

# МЕТОД ВЫБОРА МОДЕЛИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА СОЗДАНИЯ КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВАНИИ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ТРЕБОВАНИЙ К ХАРАКТЕРИСТИКАМ СИСТЕМЫ И ПРОЦЕССУ ЕЕ СОЗДАНИЯ

УДК 004.5

**Максим Игоревич Петренко**,  
аспирант Московского физико-технического  
института (МФТИ)  
Тел.: 8 (916) 082-01-75  
Эл. почта: maxim.petrenko88@gmail.com

В статье исследуется подход по созданию Корпоративной информационной системы с точки зрения ее жизненного цикла. Фокус делается на отсутствие количественного метода выбора модели жизненного цикла при создании Корпоративной информационной системы и возникающих в результате этого сложностей. Предлагается выбирать модель на основании количественной оценки основных характеристик системы, выделенных в результате анализа свойств основных моделей жизненного цикла, а также особенностей их использования в проектах по созданию Корпоративных информационных систем. Разработана модель выбора, которая учитывает связи между требованиями к модели жизненного цикла в условиях недостаточности информации путем количественной экспертной оценки.

**Ключевые слова:** создание корпоративной информационной системы, выбор модели жизненного цикла, требования к характеристикам системы, метод парного сравнения, оценка связей между требованиями, оценка адекватности выбора модели жизненного цикла

**Maxim I. Petrenko**,  
Post-graduate student of the Moscow Institute of  
Physics and Technology (MIPT)  
Tel.: 8 (916) 082-01-75  
E-mail: maxim.petrenko88@gmail.com

## METHOD OF LIFECYCLE MODELS OF A CORPORATE INFORMATION SYSTEMS SELECTION BASED ON QUANTITATIVE ESTIMATION OF REQUIREMENTS TO SYSTEMS CHARACTERISTICS AND DEVELOPMENT PROCESSES

Approach to Corporate information system development in terms of its lifecycle is investigated in the article. The article is focused on the lack of a quantitative method of the lifecycle models of Corporate information systems selection and emerging resulting complexities. It is proposed to select a model with quantitative-based assessment of the main system's characteristics identified in the analysis of the properties of the basic lifecycle models, as well as peculiarities of their use in projects on creation of Corporate information systems. Worked out in the article selection model, takes into account bonds between the requirements to lifecycle models through quantitative and expert evaluation under conditions of lack of information.

**Keywords:** corporate information system development, lifecycle model selection, requirements to systems characteristics, method of paired comparisons, bonds between the requirements estimation, estimation of the lifecycle model conformity selection.

## 1. Введение

В наше время любое крупное предприятие, тем более промышленный холдинг, разрабатывает для себя корпоративную стратегию, которая выдвигает требования к адаптивности предприятия в быстро изменяющейся среде. Очевидно, что эти требования должны распространяться и на информационную среду компании. Именно создание Корпоративной информационной системы (далее также КИС) должно обеспечить требуемую адаптивность информационной среды и поддержку целей компании.

КИС следует охарактеризовать как совокупность различных информационных платформ, универсальных и специализированных приложений различных разработчиков, интегрированных в единую информационно-однородную систему, которая наилучшим образом решает задачи каждого конкретного предприятия. Главная задача КИС – эффективное управление всеми ресурсами компании (материально-техническими, финансовыми, технологическими и интеллектуальными) для максимизации прибыли и удовлетворения материально-профессиональных потребностей всех сотрудников компании.

Известно, что на практике разработка и внедрение КИС однозначно не регламентированы, то есть не существует единой стандартной методологии. Анализ существующих зарубежных и отечественных подходов к созданию КИС выявил следующие основные задачи, которые должна решать методология создания КИС:

- выполнение требований как к самой информационной системе (далее также ИС), так и к характерным особенностям процесса разработки;
- гарантирование получения заданного качества в заданные сроки и в рамках бюджета;
- поддержание удобной организации сопровождения, разновидности и наращивания системы, чтобы ИС могла отвечать быстро изменяющимся требованиям работы организации;
- масштабируемость, тиражируемость и открытость;
- обеспечение использования в разрабатываемой ИС существующей базы в области информационных технологий в организации (ПО, БД, телекоммуникаций и т.д.).

## 2. Подход к созданию информационных систем

Традиционно процесс создания КИС рассматривается с точки зрения жизненного цикла (далее также ЖЦ) информационной системы [3]. Методология создания КИС по ее жизненному циклу обеспечивает не только возможность отслеживать соответствие ранее выдвинутых требований действительности, корректировать их на протяжении всего жизненного цикла, но и снижать сложность процесса создания ИС за счет полного и точного описания этого процесса.

Жизненный цикл информационной системы – это период времени, который начинается с момента принятия решения о необходимости создания информационной системы и заканчивается в момент ее полного изъятия из эксплуатации [4].

Таблица 1

Матрица требований к свойствам системы  $R_1$ 

| Характеристики  | Каскадная | V-образная | Прототипирования | Спиральная | RAD | Инкрементная |
|---|-----------|------------|------------------|------------|-----|--------------|
| Требования к система известны   | 1         | 1          | 0                | 0          | 1   | 0            |
| Есть возможность заранее определить требования  | 1         | 1          | 0                | 0          | 1   | 1            |
| Есть возможность изменения требований в ходе разработки                                       | 0         | 0          | 1                | 1          | 0   | 0            |
| Необходимость демонстрации соответствия системы на промежуточном этапе разработки требованиям | 0         | 0          | 1                | 1          | 1   | 0            |
| Возможность контроля и анализа реализации концепции   | 0         | 0          | 1                | 1          | 1   | 0            |
| Модель позволяет отражать сложность системы   | 0         | 0          | 1                | 1          | 0   | 1            |
| Известны функциональные свойства на раннем этапе  | 0         | 0          | 1                | 1          | 1   | 1            |

Таблица 2

Матрица требований к команде разработчиков проекта  $R_2$ 

| Характеристики  | Каскадная | V-образная | Прототипирования | Спиральная | RAD | Инкрементная |
|---|-----------|------------|------------------|------------|-----|--------------|
| Новизна проблем предметной области для разработчиков    | 0         | 0          | 1                | 1          | 0   | 0            |
| Новизна технологии предметной области для разработчиков | 1         | 1          | 0                | 1          | 0   | 1            |
| Новизна инструментов для разработчиков                  | 1         | 1          | 0                | 1          | 0   | 0            |
| Изменяемость ролей участников проекта                   | 0         | 0          | 1                | 1          | 0   | 0            |
| Возможность пройти обучение разработчиком проекта       | 0         | 1          | 0                | 0          | 1   | 1            |
| Значимость структуры по отношению к гибкости            | 1         | 1          | 0                | 0          | 0   | 1            |

Таблица 3

Матрица требований к характеристикам пользователей  $R_3$ 

| Характеристики   | Каскадная | V-образная | Прототипирования | Спиральная | RAD | Инкрементная |
|--|-----------|------------|------------------|------------|-----|--------------|
| Ограниченность присутствия пользователей в ЖЦ            | 1         | 1          | 0                | 1          | 0   | 1            |
| Знакомство пользователей с определением системы          | 0         | 0          | 1                | 1          | 0   | 1            |
| Знакомство пользователей с проблемами предметной области | 0         | 0          | 1                | 0          | 1   | 1            |
| Вовлеченность пользователей во все фазы ЖЦ               | 0         | 0          | 1                | 0          | 1   | 0            |

Основным нормативным документом, регламентирующим ЖЦ ИС, является международный стандарт ISO/IEC 12207 [5]. Этот стандарт не предлагает конкретную модель ЖЦ, где под моделью ЖЦ понимается структура, определяющая последовательность выполнения и взаимосвязи процессов, действий и задач, выполняемых на протяжении ЖЦ. Модель ЖЦ зависит от специфики информационной системы и условий, в которых последняя создается и функционирует. Стандарт ISO/IEC 12207 описывает структуру процессов ЖЦ ИС, но не конкретизирует в деталях, как реализовать или выполнить действия и задачи, включенные в эти процессы. Существующие модели ЖЦ [4] определяют порядок исполнения этапов в ходе разработки, а также критерии перехода от этапа к этапу. В мировой практике известны следующие модели ЖЦ:

- каскадная модель;
- V-образная модель;
- модель прототипирования;
- спиральная модель;
- RAD модель;
- инкрементальная модель.

### 3. Категории характеристик и требований к системе

На основании свойств вышеперечисленных моделей ЖЦ, а также особенностей их использования в проектах по созданию КИС [6] был выделен набор категорий характеристик и требований, которыми следует руководствоваться при выборе модели ЖЦ:

- Свойства системы,
- Команда разработчиков проекта,
- Характеристика пользователей,
- Тип проекта и риски.

В приведенном ниже описании категорий в виде набора матриц  $R_m$  ( $m = 4$ ) на пересечении типа модели ЖЦ и характеристики «1» означает, что модель приемлемо использовать в таком случае, а «0» – нет.

**Свойства системы.** Данная категория  $R_1$  описывает требования, которые пользователь может предъявлять к процессу создания информационной системы (таб. 1).

**Команда разработчиков проекта.** Требования этой категории  $R_2$

Таблица 4

Матрица требований к типу проекта и рискам  $R_4$

| Характеристики   | Каскадная | V-образная | Прототипирования | Спиральная | RAD | Инкрементная |
|--|-----------|------------|------------------|------------|-----|--------------|
| Новое направление продукта для организации             | 0         | 0          | 1                | 1          | 0   | 1            |
| Проект как системная интеграция                        | 0         | 1          | 1                | 1          | 1   | 1            |
| Расширение существующей системы                        | 0         | 1          | 0                | 0          | 1   | 1            |
| Стабильное финансирование проекта                      | 1         | 1          | 1                | 0          | 1   | 0            |
| Длительность эксплуатации продукта                     | 1         | 1          | 0                | 1          | 0   | 1            |
| Высокая степень надежность                             | 0         | 1          | 0                | 1          | 0   | 1            |
| Возможность изменения системы непредвиденными методами | 0         | 0          | 1                | 1          | 0   | 1            |
| Ограниченность графика                                 | 0         | 0          | 1                | 1          | 1   | 1            |
| Доступность повторного использования компонент         | 0         | 0          | 1                | 1          | 1   | 0            |
| Достаточность ресурсов                                 | 0         | 0          | 1                | 1          | 0   | 0            |

(таб. 2) играют важную роль в процессе выбора модели ЖЦ, поскольку они несут ответственность за выбор команды и удачное выполнение циклов проекта.

**Характеристика пользователей.** Требования категории  $R_3$  дают возможность получить четкое представление о коллективе пользователей и взаимосвязи с командой разработчиков на всем ЖЦ проекта (таб. 3).

**Тип проекта и риски.** Выбор модели ЖЦ на основании требований категории  $R_4$  обеспечивает схему, позволяющей обсудить и выполнить план действий по минимизации выявленных рисков (таб. 4).

**4. Метод оценки связей требований к модели ЖЦ в условиях недостаточности информации**

Таблицы с требованиями к характеристикам по категориям являются результатом декомпозиции параметров всех моделей ЖЦ, их особенностей, а также отечественного и зарубежного опыта в создании КИС с использованием этих моделей. Использование вышеприведенных таблиц для выбора модели ЖЦ по конкретному проекту создания КИС возможно и напрямую. Но возникает первая проблема, связанная с тем, что не будут учтены зависимости между характеристиками и требованиями к информационной системе и процессу ее создания. Также существует и другая сложность, заключающаяся в том, что представитель бизнеса в компании не сможет оценить экспертный выбор модели ЖЦ, его адекватность и независимость.

Таким образом, результатом исследования зарубежного и отечественного опыта создания КИС в части выбора подходящей модели ЖЦ были сформулированы общие недостатки использующихся на практике подходов, а именно:

- выбор подходящей модели ЖЦ осуществляется либо на основании качественной оценки экспертами, либо по принципу «аналогии» с похожими проектами;

- для лиц принимающих решение о создании КИС отсутствует механизм оценки адекватности

выбранной экспертной комиссией модели ЖЦ;

- отсутствует возможность оценки характеристик процесса создания КИС.

Предлагаемый в этой работе метод позволяет выбирать наиболее подходящую модель ЖЦ для данного проекта создания КИС на основании количественной оценки требований к характеристикам информационной системы с возможностью вовлечения лиц, принимающих решение о создании КИС, не имеющих отношения к ИТ-подразделениям компании.

Данный метод разработан с использованием метода анализа иерархий, является его модификацией, позволяет оценить адекватность сделанного экспертами выбора, а также позволить генеральному заказчику подобрать модель ЖЦ максимально отвечающую его требованиям. Следует отметить, что оценка должна производиться по конкретному проекту, где возможно однозначно заполнить таблицы по всем требованиям.

В работе рассмотрен случай, когда матрица сравнений заполняется только выше главной диагонали. На первом этапе происходит попарное сравнение требований в рамках каждой категории, как это изображено на рисунке 1.

Если обозначить долю фактора  $F_i$  через  $w_i$ , то элемент матрицы

$$f_{ij} = \frac{w_i}{w_j}, \text{ где } i = \overline{0, n}, j = \overline{1, n}.$$

Таким образом, в предлагаемом варианте применения метода парных сравнений, определяются не величины разностей значений факторов, а их отношение. При этом очевидно

$$f_{ij} = \frac{1}{f_{ji}}.$$

Следовательно, матрица парных сравнений в данном случае является положительно определенной, обратносимметричной матрицей, имеющей ранг равный 1. Производя попарное сравнение факторов  $F_1, F_2, \dots, F_n$  эксперт заполняет таблицу парных сравнений. Важно отметить, что если  $w_1, w_2, \dots, w_n$  неизвестны заранее, то попарные сравнения элементов производятся с использованием субъективных суждений, численно оцениваемых по целочисленной шкале (желательно давать нечетные оценки: 1, 3, 5, 7, 9) [7], а затем решается проблема нахождения  $w$ . В подобной постановке задачи решение проблемы состоит в отыскании вектора  $(w_1, w_2, \dots, w_n)$ . Существует несколько

|       | $F_1$    | $F_2$    | ... | $F_n$    |
|-------|----------|----------|-----|----------|
| $F_1$ | 1        | $f_{12}$ |     | $f_{1n}$ |
| $F_2$ | $f_{21}$ | 1        |     | $f_{2n}$ |
| ...   |          |          | ... |          |
| $F_n$ | $f_{n1}$ | $f_{n2}$ |     | 1        |

Рис. 1. Таблица попарного сравнения требований

различных способов вычисления искомого вектора, один из которых будет описан далее. Следует подчеркнуть, что эксперт сравнивая  $n$  факторов реально проводит не  $n$ , а  $\frac{n \times (n-1)}{2}$  сравнений. То есть, учитывая соотношение  $f_{ij} = f_{ik} \times f_{kj}$  справедливое для всех значений индекса  $k$ , производится опосредованное сравнение факторов  $F_i$  и  $F_j$  через соответствующие сравнения этих факторов с фактором  $F_k$ . Таким образом, каждая клетка матрицы парных сравнений реально содержит не одно число, а целый вектор. Учет этих дополнительных сравнений позволяет значительно повысить надежность получаемых результатов или значительно уменьшить количество необходимых экспертов. В предлагаемом методе используется метод линейной алгебры для определения степени рассогласованности матрицы [8]. Искомый вектор  $w_m$  является собственным вектором матрицы парных сравнений, соответствующим максимальному собственному числу ( $\lambda_{max}$ ). В этом случае по наибольшему  $\lambda$  достаточно решить векторное уравнение  $F \times w = \lambda_{max} \times w$ . Или, другими словами, наибольший корень уравнения  $\det(F - \lambda E) = 0$ , где  $E$  – единичная матрица, будет искомым собственным числом. Из линейной алгебры известно, что у положительной определенной, обратносимметричной матрицы, имеющей ранг равный 1, максимальное собственное число равно размерности этой матрицы (т.е.  $n$ ). При проведении сравнений в реальной ситуации вычисленное максимальное собственное число  $\lambda_{max}$  будет отличаться от соответствующего собственного числа для идеальной матрицы. Это различие характеризует так называемую рассогласованность реальной матрицы. И, соответственно, характеризует уровень доверия к полученным результатам, что решает нашу вторую проблему. Чем больше это отличие, тем меньше доверие. Таким образом, эта модификация метода парных сравнений содержит внутренние инструменты позволяющие определить качество обрабатываемых данных и степень доверия к ним.

Определение собственного вектора  $w_m$  лучше провести простым способом, нежели посредством решения характеристического уравнения. Суммируя по строкам элементы матрицы парных сравнений, для каждого значения  $i$  вычисляется сумма  $f_i = \sum_n f_{in}$ . Затем все  $f_i$  нормируются так, чтобы их сумма была равна 1. В результате получаем искомый вектор  $w_m = \sum_i w_{im}$ , где  $w_{im} = \frac{f_i}{\sum_n f_n}$ .

Этот способ нахождения вектора  $w_m$  значительно проще в реализации, но он не позволяет определять качество исходных данных или уровень компетентности экспертов. Поэтому степень рассогласованности матрицы будет определяться через нахождение собственного значения матрицы парных сравнений.

Получив собственные векторы по каждой категории, следующим шагом производится перемножение матриц категорий  $R_m$  с собственными векторами  $w_m$  попарного сравнения. Результатом этого действия будет таблица с весами каждого требования по всем типам моделей ЖЦ. Далее в каждой категории находятся суммы весов требований по всем типам моделей ЖЦ.

Участие лица принимающего решение в выборе подходящей модели ЖЦ может состояться совместно с экспертами при парном сравнении категорий по описанному выше принципу. Определившийся собственный вектор для матрицы категорий обозначим  $v = (v_m)$ , где  $m = 1, 4$ . Не исключается и участие генерального заказчика на всех этапах оценки. В

результате получается следующая таблица (таб. 5):

Значение  $A_{mp}$  на пересечении типа модели с категорией является весом, вносимым каждой категорией в пользу выбора той или иной модели. Таким образом, выражение для определения значения  $A_{mp}$  выглядит следующим образом:

$$A_{mp} = \sum_{m,p} R_m \times w_m \times v_m$$

В результате суммирования значений  $A_{mp}$  по каждому типу модели ( $p = 6$ ) максимальная из полученных сумм  $S_p = \sum_p A_{mp}$  будет соответствовать наиболее подходящей модели ЖЦ для данного проекта, отвечающего всем требованиям заказчика.

Предложенный метод рассматривался для случая, когда, заполняя матрицу сравнений, эксперт может заполнить ее только выше главной диагонали. Остальная ее часть рассчитывается с учетом обратной симметричности. Но если эксперт заполняет не только верхнюю, но и нижнюю часть матрицы, то появляется дополнительная информация, позволяющая оценить не только дополнительные связи требований к характеристикам, но и степень личной компетентности данного эксперта. Действительно, при сравнении фактора  $F_i$  с фактором  $F_j$  эксперт поставит оценку  $f_{ij}$ , а при сравнении фактора  $F_j$  с фактором  $F_i$  эксперт поставит оценку  $f_{ji}$ . Таким образом, отклонение  $f_{ji}$  от  $\frac{1}{f_{ij}}$  является случайной величиной, и ее среднее квадратичное отклонение (СКО) соответствует уровню про-

Таблица 5

Результаты сравнения моделей ЖЦ

| Категория                     | Каскадная               | V-образная              | Прототипирования        | Спиральная              | RAD                     | Инкрементная            |
|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Свойства системы              | $A_{11}$                | $A_{12}$                | $A_{13}$                | $A_{14}$                | $A_{15}$                | $A_{16}$                |
| Команда разработчиков проекта | $A_{21}$                | $A_{22}$                | $A_{23}$                | $A_{24}$                | $A_{25}$                | $A_{26}$                |
| Характеристика пользователей  | $A_{31}$                | $A_{32}$                | $A_{33}$                | $A_{34}$                | $A_{35}$                | $A_{36}$                |
| Тип проекта и риски           | $A_{41}$                | $A_{42}$                | $A_{43}$                | $A_{44}$                | $A_{45}$                | $A_{46}$                |
| <b>Итого</b>                  | <b><math>S_1</math></b> | <b><math>S_2</math></b> | <b><math>S_3</math></b> | <b><math>S_4</math></b> | <b><math>S_5</math></b> | <b><math>S_6</math></b> |

фессионализма эксперта. Следовательно, учитывая свойства дисперсии, можно из оценок элементов матрицы сравнений убрать влияние непрофессионализма эксперта и в результате уменьшить СКО компонентом вектора  $w$ . В итоге вектор  $w$ , средние значения его компонент и их СКО, будет соответствовать данному проекту и адекватно описывать его.

### 5. Иллюстративный пример

Описанный выше метод был использован на практике в проекте по автоматизации не крупного промышленного предприятия. Экспертной командой выступал персонал Департамента информационных технологий. Экспертами было принято решение об использовании каскадной модели на основании консилиумного решения. С целью верификации правильности был использован предложенный метод с вовлечением Исполнительного директора, где были заполнены матрицы парных сравнений по всем категориям.

Полученные в итоге собственные векторы матриц попарного сравнения требований перемножаются с таблицами характеристик и требований по категориям соответственно. Таблица с весами, полученная в результате перемножения агрегируется по типам моделей ЖЦ путем суммирования весов требований по категориям.

Помимо ранжирования требований в рамках каждой категории производится ранжирование категорий тем же способом попарного сравнения. Ранее полученная таблица с агрегированными весами по типам

моделей ЖЦ умножается на полученный собственный вектор матрицы попарного сравнения категорий. В результате получается таблица, где в каждой ячейке посчитан вес категории для каждого типа моделей ЖЦ (рис. 2). Как видно из таблицы, наиболее подходящей для данного проекта моделью ЖЦ – спиральная модель.

Для проверки адекватности используемых данных понимания объекта и уровня профессионализма экспертов необходимо решить характеристические уравнения для каждой матрицы попарных сравнений требований по категориям. Известно, что максимальные собственные числа равны размерностям матриц попарного сравнения  $\lambda_{dim}$ . Решая уравнения, находим максимальные собственные числа  $\lambda_{max}$ :

– Свойства системы –  $\lambda_{dim} = 7$ ;  $\lambda_{max} = 8,7$ .

– Команда разработчиков проекта –  $\lambda_{dim} = 8$ ;  $\lambda_{max} = 11,7$ .

– Характеристика пользователей –  $\lambda_{dim} = 5$ ;  $\lambda_{max} = 6,0$ .

– Тип проекта и риски –  $\lambda_{dim} = 10$ ;  $\lambda_{max} = 13,9$ .

Отсюда видно, что рассогласованность матриц попарного сравнения требований довольно высока, поэтому необходимо провести следующую итерацию. Следует иметь в виду, что-либо не все члены команды экспертов достаточно компетентны для участия в выборе модели ЖЦ, либо к моменту оценки требования к характеристикам системы были плохо проработаны экспертами, либо объект изучения не достаточно определен. Поэтому, если после ряда итераций и принятых мер по

формированию состава команды экспертов рассогласованность матриц не снизится, то ответ, возможно, должен быть сформулирован на языке вероятности, т.е. или в виде доверительных интервалов, или в виде вероятности реализации интересующего результата, или как математическое ожидание результата и его дисперсии.

Можно сделать вывод, что на основании метода количественной оценки, во-первых, была выбрана модель ЖЦ, максимально отвечающая требованиям как к системе, так и процессу ее создания. Во-вторых, степень рассогласованности матриц сравнения выявила необходимость дополнительной итерации оценки с последующей ротацией в команде экспертов и сбору дополнительной информации о системе. В-третьих, у генерального заказчика появилась возможность принять участие в выборе модели и оценке адекватности самого процесса ее выбора.

### 6. Заключение

Предложен метод выбора модели ЖЦ создания КИС на базе количественной оценки требований к характеристикам системы и процессу ее создания. Особенность состоит в том, что метод позволяет решить проблему, связанную со сложностью учета связей требований к модели ЖЦ в условиях недостаточности информации или некомпетентности отдельных экспертов в составе команды. Также использование предложенного метода позволяет снизить влияния экспертной команды на выбор модели ЖЦ за счет вовлечения представителей бизнеса в процесс оценки.

### Литература

1. Chen, D.Q. Information systems strategy: reconceptualization, measurement, and implication / D.Q. Chen, M. Mocker, D.S. Preston, A. Teubner // MIS Quarterly. – 2010, 34(2). – P. 233–259.
2. Milgrom, P. The Economics of Modern Manufacturing: Technology, Strategy, and Organization / P. Milgrom, J. Roberts // American Economic Review. – 1990. – 80(3). – P. 511 – 528.
3. Избачков С.Ю., Петров В.Н.

| Категория                     | Каскадная   | V-образная  | Прототипирование | Спиральная  | RAD         | Инкрементная |
|-------------------------------|-------------|-------------|------------------|-------------|-------------|--------------|
| Свойства системы              | 0,11        | 0,11        | 0,17             | 0,17        | 0,20        | 0,08         |
| Команда разработчиков проекта | 0,20        | 0,25        | 0,10             | 0,25        | 0,07        | 0,24         |
| Характеристика пользователей  | 0,08        | 0,08        | 0,17             | 0,17        | 0,08        | 0,21         |
| Тип проекта и риски           | 0,03        | 0,08        | 0,08             | 0,09        | 0,06        | 0,10         |
| <b>Итого</b>                  | <b>0,42</b> | <b>0,51</b> | <b>0,53</b>      | <b>0,68</b> | <b>0,41</b> | <b>0,63</b>  |

Рис. 2. Итоговая таблица весов моделей ЖЦ по категориям

Информационные системы—СПб.: Питер, 2008. – 655 с

4. Вендров А.М. Проектирование программного обеспечения экономических информационных систем. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 352с.

5. ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-99. Информационная технология. Процессы жизненного цикла программных средств.

6. Шафер Дональд Ф., Фатрелл Роберт Т., Шафер Линда И. Управление программными проектами: достижение оптимального качества при минимуме затрат.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 1136 с.

7. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.

8. Малугин В. А. Математика для экономистов: Линейная алгебра. Курс лекций. – М.: Эксмо, 2006. – 224 с.

#### References

1. Chen D.Q. Information systems strategy: reconceptualization, measurement, and implication / D.Q. Chen, M. Mocker, D.S. Preston, A. Teubner // MIS Quar-terly. – 2010, 34(2). – P. 233–259.

2. Milgrom P. The Economics of Modern Manufacturing: Technology, Strategy, and Organization / P. Milgrom, J. Roberts // American Economic Review. –1990. – 80(3). – P. 511 – 528.

3. Izbachkov S.Y., Petrov V.N. Information systems—St. Pb: St. Petersburg, 2008. – 655 p.

4. Vendrov A. M. The economic's information systems software development. – М.: Finance and statistics, 2000. – 352 p.

5. GOST R ISO/IEC 12207-99. Information technology. The processes of the life cycle of software.

6. Shaffer Donald F., Phatrell Robert T., Shaffer Linda I. Software projects management: achieving optimal quality at minimum expenditures. – М.: Publishing house “Williams”, 2003. – 1136 p.

7. Saaty Thomas L. Decisions making. The Analytical hierarchy process. – М.: Radio and communication, 1993. – 278 p.

8. Malugin V.A. Mathematics for economists: linear algebra. The course of lectures. – М.: Exmo, 2006. – 224 p.