

УДК 51-77

## АНАЛИЗ ПРОЕКТОВ ПО ВНЕДРЕНИЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ВЕРБАЛЬНОГО АНАЛИЗА

Разумков М.С.

*Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова,  
Москва, e-mail: maxim.razumkov@gmail.com*

В статье рассмотрен подход к многокритериальной оценке проектов по внедрению информационных технологий на основе одного из методов вербального анализа – ЗАПРОС (замкнутые процедуры у опорных ситуаций). Данный метод был не раз апробирован на практике. Однако при большом количестве альтернатив может возникнуть трудность, связанная с обработкой информации. Вследствие этого была обоснована актуальность разработки автоматизированной системы поддержки принятия решений на основе метода ЗАПРОС. В работе проводится анализ предложенных проектов по внедрению информационных технологий, по результатам которого требуется выбрать одно предложение, основываясь на предпочтении лица, принимающего решение. В ходе работы были выделены четыре критерия и оценки по каждому критерию. Задача ЛПР (лица, принимающего решение) заключалась в выборе наиболее подходящего проекта по внедрению ИТ, основываясь на результатах проведенного анализа. На основе проведенного анализа был выбран наиболее предпочтительный проект по внедрению информационных технологий. Кроме того, был сделан вывод, что метод ЗАПРОС может предназначаться не только для ранжирования альтернатив, но и для выявления наилучшей альтернативы. Кроме того, если ЛПР является заказчиком, то на основе его предпочтений можно сделать максимально выгодное предложение. Однако при большом количестве критериев и альтернатив может возникнуть трудность в обработке данных, которая связана с затратой времени и ростом вероятности ошибки в ходе работы. Вследствие этого обосновывается актуальность в разработке автоматизированной системы поддержки принятия решений на основе метода «замкнутые процедуры у опорных ситуаций».

**Ключевые слова:** принятие решения, внедрение информационных технологий, вербальный анализ

## ANALYSIS OF THE PROJECTS ON IMPLEMENTATION OF THE INFORMATION TECHNOLOGIES, BASED ON THE VERBAL ANALYSIS

Razumkov M.S.

*Russian Economic University, named G.V. Plehanov, Moscow, e-mail: maxim.razumkov@gmail.com*

In the article there was considered the approach to the multicriteria evaluation of projects on the implementation of the information technologies, based on the verbal analysis Request method (Close-mouthed procedures in the supporting situations). This method has been repeatedly tested in practice. However, in the presence of a large number of alternatives the difficulty with information processing may appear. As a result of it, the actuality of the development of the automated support system of taking the decisions, based on the Request method, was proved. The goal of the article is to analyze the proposed projects and select the one proposal, based on the preference of the person, who takes the decision. Four criterions and evaluations for each criterion were determined during the work. Decision-maker's task was to select the most suitable project on the implementation of information technologies, based on the results of analysis. As a result, the project was selected. Also it was concluded that the request method may target not only to rank the alternatives, but also to identify the best alternative. Moreover, if the decision-maker is a customer, on the basis of his preferences the most profitable proposal can be made. However, in the presence of a large number of alternatives and criterions the difficulty, which is connected with the expenditure of time and increase of the error's probability during the work, in data processing can appear. As a consequence, the actuality of the development of the automated support system of taking the decisions is proved.

**Keywords:** decision's making, the implementation of the information technologies, verbal analysis

Задачи, связанные со сложным выбором, составляют основу принятия решений. Сложность выбора обуславливается такими двумя факторами, как неопределённость и многокритериальность. Кроме того, сложность задач выбора зависит от психологии человека и особенности мышления.

Трудности, возникающие при принятии решений, обуславливают необходимость исследования процессов принятия решений с целью понимания того, как люди принимают решения.

Кроме того, при отсутствии статистической информации человеку приходится обращаться к качественным методам исследования.

В связи с этим актуальным становится исследование методов вербального анализа, которые могли бы помочь человеку принять решение, основываясь на качественных данных и исходя из своих предпочтений. В качестве такого метода рассмотрим ЗАПРОС (замкнутые процедуры у опорных ситуаций) [2].

**Целью работы** является применение метода ЗАПРОС в анализе проектов по внедрению ИТ.

Задачи исследования:

- Выявить критерии и оценки проектов.
- Провести анализ проектов на основе метода ЗАПРОС.

● Основываясь на предпочтениях ЛПР, выбрать лучшее предложение по внедрению ИТ.

Объект исследования: проекты по внедрению ИТ.

Предмет исследования: метод вербального анализа.

### Разработка шкалы оценки проекта

Руководство розничной торговой сети приняло решение о внедрении в компанию новых информационных технологий (ИТ) в связи с моральным износом имеющихся. Был назначен руководитель проекта (ЛПР) по внедрению. Руководитель проекта заинтересован в эффективности отбора проектов по внедрению ИТ. Для качественного отбора таких проектов был приглашён консультант по поддержке принятия решений.

В ходе работы был разработан перечень критериев по оценке эффективности проектов, кроме того, консультант подготовил вопросы для ЛПР, которые основаны на выявленных критериях (оценки по каждому из критериев пронумерованы от самой высокой до самой низкой).

#### Критерии оценки проектов

А. Степень разработки решения:

- 1) готовое информационное решение;
- 2) имеются некоторые разработки;
- 3) предложена идея.

Б. Срок внедрения проекта:

- 1) незначительный (менее 2 месяцев);
- 2) малый срок (от полугода до года);
- 3) большой срок (более года).

В. Трудности в организации внедрения (при наличии денежных ресурсов):

- 1) незначительные;
- 2) малые;
- 3) средние.

Г. Охват бизнес-процессов в компании:

- 1) вся компания;
- 2) большинство подразделений;
- 3) некоторые подразделения.

Заранее неизвестно, какие предложения по проектам могут поступить. Однако поставлена задача отбора лучших предложений по внедрению информационных технологий.

Было принято решение, что ещё до поступления предложений по внедрению ИТ необходимо сформировать шкалу, по которой будут оцениваться проекты [4, 6]. Так как ЛПР несёт ответственность за выбор проекта по внедрению, то, исходя из его предпочтений, будет построено решающее правило по выбору лучшей альтернативы.

При любой совокупности критериев мы можем предположить, что существует

идеальная альтернатива, имеющая лучшие оценки по всем критериям. Будем рассматривать идеальную альтернативу как опорную ситуацию, ориентируясь на которую, сравним между собой понижение качества вдоль шкал двух критериев [1, 5].

Пусть критерии В и Г имеют наивысшие оценки и они постоянны, а оценки критериев А и Б могут изменяться. Опрашивая ЛПР, исходя из ответов, мы будем понижать оценки критериев А и Б. Зададим следующий вопрос:

«Что вы предпочтете: проект с некоторыми разработками и сроком внедрения менее двух месяцев (А<sub>2</sub>Б<sub>1</sub>) или проект, где уже есть готовое решение, но срок внедрения от полугода до года (А<sub>1</sub>Б<sub>2</sub>)?» Далее задаём вопросы в зависимости от ответа ЛПР. Если ЛПР предпочитает альтернативу (А<sub>1</sub>Б<sub>2</sub>), то следующий вопрос будет таким: «Что вы предпочтете: проект со сроком внедрения менее двух месяцев и с некоторыми разработками или проект, где уже имеется готовое решение, но срок внедрения более года?» Общее правило таково: худшая альтернатива в первой паре сравнивается с альтернативой, получаемой из лучшей путем понижения на одну градацию худшей оценки [4].

Сравнение двух альтернатив позволяет отсортировать оценки по двум критериям и построить единую порядковую шкалу (ЕПШ) по двум критериям [2]. Исходя из этого и опираясь на пример, описанный выше, проведём опрос ЛПР и построим ЕПШ по первым двум критериям оценки проекта по внедрению ИТ.

Обратимся к списку критериев. Представим себе идеальный проект, состоящий из лучших оценок по всем критериям. В жизни такое почти не встречается, и мы будем использовать этот образ только как точку отсчета. Отходя от этого идеала, будем понижать оценки по двум критериям: А (степень разработки) и Б (окупаемость).

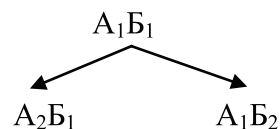


Рис. 1. Опорные ситуации по критериям А, Б

Вопрос. Проект с некоторыми разработками и с сроком внедрения менее двух месяцев (А<sub>2</sub>Б<sub>1</sub>) или проект, где уже есть готовое решение, но срок внедрения от полугода до года (А<sub>1</sub>Б<sub>2</sub>)?

*Ответ ЛПР.* Проект, для которого срок внедрения от полугода до года, но уже с готовым решением.

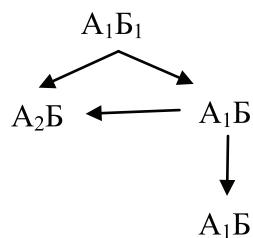


Рис. 2. Ответ на первый вопрос по критериям А, Б

*Вопрос.* Что вы предпочтете: проект со сроком внедрения менее двух месяцев и с некоторыми разработками или проект, где уже имеется готовое решение, но срок внедрения более года?

*Ответ ЛПР.* проект со сроком менее двух месяцев и с некоторыми разработками.

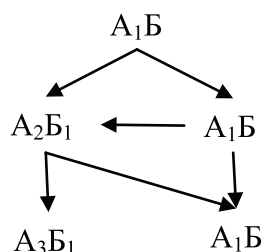


Рис. 3. Ответ на второй вопрос по критериям А, Б

*Вопрос.* Что вы предпочитаете: проект, где уже есть готовое решение и сроком внедрения более двух лет или проект, где срок внедрения менее двух месяцев, но есть лишь идея разработки?

*Ответ ЛПР.* Проект, где есть готовое решение и срок внедрения более года.

На рис. 4 изображены вопросы и ответы. Направление стрелки показывает вариант, который не предпочёл ЛПР. Все оценки упорядочены на ЕПШ:

$$A_1B_1 \rightarrow A_1B_2 \rightarrow A_2B_1 \rightarrow A_1B_3 \rightarrow A_3B_1.$$

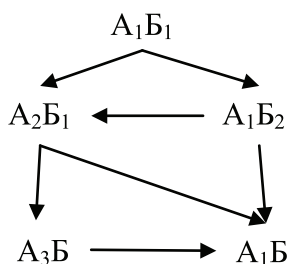


Рис. 4. Ответ на третий вопрос по критериям А, Б

Представим эту шкалу в более простом виде. Вместо  $A_1B_2$  будем писать просто  $B_2$ .

$$A_1B_1 \rightarrow B_2 \rightarrow A_2 \rightarrow B_3 \rightarrow A_3.$$

По итогам опроса была выведена ЕПШ по первым двум критериям. Критерии упорядочены, начиная с эталона, по значимости от самого незначительного недостатка до наиболее значимых отклонений в проекте. Таким же образом необходимо вывести шкалы по оставшимся критериям. То есть необходимо по очередности брать по паре критериев и проводить процедуру выведения ЕПШ, как показано выше. В итоге будет сформирована общая шкала оценок по всем критериям [2].

Для вывода ЕПШ существуют следующие правила, по которым задаются вопросы ЛПР:

1. При сравнении двух пар критериев ЛПР делает выбор в пользу той, которая, по его мнению, является лучшей.

2. Худшая пара критериев будет сравниваться дальше с наилучшей парой, но с понижением оценки критерия на одну градацию и т.д.

3. Далее происходит аналогичная процедура, понижается оценка критериев, которые предпочёл ЛПР и сравнивается с худшей парой критериев по предыдущему вопросу.

В методе ЗАПРОС опрос ЛПР у двух опорных ситуаций осуществляется для всех  $0,5N(N-1)$  пар критериев. Непротиворечивые ЕПШ для пар критериев можно объединить. Отметим, что противоречивость критериев выявляется при объединении ЕПШ в общую шкалу. В случае выявления противоречий необходимо задать дополнительные вопросы ЛПР. Алгоритм построения общей ЕПШ для оценок всех критериев на основе парных ЕПШ у первой опорной ситуации состоит в следующем: парные ЕПШ имеют единую начальную точку – сочетание лучших оценок по всем критериям. Совокупность парных ЕПШ с единой начальной точкой может быть представлена в виде графа. Для построения общей ЕПШ может использоваться стандартная процедура, так называемая «разборка» графа [4]. Поместим на общей ЕПШ сочетание всех лучших оценок как начальную точку и удалим ее из графа. Далее определяется недоминируемая оценка на парных ЕПШ. Она помещается на общую ЕПШ, удаляется из графа и так продолжается до переноса всех оценок на общую ЕПШ. Так как при построении парных ЕПШ все оценки сравниваются, то на общей ЕПШ все оценки упорядочены [6].

- $A_1 B_1 \rightarrow B_2 \rightarrow A_2 \rightarrow B_3 \rightarrow A_3$
- $A_1 B_1 \rightarrow A_2 \rightarrow B_2 \rightarrow A_3 \rightarrow B_3$
- $A_1 \Gamma_1 \rightarrow A_2 \rightarrow \Gamma_2 \rightarrow A_3 \rightarrow \Gamma_3$
- $B_1 B_1 \rightarrow B_2 \rightarrow B_2 \rightarrow B_3 \rightarrow B_3$
- $B_1 \Gamma_1 \rightarrow B_2 \rightarrow \Gamma_2 \rightarrow B_3 \rightarrow \Gamma_3$
- $V_1 \Gamma_1 \rightarrow V_2 \rightarrow \Gamma_2 \rightarrow V_3 \rightarrow \Gamma_3$

Используя приведенный выше алгоритм, построим ЕПШ для оценок всех критериев:

$$A_1 B_1 V_1 \Gamma_1 (9999) \rightarrow B_2 (8) \rightarrow A_2 (7) \rightarrow \\ \rightarrow B_2 (6) \rightarrow \Gamma_2 (5) \rightarrow B_3 (4) \rightarrow A_3 (3) \rightarrow \\ \rightarrow B_3 (2) \rightarrow \Gamma_3 (1).$$

В ходе ручной обработки четырех критериев была сформирована ЕПШ. Однако с увеличением количества критериев может возникнуть трудность, связанная с издержками времени, вследствие чего затраты труда не смогут окупить ожидаемую прибыль [1, 3]. Кроме того, увеличивается вероятность ошибки лица, обрабатывающего оценки по критериям. Вследствие этого обосновывается актуальность по разработке автоматизированной системы поддержки принятия решения на основе метода ЗАПРОС.

### Сравнение двух альтернатив

*Утверждение 1.* В случае, когда все пары критериев независимы с точки зрения понижения качества, любая группа критериев независима по понижению качества [2].

*Утверждение 2.* Упорядоченность оценок на парной ЕПШ либо определяется посредством попарных сравнений, осуществляемых ЛПР, либо получается в результате транзитивного распространения, следующего из порядковых шкал критериев [2].

Действительно, в тех случаях, когда оценки не сравнены непосредственно ЛПР, их положение на ЕПШ определяется:

- либо упорядочением оценок на шкалах критериев, если они принадлежат одной шкале [2];

- либо транзитивным распространением результатов сравнения ЛПР на основе упорядоченных оценок на шкалах критериев.

Обратимся к примеру: ЕПШ для критериев А и Б. Оценки  $A_2$  и  $B_2$  сравнивались ЛПР. Превосходство оценки  $A_2$  над оценкой  $B_3$  следует из превосходства  $B_2$  над  $B_3$  (порядковая шкала).

*Утверждение 3.* Упорядоченность оценок на общей ЕПШ следует либо из прямых сравнений ЛПР либо из свойства упорядочения оценок на шкалах критериев.

Доказательство очевидно.

Введем функцию качества альтернативы  $V(y_i)$  (где  $y_i$  –  $i$ -й критерий,  $i = \overline{1, N}$ ) и сделаем следующие предположения относительно свойств этой функции:

- существуют максимальное и минимальное значения  $V(y_i)$ ;
- при независимых критериях значение  $V(y_i)$  возрастает с улучшением оценок по каждому из критериев.

Присвоим каждой оценке на единой ЕПШ ранг, начиная с лучших оценок. Так, для ЕПШ в приведенном выше примере сочетанию лучших оценок соответствует ранг 1, оценке  $B_2$  – ранг 2, оценке  $A_2$  – ранг 3 и т.д.

Рассмотрим две альтернативы  $\alpha$  и  $\beta$ , представленные в виде векторов оценок по критериям. Можно определить ранги для всех компонентов векторов  $\alpha$  и  $\beta$ .

Упорядочим ранги компонентов (оценок по критериям) альтернатив от лучших к худшим. Тогда каждой альтернативе можно поставить в соответствие вектор рангов оценок на ЕПШ, причем качество альтернативы определяется этим вектором:

$$V(\alpha) \leftrightarrow V(R) = V(r_1, r_2, \dots, r_n); \quad (1)$$

$$V(\beta) \leftrightarrow V(Q) = V(q_1, q_2, \dots, q_n), \quad (2)$$

где  $r_1, r_2, \dots, r_n$  – ранги оценок на ЕПШ альтернативы  $\alpha$ ;  $q_1, q_2, \dots, q_n$  – ранги оценок на ЕПШ альтернативы  $\beta$ .

*Утверждение 4.* Если условие независимости для понижению качества выполнено для всех пар критериев и ранги оценок альтернативы  $\alpha$ , следующие из ЕПШ, не хуже, чем ранги оценок для  $\beta$ , а ранг хотя бы одной оценки лучше, то альтернатива  $\alpha$  в соответствии с предпочтениями ЛПР превосходит альтернативу  $\beta$ :  $V(\alpha) > V(\beta)$  [2].

Доказательство. При выполнении условия независимости по падению качества имеем

$$V(R) = V(r_1, r_2, \dots, r_n) \geq V(q_1, r_2, \dots, r_n); \quad (3)$$

Продолжая заменять по одной оценке альтернативы  $\alpha$  на оценки альтернативы  $\beta$ , получаем:

$$V(R) = V(q_1, r_2, \dots, r_n) \geq V(q_1, q_2, \dots, r_n); \quad (4)$$

.....

$$V(R) = V(q_1, q_2, \dots, r_n) \geq V(q_1, q_2, \dots, q_n). \quad (5)$$

Суммируя правую и левую часть, получаем, что  $V(\alpha) > V(\beta)$ , что и требовалось доказать [3].

## Перечень проектов с заданными оценками по каждому критерию

Проект	А – степень разработки	Б – срок внедрения проекта	В – трудности организации внедрения	Г – охват бизнес-процессов в компании
П1	Имеются некоторые разработки	Окупаемость от полугода до года	Малые трудности при внедрении	Охват всей компании
П2	Есть готовое решение	Окупаемость от полугода до года	Средние трудности внедрения	Охват большинства подразделений

Не требуют доказательства следующие утверждения.

*Утверждение 5.* Альтернатива  $\alpha$  эквивалентна альтернативе  $\beta$ , если их оценки в соответствии с ЕПШ имеют одинаковые ранги [2].

*Утверждение 6.* Во всех случаях, когда не выполняются условия превосходства одной альтернативы над другой или их эквивалентности, альтернативы  $\alpha$  и  $\beta$  несравнимы [2].

Следовательно, попарное сравнение упорядоченных по ЕПШ оценок дает возможность непосредственно по информации ЛПР сделать вывод о превосходстве одной альтернативы над другой, либо об их эквивалентности. Если информации ЛПР недостаточно, то альтернативы несравнимы. Рассмотрим таблицу с предложенными проектами по внедрению ИТ.

$$A_1 B_1 V_1 \Gamma_1 (9999) \rightarrow B_2 (8) \rightarrow A_2 (7) \rightarrow V_2 (6) \rightarrow \Gamma_2 (5) \rightarrow B_3 (4) \rightarrow A_3 (3) \rightarrow V_3 (2) \rightarrow \Gamma_3 (1).$$

Сравним полученные проекты, которые имеют следующие оценки  $A_2 B_2 V_2 \Gamma_2$  – П1,  $A_1 B_1 V_1 \Gamma_1$  – П2, из полученной шкалы предпочтений присвоим критериям оценки П1 – 7899, П2 – 9865, упорядочим оценки по убыванию. П1 – 9987, П2 – 9865, сравнивая попарно ранги оценок, исходя из 4-го утверждения, проект П1 предпочтительнее для ЛПР.

### Выводы

В результате работы были сформированы критерии для оценки проектов по внедрению ИТ.

Был проведён анализ проектов по внедрению ИТ на основе метода ЗАПРОС. В ходе анализа были выявлены следующие преимущества данного метода:

1. Во-первых, при применении метода ЗАПРОС появляется возможность получить описания неструктурированной проблемы.

2. Во-вторых, правила построения решения с использованием метода ЗАПРОС сопоставимы с человеческими возможностями обработки информации.

3. В-третьих, для повышения надёжности информации, получаемой от ЛПР,

предусмотрены специальные процедуры, которые направлены на проверку данных на непротиворечивость.

4. В-четвёртых, метод ЗАПРОС даёт обоснование принятого того или иного решения.

Было проведено практическое применение метода ЗАПРОС в выборе проекта по внедрению информационных технологий. На основе предпочтений руководителя проектов (ЛПР) был выбран лучший проект. Кроме того, обосновывается актуальность использования метода ЗАПРОС как инструмента выявления предпочтений заказчика, на основе которых можно сделать максимально выгодное предложение для совершения сделки. Для обработки большого числа критериев обосновывается актуальность по разработке автоматизированной системы поддержки принятия решения на основе метода ЗАПРОС.

### Список литературы

- Игнатъев А.В. Алгоритм принятия решения о переводе на аутсорсинг функций в сфере ИКТ в малых и средних промышленных предприятиях // Современные исследования социальных проблем. – 2012. – № 7. – С. 30–47.
- Ларичев О.И. Вербальный анализ решений: монография, институт системного анализа РАН. – М.: Наука, 2006. – С. 35–56.
- Мансурова Н.А., Гришанин Р.Р. Анализ эффективности ИТ-аутсорсинга // Вестник ТвГУ. Серия экономика и управление. – 2014. – № 19. – С. 76–84.
- Устинович Л.М., Лониевски К.М. Вербальный анализ решений // Economics and Management – 2013. – № 2. – С. 96–103.
- Saaty T.L. Decision making with the analytic hierarchy process // Int. J. Services Sciences. – 2008. – Vol. 1. – № 1. – P. 83–98.
- Ustinovičius L., Barvidas A., Višnevskaja A., Ashikhmin I., Multicriteria verbal analysis of territory planning system's models from legislative perspective // Civil engineering and management. – 2011. – № 17. – P. 17–23.

### References

- Ignatev A.V. Algorithm of decision making on the transfer of functions to outsourcing in the sphere of ICT in small and medium industrial enterprises // Modern researches in social problems. 2012. no. 7. pp. 30–47.
- Larichev O.I. Verbal analysis of decisions: monograph, institute of system analysis of the Russian Academy of Sciences. Moscow: Nauka, 2006. pp. 35–56.
- Mansurova N.A., Grishanin R.R. Analysis of the effectiveness of IT outsourcing // Vestnik Tver State University. Series: Economics and Management. 2014. no. 19. pp. 76–84.
- Ustinovich L.M., Lonievski K.M. Verbal analysis of decisions // Economics and Management 2013. no. 2. pp. 96–103.
- Saaty T.L. Decision making with the analytic hierarchy process // Int. J. Services Sciences. 2008. Vol. 1. no. 1. pp. 83–98.
- Ustinovičius L., Barvidas A., Višnevskaja A., Ashikhmin I., Multicriteria verbal analysis of territory planning systems models from legislative perspective // Civil engineering and management 2011 no. 17 pp. 17–23.