соотношении с возможностями производителей и задачами, поставленными проектировщиками СППР [1]. Для расчета показателя качества СППР используется теоретико-множественный подход [11]	Позволяет определить пути доработки, адаптации или развития системы, а в некоторых случаях — способы снижения себестоимости ее создания и повышения экономической эффективности	Присутствует некоторый субъективизм оценки, удовлетворенность требований может оказаться различной для разных людей одной и той же профессии Не учитывает стоимостные показатели
Оценка экономической эффективности СППР путем сопоставления финансовых результатов, полученных непосредственно от принятых решений, с затратами на создание (приобретение) СППР	Такой способ применим, если система предназначена для поддержки принятия решений, результат реализации которых позволяет получить прибыль в денежном выражении в краткосрочной перспективе (например, системы поддержки принятия биржевых решений)	Эффективность, рассчитанная таким способом, будет изменяться динамически в зависимости от числа успешных или неуспешных решений, принесших соответственно прибыль или убыток

1	2	3
Оценка эффективности интеллектуальной части СППР, включающей базы правил, знаний, моделей, прецедентов. Это направление является новым, математическую основу его составляет теория приближенных множеств, позволяющая оценивать эффективность правил и алгоритмов решений [12–15]	Новизна подхода заключается в том, что он применим к СППР любой специализации, независимо от того, проявляется ли экономический эффект от решения сразу же (как при торговле на бирже), либо его сложно выделить из общей совокупности факторов эффективности (как в случае решений по управлению предприятием)	При оценке базы правил, знаний, моделей, прецедентов большой размерности требуется написание дополнительного модуля СППР, осуществляющего мониторинг эффективности

Рассмотрим более подробно два последних подхода к оценке эффективности СППР.

Примером систем поддержки принятия финансовых решений являются ИА СППР в биржевой деятельности. Их экономическая эффективность может быть определена как отношение дохода от торговли на бирже к затратам на покупку (разработку, внедрение), эксплуатацию и сопровождение системы. Однако с учетом того, что объемы инвестиций и прибыли при торговле на бирже достаточно велики по отношению к стоимости СППР, система в случае выдачи удачных решений очень быстро окупает все указанные затраты на нее, но при этом, если система сформулирует неверные решения, убытки также будут велики. Поэтому необходима предварительная оценка эффективности биржевой ИА СППР до ее ввода в эксплуатацию.

В случае если СППР предназначена для поддержки спекулятивной торговли, проводится ее тестирование с использованием виртуального счета и реальных данных об изменении стоимости ценных бумаг или валют. Показателями оценки эффективности в этом случае является расчет соотношения количества прибыльных и убыточных сделок, а также сумм (в денежном выражении) результатов по этим сделкам. Для таких ИА СППР характерна следующая особенность: если в дальнейшем на основе рекомендаций системы принято неверное решение, то убытки могут превысить и инвестиции в систему, и прибыль, полученную с ее помощью в предыдущие периоды.

Предварительное тестирование биржевых СППР предполагает также сравнение результатов их работы с выходными данными уже апробированных методик и с реальной ситуацией на фондовом рынке. Например, для прогноза эффективности работы новой системы Stock Exchange DSS результат обработки биржевых данных и отчетности эмитентов, полученный в этой системе, сравнивался с результатами анализа этих же данных в уже прошедшей апробацию в рыночных условиях системе Smart Stock Spider (табл. 2). При наличии отклонений выявляются их причины, делаются выводы о необходимости доработки новой внедряемой системы либо адаптации уже существующей системы к изменившимся условиям [4, 7].

Таблица 2. Сравнение рейтингов ценных бумаг, построенных с помощью СППР Stock Exchange DSS и Smart Stock Spider [4, с. 120]

Эксперимент		Рейтинг акций России		Рейтинг акций США	
		Stock Exchange DSS	Smart Stock Spider	Stock Exchange DSS	Smart Stock Spider
Количество акций		91	91	21	21
Совпадение структуры совокупности акций в рейтинге	10 наилучших	70 %		70 %	
	Среднее отклонение	-0,005	0,005	0,102	-0,102
	10 наихудших	20 %		70 %	
	Среднее отклонение	-0,069	0,069	0,024	-0,024
Средний рейтинг		0,557	0,445	0,504	0,439
Отклонение		0,112	-0,112	0,065	-0,065

Предложенный авторами статьи подход к оценке эффективности биржевых СППР [7] получил дальнейшее развитие и был обобщен применительно к ИА СППР универсального назначения. Эффективность СППР, предназначенных для решения широкого спектра задач, а не ограничивающихся торговыми рекомендациями в биржевой деятельности, оценить намного сложнее. В частности, результат использования ИА СППР, предназначенных для обоснования решений по управлению промышленным предприятием, не проявляется тотчас же после принятия решения и не всегда может быть оценен количественно в денежном выражении. Чаще всего такой результат проявляется косвенно и в долгосрочной перспективе. Например, сделанный однократно удачный выбор поставщика сырья или технологии производства может значительно улучшить результаты производственной деятельности предприятия, но если при этом маркетинг проводится недостаточно успешно, то проявление положительного результата может быть нивелировано наличием отрицательного.

По аналогии с тем, как оцениваются алгоритмы решений [13—15], для оценки эффективности ИА СППР предлагается использовать ряд показателей, разработанных на основе теории приближенных множеств [12—15]. Предпосылка разработки и использования этих показателей состоит в том, что при одинаковых или сходных параметрах внешней среды результативность управленческого решения может быть разной (иногда противоположной), если возникают обстоятельства, которые не были учтены при работе системы (в том числе в ситуациях, когда было невозможно их учесть). Показатели не имеют отношения к эффективности программного обеспечения как части СППР. Они позволяют оценить эффективность интеллектуальных компонент СППР — баз моделей и знаний. Предлагаемые показатели (1)—(4) характеризуют не только эффективность работы ИА СППР, но и являются индикаторами ситуации, когда базы моделей и знаний СППР требуют модификации с целью улучшения степени соответствия генерируемых решений реальной среде.

Определенность базы правил — отношение количества ситуаций, при которых выполнялись правила из базы правил $N_{\Phi\Psi}$, к общему количеству ситуаций N_{Φ} , когда выполнялись antecedенты этих правил, включая и те ситуации, когда не выполнялись консеквенты правил:

$$CRT = N_{\Phi\Psi} / N_{\Phi}. \quad (1)$$

Коэффициент охвата базы правил — отношение количества ситуаций, при которых выполнялись правила из базы правил $N_{\Phi\Psi}$, к общему количеству ситуаций N_{Ψ} , когда выполнялись консеквенты этих правил, включая и те ситуации, когда не выполнялись antecedенты правил:

$$CVT = N_{\Phi\Psi} / N_{\Psi}. \quad (2)$$

Предложенные показатели могут рассчитываться как для всей базы правил, так и для отдельных правил. Это условные вероятности, которые выражают, насколько точной является база знаний СППР о предметной области. Определенность базы правил показывает, с какой вероятностью эффективное решение может быть получено с помощью СППР. Коэффициент охвата показывает, с какой вероятностью причина принятия решения может быть определена из базы знаний СППР.

На практике многие ИА СППР в качестве результата выдают обобщенные оценки альтернативных вариантов решений, которые образуют рейтинг альтернатив. Для СППР, позволяющих строить рейтинги, предлагается рассчитывать также следующие показатели.

Эффективность формирования рейтинговых классов — отношение количества объектов, отнесенных СППР к i -му рейтинговому классу $NRDSS_i$, к количеству объектов, отнесенных СППР к i -му рейтинговому классу и принадлежащих к этому рейтинговому классу в реальности NR_i :

$$ERclass_i = NRDSS_i / NR_i. \quad (3)$$

Предложенный показатель (3) рассчитывается в процессе тестирования СППР на ретроспективных данных о предметной области и сравнении результатов с реальной ситуацией, которая на момент тестирования уже известна. Например, если речь идет о рейтинге предприятий по показателю риска банкротства, то для класса i , включающего предприятия с низким риском банкротства, эффективность ER_{class_i} рассчитывается как отношение количества предприятий, состояние которых с помощью СППР оценено как стабильное без угрозы банкротства, к количеству предприятий из этой выборки, которые в течение заданного периода после построения рейтинга не стали банкротами. Данный показатель в идеале должен стремиться к единице. Отклонение его в большую или меньшую сторону от единицы свидетельствует о снижении эффективности процесса формирования рейтинговых классов с помощью СППР, необходимости улучшения базы знаний. Отрицательное или положительное отклонение ER_{class_i} от единицы может свидетельствовать о завышенных или заниженных оценках, даваемых СППР анализируемым объектам, в зависимости от сути объекта и методики рейтингования. В приведенном примере о рейтинге по риску банкротства отрицательное отклонение свидетельствует о заниженной оценке со стороны СППР (так как рейтинговый класс характеризует объекты с хорошими показателями деятельности). Если же рассматривать рейтинговый класс, к которому относятся предприятия-банкроты, то отрицательное отклонение $ER_{class_{i+h}}$ от единицы означает завышенную оценку (не все предприятия с высоким риском банкротства, который подтвердился реальной ситуацией, были отнесены СППР к соответствующему классу). Таким образом, данный показатель представляет собой оценку корректности методики рейтингования и может служить основой для определения целесообразности корректировки методики или ее части, связанной с формированием одного либо нескольких рейтинговых классов. Если методику по каким-либо причинам нельзя скорректировать, то он определяет, с какой вероятностью объект может быть отнесен к тому или иному рейтинговому классу.

Эффективность рейтинга — отношение числа корректно отсортированных (отнесенных к рейтинговому классам) с помощью СППР объектов $NDSS_{rating}$ к общему числу объектов в рейтинге N_{rating}

$$ER = NDSS_{rating} / N_{rating} \quad (4)$$

Идея метода вычисления показателя (4) была предложена при оценке эффективности рейтингов ценных бумаг, построенных с помощью Stock Exchange DSS. Однако в упомянутой работе учитывались не только факт, но и последовательность нахождения объектов (обыкновенных акций) в первых десяти строках рейтинга (см. табл. 2). Предлагается расширить применимость этого показателя таким образом, что корректно отсортированными считаются объекты, отнесенные СППР к тем же рейтинговым классам, к которым они, как выяснилось в дальнейшем, объективно относились в реальности. Показатель (4) характеризует эффективность методики построения рейтинга в целом, в то время как (3) — отдельных этапов методики.

Таким образом, в статье развита методология оценки эффективности ИА СППР. Выявлены направления оценки эффективности СППР, которые имеют отличительные особенности для систем поддержки принятия финансовых решений. Одна из таких особенностей — динамическое изменение показателя эффективности в зависимости от количества и масштабов успешных и неуспешных решений, обоснованных системой. Предложены новые методы оценки качества и эффективности СППР: метод оценки качества СППР путем определения степени удовлетворенности пользователей в соотношении с возможностями производителей и постановкой задачи со стороны проектировщиков; методы расчета показателей оценки эффективности интеллектуальной составляющей СППР — базы знаний, включающей базы моделей и правил, а также эффективности построения рейтингов. Разработанные методы применимы для оценки эффективности СППР в любой предметной области, поскольку базы знаний являются неотъемлемой ча-

стью СППР, а функция построения рейтингов альтернатив присуща большинству современных информационно-аналитических систем данного класса.

Литература

1. Железко, Б.А. Информационно-аналитические системы поддержки принятия решений / Б.А. Железко, А.Н. Морозевич. — Минск: НИУ, 1999. — 140 с.
2. Володько, Л.П. Методика экспертной оценки качества банковского программного обеспечения / Л.П. Володько // Весн. Беларус. дзярж. экан. ун-та. — 2005. — № 6. — С. 34—41.
3. Микони, С.В. Многокритериальный выбор на конечном множестве альтернатив: учеб. пособие / С.В. Микони. — СПб.: Лань, 2009. — 272 с.
4. Синявская, О.А. Многокритериальный скоринг ценных бумаг при обосновании биржевых решений: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.13 / О.А. Синявская. — Минск, 2007. — 196 л.
5. Деверадж, С. Тайны ИТ. Измерение отдачи от инвестиций в информационные технологии / С. Деверадж, Р. Кохли. — М.: Бук-Пресс, 2006. — 192 с.
6. Липаев, В.В. Выбор и оценивание характеристик качества программных средств: методы и стандарты / В.В. Липаев. — М.: Синтег, 2001. — 224 с.
7. Синявская, О.А. Методика сравнительной оценки биржевых аналитических систем / О.А. Синявская, Б.А. Железко // Вести Ин-та соврем. знаний. — 2006. — № 3. — С. 66—72.
8. СТБ ИСО/МЭК 9126-2003. Информационные технологии. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению. — Введ. 19.03.2003. — Минск: Госстандарт, 2003.
9. ГОСТ 28195-99. Оценка качества программных средств. Общие положения. — Введ. 01.03.2000. — Минск: Госстандарт, 2000.
10. Гаврилова, Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Червинский. — СПб.: Питер, 2000. — 384 с.
11. Железко, Б.А. Методы повышения эффективности управления требованиями к качеству экономических информационных систем / Б.А. Железко, О.А. Синявская // Управление информационными ресурсами: материалы II науч.-практ. конф., Минск, 16 марта 2004 г. — Минск: Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь, 2004. — С. 49—52.
12. Greco, S. Rough sets methodology for sorting problems in presence of multiple attributes and criteria / S. Greco, V. Matarazzo, R. Slowinski // European Journal of Operational Research. — 2002. — № 138. — P. 247—259.
13. Pawlak, Z. Rough sets / Z. Pawlak // International Journal of Information & Computer Sciences. — 1982. — № 11. — P. 341—356.
14. Pawlak, Z. Rough sets and intelligent data analysis / Z. Pawlak // Information Sciences. — 2002. — № 147. — P. 1—12.
15. Железко, Б.А. Использование теории приближенных множеств в задачах принятия решений при недостатке исходных данных / Б.А. Железко, О.А. Синявская // Нечеткие системы и мягкие вычисления: сб. ст. III Всерос. науч. конф.: в 2 т. / редкол.: А.В. Заболева-Зотова (отв. ред.) [и др.]. — Волгоград: Волгоград. гос. техн. ун-т, 2009. — Т. II. — С. 270—282.

К.А. Забродская

БЕНЧМАРКИНГ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ПРИНЯТИЯ СТРАТЕГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

В статье описан процесс реализации бенчмаркинга для принятия стратегических решений в развитии рынка информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и услуг Республики Беларусь. Предложена методика определения конкурентных преимуществ объекта рынка ИКТ и выявления эталона для сопоставления результатов деятельности. Разработана стратегическая карта развития рынка ИКТ. Приведен пример реализации бенчмаркинга «электронных правительств».

стью СППР, а функция построения рейтингов альтернатив присуща большинству современных информационно-аналитических систем данного класса.

Литература

1. Железко, Б.А. Информационно-аналитические системы поддержки принятия решений / Б.А. Железко, А.Н. Морозевич. — Минск: НИУ, 1999. — 140 с.
2. Володько, Л.П. Методика экспертной оценки качества банковского программного обеспечения / Л.П. Володько // Весн. Беларус. дзярж. экан. ун-та. — 2005. — № 6. — С. 34—41.
3. Микони, С.В. Многокритериальный выбор на конечном множестве альтернатив: учеб. пособие / С.В. Микони. — СПб.: Лань, 2009. — 272 с.
4. Синявская, О.А. Многокритериальный скоринг ценных бумаг при обосновании биржевых решений: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.13 / О.А. Синявская. — Минск, 2007. — 196 л.
5. Деверадж, С. Тайны ИТ. Измерение отдачи от инвестиций в информационные технологии / С. Деверадж, Р. Кохли. — М.: Бук-Пресс, 2006. — 192 с.
6. Липаев, В.В. Выбор и оценивание характеристик качества программных средств: методы и стандарты / В.В. Липаев. — М.: Синтег, 2001. — 224 с.
7. Синявская, О.А. Методика сравнительной оценки биржевых аналитических систем / О.А. Синявская, Б.А. Железко // Вести Ин-та соврем. знаний. — 2006. — № 3. — С. 66—72.
8. СТБ ИСО/МЭК 9126-2003. Информационные технологии. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению. — Введ. 19.03.2003. — Минск: Госстандарт, 2003.
9. ГОСТ 28195-99. Оценка качества программных средств. Общие положения. — Введ. 01.03.2000. — Минск: Госстандарт, 2000.
10. Гаврилова, Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Червинский. — СПб.: Питер, 2000. — 384 с.
11. Железко, Б.А. Методы повышения эффективности управления требованиями к качеству экономических информационных систем / Б.А. Железко, О.А. Синявская // Управление информационными ресурсами: материалы II науч.-практ. конф., Минск, 16 марта 2004 г. — Минск: Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь, 2004. — С. 49—52.
12. Greco, S. Rough sets methodology for sorting problems in presence of multiple attributes and criteria / S. Greco, V. Matarazzo, R. Slowinski // European Journal of Operational Research. — 2002. — № 138. — P. 247—259.
13. Pawlak, Z. Rough sets / Z. Pawlak // International Journal of Information & Computer Sciences. — 1982. — № 11. — P. 341—356.
14. Pawlak, Z. Rough sets and intelligent data analysis / Z. Pawlak // Information Sciences. — 2002. — № 147. — P. 1—12.
15. Железко, Б.А. Использование теории приближенных множеств в задачах принятия решений при недостатке исходных данных / Б.А. Железко, О.А. Синявская // Нечеткие системы и мягкие вычисления: сб. ст. III Всерос. науч. конф.: в 2 т. / редкол.: А.В. Заболеева-Зотова (отв. ред.) [и др.]. — Волгоград: Волгоград. гос. техн. ун-т, 2009. — Т. II. — С. 270—282.

К.А. Забродская

БЕНЧМАРКИНГ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ПРИНЯТИЯ СТРАТЕГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

В статье описан процесс реализации бенчмаркинга для принятия стратегических решений в развитии рынка информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и услуг Республики Беларусь. Предложена методика определения конкурентных преимуществ объекта рынка ИКТ и выявления эталона для сопоставления результатов деятельности. Разработана стратегическая карта развития рынка ИКТ. Приведен пример реализации бенчмаркинга «электронных правительств».