

*Запропонована процесна модель прийняття рішень при управлінні портфелями проектів реконструкції муніципальних систем водопостачання. Розроблена модель ціннісно-орієнтованого ранжирування проектів реконструкції систем водопостачання, заснована на застосуванні вербального аналізу рішень. Розроблено систему критеріїв багатокритеріального ціннісно-орієнтованого ранжирування проектів. Наведені переваги та можливості застосування методу і розробленої моделі*

*Ключові слова: управління проектами, цінність, прийняття рішень, вербальний аналіз рішень, проекти реконструкції систем водопостачання*

*Предложена процессная модель принятия решений при управлении портфелями проектов реконструкции муниципальных систем водоснабжения. Разработана модель ценностно-ориентированного ранжирования проектов реконструкции систем водоснабжения, основанная на применении вербального анализа решений. Разработана система критериев многокритериального ценностно-ориентированного ранжирования проектов. Показаны преимущества и возможности применения метода и разработанной модели*

*Ключевые слова: управление проектами, ценность, принятие решений, вербальный анализ решений, проекты реконструкции систем водоснабжения*

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ ЦЕННОСТНО- ОРИЕНТИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОРТФЕЛЯМИ ПРОЕКТОВ РЕКОНСТРУКЦИИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

**Т. Г. Григорян**

Кандидат технических наук, доцент\*

E-mail: grigorian.tigran@gmail.com

**В. К. Кошкин**

Соискатель\*

E-mail: koshkin-vladimir@mail.ru

\*Кафедра управления проектами

Национальный университет кораблестроения

пр. Героев Сталинграда, 9,

г. Николаев, Украина, 54001

## 1. Введение

Обеспечение городских структур водой является важной задачей муниципального управления. В процессе эксплуатации муниципальных систем водоснабжения постоянно происходит износ элементов, который в лучшем случае требует их замены, а в худшем реконструкции или внедрения нового оборудования и технологий [1]. Это является основной причиной непрерывных работ по реконструкции муниципальных систем водоснабжения (РМСВ). Такие работы целесообразно выполнять на базе методологии управления проектами, которая зарекомендовала себя как инструмент эффективного решения задач в уникальных условиях. Так как количество реконструируемых объектов в каждом муниципальном образовании, особенно в крупных центрах, велико, то в результате инициируется множество одновременно выполняемых проектов, которые связаны единым набором ресурсов и отличаются целями и условиями реализации. Таким образом, эти проекты формируют портфель проектов данного муниципального образования.

Обеспечение городских структур водой является важной задачей муниципального управления. В процессе эксплуатации муниципальных систем водоснабжения постоянно происходит износ элементов, который в лучшем случае требует их замены, а в худшем

реконструкции или внедрения нового оборудования и технологий. Это является основной причиной непрерывных работ по РМСВ. Такие работы целесообразно выполнять на базе методологии управления проектами, которая зарекомендовала себя как инструмент эффективного решения задач в уникальных условиях. Так как количество реконструируемых объектов в каждом муниципальном образовании, особенно в крупных центрах, велико, то в результате формируется множество одновременно выполняемых проектов, которые связаны единым набором ресурсов и отличаются целями и условиями реализации. Таким образом, эти проекты образуют портфель проектов данного муниципального образования. К важнейшей особенности задачи управления данным портфелем, существенно усложняющей принятие решений, относится слабоструктурированный характер проблемы ранжирования и последующей инициации проектов, связанной с необходимостью учета социального характера проектов.

## 2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Особенностью современного этапа развития проектного и портфельного управления является необхо-

димось организации управления и соответственно принятия решений, с учетом их влияния на ценность, создаваемую в проектах. Г. Керцнер выделяет 4 основные составляющие успеха, связанные с управлением ценностью: финансовая ценность, стратегическая ценность, внутренние ценности и ценности, связанные с потребителями [2]. Основная задача управления портфелем проектов – формирование сбалансированного портфеля и управление им. Концептуальные вопросы управления портфелями проектов широко представлены в международных стандартах PMI [3, 4]. Однако эти идеи представлены в наиболее общем виде и не дают возможности разработки и реализации эффективных моделей управления портфелями проектов РМСВ. В работе [5] представлены модели и рекомендации для управления портфелями проектов, направленные на повышение эффективности с точки зрения скорости возврата инвестиций, т. е. ориентированные в значительной степени на финансовую сторону эффективности. Безусловно, она является доминирующей, однако, проектам реконструкции систем водоснабжения присуще значительное влияние социального характера проектов. Под сбалансированным, с точки зрения создания ценности, понимается такой вариант конфигурации портфеля, при котором достигается наилучшее сочетание проектов по их вкладу в четыре упомянутые составляющие ценности. Предположение основано на выводе о возможности учета социального характера проектов реконструкции муниципальных систем водоснабжения через универсальные механизмы управления ценностью. Таким образом, одной из важнейших задач управления портфелем проектов РМСВ является ценностно-ориентированное ранжирование проектов для принятия решений об их включении в портфель и определения логики распределения ресурсов.

Вопросам управления портфелями посвящены работы ведущих специалистов в области управления проектами. Обширный анализ подходов и моделей управления портфелями проектов выполнен в [6]. Представлены модели оценки эффективности проектов основанные на применении оптимизационного подхода. Однако предложенные модели не позволяют решить задачу с учетом особенностей реконструкции муниципальных систем водоснабжения – необходимостью регулярной оценки множества проектов с учетом слабой структурированности задачи ранжирования. В работе [7] предложен целостный подход и соответствующие модели, а также рассмотрены примеры программной реализации, позволяющие учесть ценностные характеристики проектов и программ на протяжении их жизненных циклов в проектно-управляемых организациях. Однако изложенные идеи эффективны с точки зрения оптимизации всего спектра деятельности проектно-управляемых компаний и не могут учитывать специфики задач реконструкции систем муниципального водоснабжения. Процессам управления ценностью посвящена работа [8], в которой рассмотрено содержание данных процессов и показана связь управления ценностью с управлением содержанием проекта, определены структура и состав информационных потоков управления ценностью,

что формирует методологическую базу данного исследования.

---

### 3. Цель и задачи исследования

---

Целью работы является повышение эффективности процессов принятия ценностно-ориентированных решений при управлении портфелем проектов реконструкции муниципальных систем водоснабжения через разработку моделей процессов и применение эффективных методов принятия решений.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

- разработать функциональную модель процесса принятия решений при управлении портфелем проектов РМСВ;
- разработать математическую модель процесса принятия решений при ранжировании проектов РМСВ;
- разработать необходимое информационное обеспечение системы поддержки принятия решений при ранжировании проектов РМСВ;
- выполнить анализ корректности и эффективности предложенной модели.

---

### 4. Общая модель процесса принятия решений при управлении портфелем проектов реконструкции муниципальных систем водоснабжения

---

В соответствии с общей логикой управления портфелями проектов, представленной в [3, 4], в структуре процесса принятия соответствующих решений выделены две фазы (рис. 1):

- 1) ранжирование проектов и наполнение портфеля;
- 2) оценка сбалансированности портфеля проектов в целом.

В первой фазе выполняется ценностно-ориентированное ранжирование *множества проектов РМСВ* в соответствии с *методологиями управления проектами и принятия решений* с последующим выбором проектов, удовлетворяющих ограничениям, представленным в *информации о муниципальном образовании*. В результате полученный состав портфеля используется в дальнейшем процессе принятия решений.

Во второй фазе выполняется ценностно-ориентированная оценка сбалансированности портфеля в целом на основе полученного ранее *состава портфеля* проектов РМСВ и с использованием информации о муниципальном образовании. Оценка сбалансированности портфеля также базируется на применении методологии принятия решений и управления проектами. В случае положительной оценки баланса *конфигурация портфеля* используется для дальнейшего управления. В противном случае предусмотрена обратная связь по входу в виде *оценки сбалансированности портфеля* с функцией ранжирования проектов, которая позволяет вернуться на предыдущую фазу и сформировать иной состав портфеля проектов. Обе функции принятия решений выполняются *лицом, принимающим решение (ЛПР)*, в общем случае коллективным, с применением *системы поддержки принятия решений (СППР)*, представленной комплексом специального программного обеспечения.

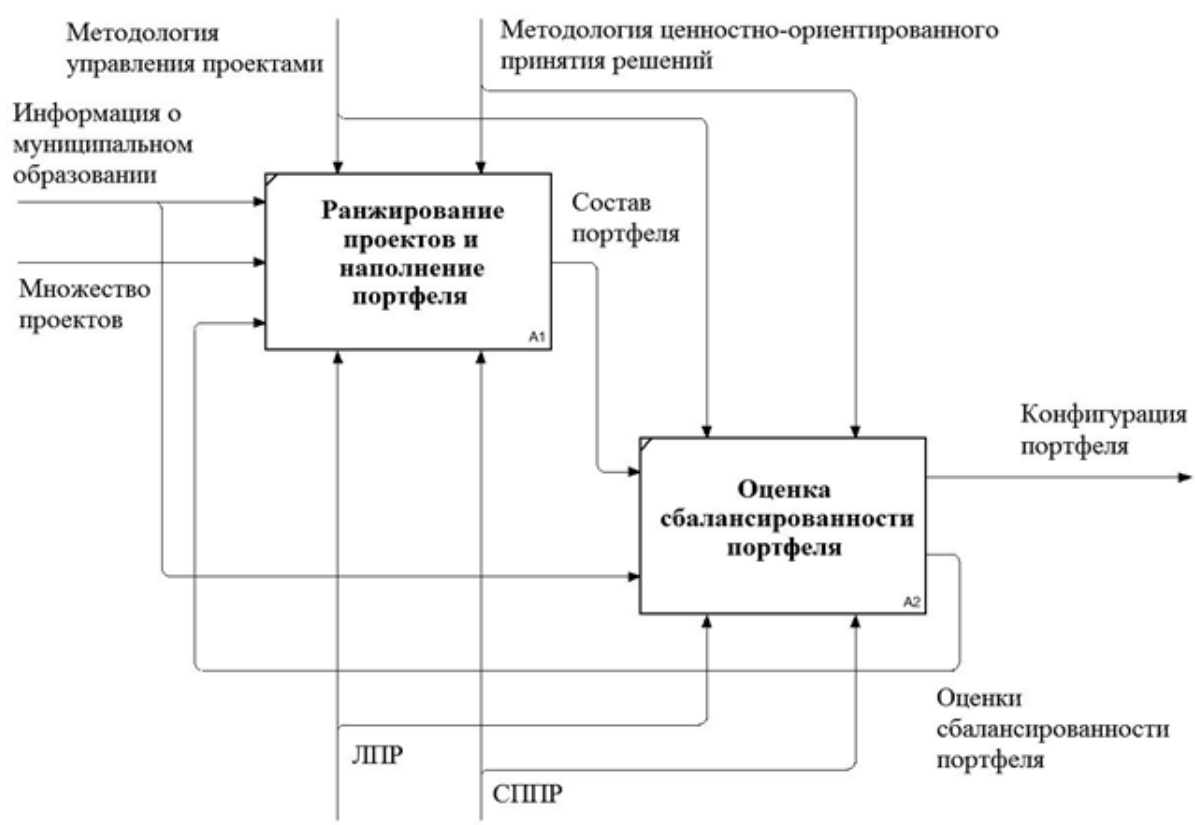


Рис. 1. Модель процесса принятия решений при формировании сбалансированного портфеля проектов РМСВ

#### 4. 1. Ранжирование проектов РМСВ, ориентированное на ценность

Ранжирование проектов, ориентированное на ценность, которую они создают, само по себе представляет собой нетривиальную задачу в силу субъективного характера ценности, сложности ее выявления, структурирования, учета и реализации. Кроме того, эта проблема осложняется следующими особенностями управления портфелями проектов РМСВ:

- пул проектов крупного муниципального образования может включать в себя сотни и даже тысячи проектов реконструкции различного масштаба;
- характеристики (параметры) проектов, по которым они сравниваются, носят качественный характер, особенно с учетом необходимости анализа ценностно-вклада каждого проекта;
- множество проектов заранее не известно – оно формируется по мере инициации новых проектов и их добавления в пул проектов;
- сами проекты и их сочетания в конкретный момент времени являются уникальными, поэтому задача соответствует принятию решений в уникальных условиях.

Важнейшим аспектом принятия решений при ценностно-ориентированном ранжировании проектов РМСВ является работа с ценностью: выявление ценности, структуризация ценности, планирование передачи ценности, управление ценностью [8]. К особенностям данных процессов необходимо отнести:

- стимулирование конкретизации ценностных результатов проектов, предоставляемых их продуктами, в видении заказчиков, членов команд проектов и заинтересованных сторон;

- анализ и учет ценности, которая будет получена заинтересованными сторонами в результате выполнения каждого проекта, и логики ее передачи заказчику. Решение этой задачи должно выполняться всеми участниками процесса формирования ценности, начиная со спонсора, формулирующего исходную задачу формирования ценности, и далее через аналитиков и менеджеров проектов до исполнителей, которые эту ценность должны реализовать;

- повышение эффективности процессов коммуникаций, что является важнейшей составляющей успешной приоритизации проектов РМСВ.

Для решения подобных слабоструктурированных многокритериальных задач применяются методы многокритериальной теории принятия решений: MAUT, АНР, ELECTRE [9]. Однако применение данных методов не позволяет организовать эффективный процесс принятия решений при ранжировании проектов РМСВ, т. к. основано на следующих предположениях:

- альтернативы известны на момент принятия решений, что является условным, – состояние пула проектов меняется в каждый момент, что вызывает необходимость постоянного анализа и пересмотра состава портфеля, что делать в условиях эксплуатации практически нереально;

- при ранжировании альтернатив необходимо проводить парное сравнение, что в случае анализа портфеля проектов РМСВ невозможно вследствие высокого количества проектов в портфеле и сложности самой задачи ценностно-ориентированного сравнения.

Фактором, также существенно осложняющим применение указанных методов, является то, что на се-

годняшний день доказано, что человек производит количественные измерения субъективных факторов с существенными погрешностями [10].

Применение вербального анализа решений при ранжировании проектов РМСВ, ориентированном на ценность. Одним из эффективных подходов к решению подобных слабоструктурированных задач является применение методов *вербального анализа решений (ВАР)*. Существенной особенностью данных методов является возможность учета и применения возможностей и ограничений человека при обработке информации. Основой создания ВАР послужили работы психологов А. Тверского, Б. Фишхофа, П. Словика, которые выявили, проанализировали и показали эти ограничения. Разработчики методов ВАР наоборот смогли ответить на вопрос и показать, какие возможности есть у человека при принятии решений. Методы ВАР опираются на результаты Р. Кини и Х. Райфы по результатам независимости критериев. Эти результаты носят универсальный характер, что дало основания для вывода о справедливости проверки на независимость и следствий из этой проверки для операций с вербальными переменными [11]. Существенной особенностью методов ВАР является иной характер применения условия аддитивности: вместо суммы количественных переменных осуществляется объединение вербальных переменных [12]. Другим важным отличием методов ВАР является специфическое толкование несравнимости альтернатив: при фиксировании концептуальной связи между альтернативами, постулируется отсутствие допустимых операций по переработке информации [12].

С учетом особенностей работы муниципальных образований, при выборе конкретного метода ВАР необходимо принять во внимание, что основная задача повышения эффективности принятия решений состоит в выделении наиболее рациональных проектов по множеству критериев и ограничениях бюджета. Выделение средств на реализацию проектов РМСВ, как со стороны региональных бюджетных комиссий, так и заемных средств, является основным ограничивающим фактором для их исполнения. Следовательно, целесообразно, чтобы система поддержки принятия решений позволяла ЛПР (индивидуальному или коллективному), ранжировать проекты в текущем портфеле и выполнять первые в списке при условии выполнения ограничения по бюджету. Таким образом, наиболее целесообразным представляется применение метода ЗАПРОС [12, 13].

К сильным сторонам метода ЗАПРОС, в контексте решаемой задачи ранжирования проектов РМСВ, необходимо отнести следующие:

- возможность получить информацию от ЛПР в привычном для него вербальном виде;
- возможность проверить информацию, полученную от ЛПР, на непротиворечивость;
- возможность логического обоснования вида решающего правила;
- сохранение вербальной информации на всех этапах решения задачи, без каких-либо ее преобразований в числа;
- обеспечение для ЛПР возможности поэтапного формирования предпочтений путем проб и ошибок;

– возможность получить объяснения найденного решения в привычном для ЛПР виде.

#### 4. 2. Модель принятия решений при ранжировании проектов РМСВ, ориентированном на ценность

В соответствии с концепцией ВАР множество критериев оценки проектов РМСВ описывается выражением:

$$K = \{k_i\},$$

где  $i=1, 2, \dots, Q$  – мощность множества критериев.

Набор возможных оценок по  $k$ -му критерию (шкала критерия  $k$ ):

$$X_k = \{x_{ik}\},$$

где  $(k \in K), |X_k| = n_k, X_k = \{x_{ik}\}$ .

Множество возможных векторных оценок  $Y$ :

$$Y = X_1 \times X_2 \times \dots \times X_Q,$$

где  $(y_i \in Y), y_i = (y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{iQ}); N = |Y| = \prod_{k=1}^Q n_k$ .

Множество  $A$  векторных оценок, описывающих реальные проекты:

$$A = \{a_i\} \subseteq Y. \tag{1}$$

Таким образом, задача ранжирования множества проектов РМСВ в портфеле муниципального образования сводится к упорядочиванию многокритериальных альтернатив множества  $A$  в (1) на основе предпочтений ЛПР. Говоря о ЛПР, необходимо отметить, что в большинстве случаев в этом качестве выступает коллективный ЛПР, за исключением случаев небольших проектов, когда ЛПР является инженер или начальник участка в муниципальном образовании или особо крупных проектов и программ, когда в качестве коллективного ЛПР выступает, например, городской совет депутатов. Упорядочивание альтернатив, определяется заданием отношения строгого предпочтения  $P^0$  на множестве  $Y$ :

$$P^0 = \left\{ (y_i, y_j) \in Y \times Y \mid \forall k \in K (\overline{b_{ik}} > \overline{b_{jk}}), \wedge \exists k^0 (b_{ik}^0 < b_{jk}^0) \right\},$$

где  $>$  – отношение предпочтения на множестве альтернатив.

Введем следующее отношение порядка на  $Y$ , формируемое на основе данных об отношениях между оценками по критериям, полученных от ЛПР:

$$R = \left\{ \begin{aligned} & (y_i, y_j) \in Y \times Y \mid \forall y_{ik_i} (k_i \in K) \wedge \exists y_{jt(k_i)} (t(k_i) \in K) \rightarrow \\ & \rightarrow (y_{ik_i}, y_{jt(k_i)}) \in R \wedge k_1 \neq k_2 \rightarrow t(k_1) \neq t(k_2) \end{aligned} \right\}. \tag{2}$$

При этом очевидно, что  $P^0 \subseteq R$ .

Формирование отношения порядка  $R$  на множестве  $Y$  приводит к построению единой порядковой шкалы (ЕПШ) [13]. Таким образом, задача ранжирования проектов РМСВ на основе метода ВАР ЗАПРОС состоит в построении единой порядковой шкалы, для чего достаточно получить порядковые парные сравнения от ЛПР для векторных оценок из множества  $Y$ . Наличие

ЕПШ дает возможность выполнять оценку и ранжирование альтернативных вариантов проектов в автономном режиме и, таким образом, формирует основу построения эффективной и удобной СППР.

При построении ЕПШ необходимо выполнять проверку оценок ЛПР, т. к. при формировании оценок могут быть получены противоречивые ответы. Проверка ЕПШ на непротиворечивость является обязательной составляющей метода ЗАПРОС. Процедура проверки на непротиворечивость основана на построении транзитивного замыкания на множестве  $R$  в (2), и в случае выявления противоречия в выполнении следующих действий:

- нахождении оценки по другому критерию, изменившую сравнения для рассматриваемой пары критериев;
- повторной формулировке описания проблемы, с устранением зависимости;
- проверке условия независимости по изменению качества для всех критериев для нового описания проблемы.

#### 4. 3. Критерии и шкалы оценок для ранжирования проектов РМСВ, ориентированного на ценность

Рассмотрим построение ЕПШ для задачи ранжирования проектов РМСВ. В соответствии с требованиями ВАР выделим следующие критерии оценки и ранжирования проектов РМСВ:

– *критичность проекта* (социальная значимость проекта) (А), характеризующий социальную значимость конкретного объекта муниципального водоснабжения;

– *связь со стратегическими целями муниципального образования* (Б), фиксирующий степень влияния результатов проекта на стратегические цели и программы развития самого муниципального образования;

– *масштаб* (В), характеризующий планируемый объем инвестиций;

– *сложность* (Г), определяющий уровень технологий и, соответственно, квалификации персонала, необходимых для реализации проекта;

– *длительность* (Д), связанный с ожидаемой продолжительностью проекта;

– *широта охвата привлеченных сторон* (Е), связанный с определением вовлеченных в проект участников.

Для каждого критерия определим шкалы, характеризующие формулировки градаций качества (в данном случае, под качеством понимается эффективность проекта с точки зрения его интегрированного влияния на РМСВ):

– по критичности проекта: *высокая критичность проекта* (А1) – проект связан с водоснабжением объекта с высокой социальной значимостью (больниц, родильных домов, детских садов и пр.); *умеренная критичность проекта* (А2) – проект направлен на решение проблем водоснабжения объекта со средней социальной значимостью; *низкая критичность проекта* (А3) – проект связан с водоснабжением объекта с низкой социальной значимостью;

– по связи со стратегическими целями: *сильно связано* (Б1) – результаты проекта позволяют существенно продвинуться на пути достижения стратегических целей развития муниципального образования; *слабо*

*связано* (Б2) – результаты проекта позволяют получить ценность с точки зрения стратегического развития муниципального образования; *не связано со стратегическими целями* (Б3) – проект нацелен на ликвидацию конкретной проблемы в инфраструктуре системы водоснабжения;

– по масштабу: *мелкие* (В1) – с бюджетом до 100 тыс. грн; *средние* (В2) – с бюджетом от 100 тыс. до 2 млн. грн; *крупные* (В3) – с бюджетом свыше 2 млн. грн;

– по сложности: *несложные* (Г1) – проекты, связанные с закупкой и установкой нового или заменой текущего оборудования, обеспечивающего выполнение функций водоснабжения, предполагающие проведение анализа и несложных расчетов; *сложные* (Г2) – проекты, направленные на применение и внедрение нового оборудования и технологий; *очень сложные* (Г3) – проекты, в которых для формирования решения по реконструкции необходимо провести комплексные исследования с привлечением сторонних специалистов и консультантов;

– по длительности: *краткосрочные* (Д1) – небольшие или срочные проекты, длящиеся от 1 месяца до 1 года; *среднесрочные* (Д2) – стандартный цикл проекта, как правило предусматриваемый внутренним регламентом муниципального образования и предполагающий, что проект длится от 1 года до 3 лет; *долгосрочные* (Д3) – проекты длительностью от 3 до 5 лет. Свыше 5 лет в современных условиях проекты, как правило, не инициируются;

– по охвату привлеченных сторон: *локальные* (Е1), с решениями, принимаемыми в коллективе обслуживающем муниципальную сеть водоснабжения; *муниципальные* (Е2), предполагающие участие специалистов и заинтересованных сторон в масштабах всего руководства муниципального образования; *международные* (Е3), включающие в себя представителей общественности, специальных структур, сторонних компаний и фондов.

Таким образом, мы имеем 6 критериев с тремя оценками по каждому критерию. В силу специфики и важности проведения парных оценок в методах ВАР вообще и в методе ЗАПРОС, в частности, целесообразно оценивать количество вопросов к ЛПР при формировании шкалы оценок, что фактически определяет трудоемкость применения метода. В соответствии с выражением, предложенным в [13], при самом неудачном стечении оценок количество вопросов, на которые надо будет ответить эксперту, составит 45.

По результатам опроса экспертов – представителей муниципальных образований и консультантов сформированы следующие парные шкалы сравнения критериев:

A1B1 → A2B1 → A1B2 → A3B1 → A1B3;  
 A1B1 → A1B2 → A2B1 → A1B3 → A3B1;  
 A1Г1 → A1Г3 → A2Г1 → A1Г2 → A3Г1;  
 A1Д1 → A1Д2 → A2Д1 → A1Д3 → A3Д1;  
 A1Е1 → A1Е2 → A2Е1 → A3Е1 → A1Е3;  
 B1B1 → B1B2 → B2B1 → B1B3 → B3B1;  
 B1Г1 → B1Г2 → B2Г1 → B1Г3 → B3Г1;  
 B1Д1 → B1Д2 → B2Д1 → B1Д3 → B3Д1;  
 B1Е1 → B3Е1 → B1Е2 → B2Е1 → B1Е3;  
 V1Г1 → V2Г1 → V1Г2 → V1Г3 → V3Г1;  
 V1Е1 → V2Е1 → V1Е2 → V3Е1 → V1Е3;

V1D1 → V1D2 → V2D1 → V3D1 → V1D3;  
 Γ1D1 → Γ1D2 → Γ2D1 → Γ3D1 → Γ1D3;  
 Γ1E1 → Γ1E2 → Γ2E1 → Γ3E1 → Γ1E3;  
 Δ1E1 → Δ2E1 → Δ1E2 → Δ3E1 → Δ1E3.

На основе предложенного в [12] алгоритма с использованием данных парных шкал построена ЕПШ следующего вида:

1B1V1Γ1Δ1E1 → D2 → B2 → E2 → A2 →  
 → Γ2 → B2 → Γ3 → V3 → Δ3 → A3 → B3 → E3.

Данная ЕПШ является основанием для последующих ценностно-ориентированных оценки и ранжирования альтернативных вариантов проектов РМСВ.

**5. Программное обеспечение ранжирования проектов РМСВ**

На основе представленной информации в среде специального программного обеспечения был выполнено моделирование ценностных критериев оценки проектов РМСВ, построены парные шкалы сравнения и ЕПШ (рис. 2, 3).

Важнейшим аспектом получения знаний от экспертов является формирование оценок критериев. При этом значительное влияние на эффективность работы эксперта оказывает интерфейс модуля формирования оценок. Он должен быть выполнен таким образом, чтобы содействовать спокойной работе эксперта, с учетом сложности формируемых вопросов и необходимости сконцентрированной и достаточно продолжительной работы. Фрагмент интерфейса представлен на рис. 3.

Применение программного обеспечения поддержки принятия решений на основе метода ЗАПРОС дает возможность решить одну из основополагающих задач управления портфелем – ранжирование проектов на принципиально ином уровне: организации оперативного автоматического ранжирования сотен проектов по нескольким критериям качественного характера. Это позволит сократить затраты времени на принятие решений в десятки раз и таким образом содействовать повышению эффективности процессов принятия решений при управлении портфелями проектов РМСВ.

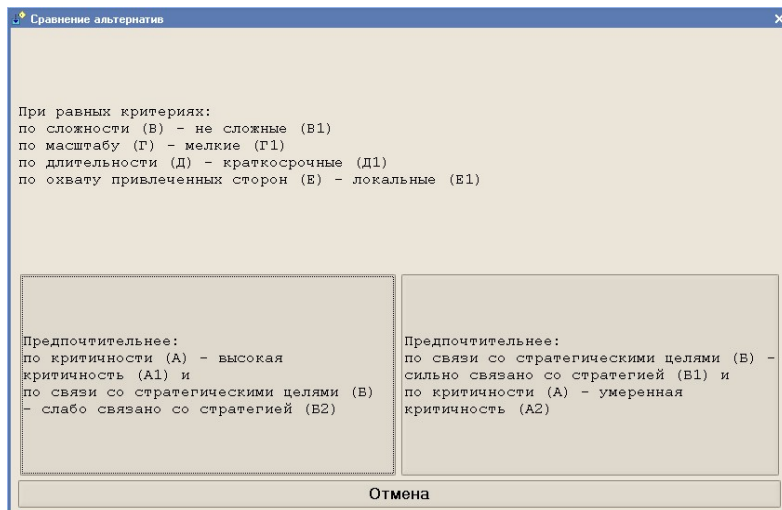


Рис. 3. Интерфейс проведения парных оценок критериев

**6. Выводы**

Разработанные модели процесса принятия решений при ценностно-ориентированном управлении портфелем проектов РМСВ дают возможность повысить эффективность данных процессов. Модели представлены функциональной моделью процесса принятия решений при управлении портфелем проектов РМСВ и математической моделью принятия решений при ценностно-ориентированном ранжировании проектов РМСВ по многим критериям. Разработанное информационное обеспечение системы поддержки принятия решений, формализующее знания экспертов и заинтересованных сторон проекта, позволяет оперативно выполнять упорядочивание проектов РМСВ по нескольким критериям за счет возможности проведения оценки и ранжирования без участия экспертов или ЛПР. Предложенное информационное обеспечение включает в себя множество критериев, парные оценки критериев экспертами и разработанную единую порядковую шкалу. Практическая реализация и применение специального программного обеспечения на основе метода ЗАПРОС при ранжировании проектов РМСВ подтвердило работоспособность модели. При этом была продемонстрирована

принципиальная возможность оперативной оценки множества проектов по нескольким критериям, в том числе связанным с учетом ценностных характеристик, и в несколько раз сокращения затраты времени на принятие решений. Это дает возможность существенно сократить длительность прединвестиционной фазы, и как следствие, повысить эффективность управления портфелем проектов РМСВ.

Литература

1. UNICEF “Ukraine Humanitarian Situation Report” #26 [electronic resource] / Available at: [http://www.unicef.org/ukraine/UNICEF\\_Ukraine\\_SitRep\\_26\\_-\\_23\\_January\\_2015.pdf](http://www.unicef.org/ukraine/UNICEF_Ukraine_SitRep_26_-_23_January_2015.pdf)

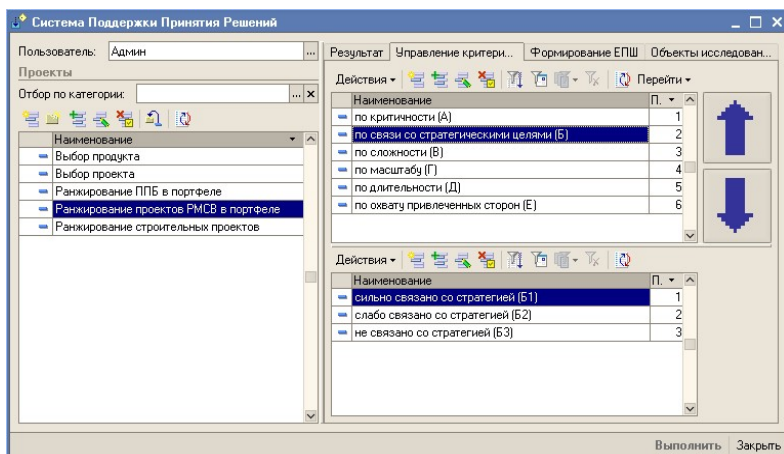


Рис. 2. Интерфейс описания проектов, критериев и шкал

2. Kerzner, H. Value-driven Project Management [Text] / H. Kerzner, F. Saladis // Wiley&Sons, 2009. – 276 p.
3. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) [Text] / Fifth Edition, PMI, 2013. – 590 p.
4. The Standard for Portfolio Management [Text] / PMI, 2006. – 91 p.
5. Кендалл, И. Современные методы управления портфелями проектов и офис управления проектами: Максимизация ROI [Текст] / И. Кендалл, К. Роллинз; пер. с англ. – М.: ЗАО «ПМСОФТ», 2004. – 576 с
6. Матвеев, А. А. Модели и методы управления портфелями проектов [Текст] / А. А. Матвеев, Д. А. Новиков, А. В. Цветков. – М.: ПМСОФТ, 2005. – 206 с
7. Бушуев, С. Д. Модель гармонизации ценностей программ развития организаций в условиях турбулентности окружения [Текст] / С. Д. Бушуев, Н. С. Бушуева, Р. Ф. Ярошенко // Управління розвитком складних систем. – 2012. – № 10. – С. 9–13.
8. Grigorian, T. G. The Models of Value-Driven Project Output Configuration Management Processes [Текст] / T. G. Grigorian // Управління розвитком складних систем. – 2015. – Вип. 21 (21). – С. 43–49.
9. Ларичев, О. И. Теория и методы принятия решений [Текст] / О. И. Ларичев. – М.: Логос, 2002. – 392 с.
10. Korhonen, P. Choice behavior in a Computer-aided Multiattribute Decision Task [Text] / P. Korhonen, O. Larichev, H. Moshkovich // Journal of Multi-Criteria Decision Analysis. – 1997. – Vol. 6, Issue 4. – P. 233–246. doi: 10.1002/(sici)1099-1360(199707)6:4<233::aid-mcda156>3.3.co;2-j
11. Кини, Р. Л. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения [Текст] / Р. Л. Кини, Х. Райфа. – М.: Радио и связь, 1981. – 560 с.
12. Ларичев, О. И. Качественные методы принятия решений. Вербальный анализ решений [Текст] / О. И. Ларичев, Е. М. Мошковиц. – М.: Наука: Физматлит, 1996. – 208 с.
13. Ларичев, О. И. Вербальный анализ решений [Текст] / О. И. Ларичев. – Ин-т системного анализа РАН. – М.: Наука, 2006. – 181 с.

*У статті сформульована задача керування основними технологічними процесами виробництва пива з точки зору сценаріїв оптимізації показників якості, ефективності використання матеріальних та енергетичних ресурсів та продуктивності виробництва. На основі лінгвістичної апроксимації змінних за результатами проведеного експертного опитування створено сценарій керування технологічним комплексом пивзаводу та наведена реалізація А-сценарію управління пивзаводом*

*Ключові слова: сценарний підхід, оптимізація процесу пивоваріння, мережа Петрі, когнітивне моделювання*

*В статье сформулирована задача управления основными технологическими процессами производства пива с точки зрения сценариев оптимизации показателей качества, эффективности использования материальных и энергетических ресурсов и производительности производства. На основе лингвистической аппроксимации переменных по результатам проведенного экспертного опроса созданы сценарии управления технологическим комплексом пивзавода и приведена реализация А-сценария управления пивзаводом*

*Ключевые слова: сценарный подход, оптимизация процесса пивоварения, сеть Петри, когнитивное моделирование*

УДК 681.3:664.1

DOI: 10.15587/1729-4061.2015.40458

## РОЗРОБКА СИСТЕМИ СЦЕНАРНОГО УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ ПРИГОТУВАННЯ ПИВА

**М. С. Романов**

Аспірант, асистент\*

E-mail: gluk7c5@gmail.com

**В. Д. Кишенько**

Кандидат технічних наук, професор\*

E-mail: kvd@gmail.com

**А. П. Ладанюк**

Доктор технічних наук, професор\*

E-mail: ladaniuk@ukr.net

\*Кафедра автоматизації процесів управління  
Національний університет харчових технологій  
вул. Володимирська, 68, м. Київ, Україна, 01601

### 1. Вступ

Керування таким складним об'єктом, яким є пивзавод, можливе при умові врахування таких основних його особливостей, як високий рівень невизначеності,

яка проявляється в оцінці технологічних параметрів, особливо показників якості продукції та напівфабрикатів; складність поведінки через явища переміжності, тобто в чергуванні детермінованих технологічних режимів із стохастичними та хаотичними; наявності