

Формирование параметров модели управления проектом на основе линеаризации функциональных зависимостей

В.Е. Гвоздев, О.Я. Бежаева, Д.Р. Ахметова, Г.Р. Сафина

Уфимский государственный авиационный технический университет, Уфа, Россия

Аннотация

В настоящее время качество информационной поддержки управления становится критическим фактором реализации положений доктрины Индустрия 4.0, в силу чего особо значимой становится необходимость совершенствования теоретических положений управления дефектами организационной природы при реализации проектов создания аппаратных и программных компонентов цифровой экосреды. В работе рассматривается формальная модель, создающая основу формирования сбалансированной системы основных характеристик проекта, для случая, когда в равной степени важны удовлетворённость свойствами продукта со стороны заказчика и удовлетворённость ходом реализации проекта со стороны исполнителя. Основу формирования сбалансированной системы характеристик проекта составляет рассмотрение его как статического многосвязного объекта управления. Эмпирические функциональные зависимости соответствуют прямым и перекрёстным связям между входными и выходными параметрами объекта. Особенностью построения эмпирических моделей является использование как фактических данных о бюджетах и продолжительности ранее реализованных проектов, так и субъективные экспертные оценки участников проектов. Процедура формирования сбалансированной системы характеристик проекта формализована, что делает возможным её автоматизацию. Предлагаемый подход позволяет повысить обоснованность решений о целесообразности реализации проекта силами предполагаемого исполнителя с учётом приоритетности бюджета и длительности реализации проекта для заказчика.

Ключевые слова: *управление проектом, многосвязный объект управления, заинтересованные стороны, формальная модель, экспертные оценки, измерительные данные.*

Цитирование: *Гвоздев, В.Е.* Формирование параметров модели управления проектом на основе линеаризации функциональных зависимостей / В.Е. Гвоздев, О.Я. Бежаева, Д.Р. Ахметова, Г.Р. Сафина // *Онтология проектирования.* – 2020. – Т. 10, №4(38). – С.527-539. – DOI: 10.18287/2223-9537-2020-10-4-527-539.

Введение

Одним из вызовов четвёртой промышленной революции является требование предоставления продуктов, обладающих ценными для разных целевых групп потребителей свойствами в темпе быстро меняющихся предпочтений. Из этого вытекает необходимость развития теоретических положений, методических и инструментальных средств, предназначенных для предупреждения возникновения и раннего обнаружения в системах управления проектами дефектов разной природы: организационных; технологических; обусловленных психологическими особенностями разработчиков [1-6]. В настоящее время качество информационной поддержки управления становится критическим фактором реализации положений доктрины Индустрия 4.0. Особо значимой становится необходимость совершенствования теоретических положений управления дефектами при реализации аппаратных и программных компонентов цифровой экосреды.

В работе [7] отмечается, что причиной неудачного завершения проектов являлось отсутствие взаимопонимания людей, участвующих и вовлечённых в организацию и реализацию проектов. Получившие в настоящее время широкое распространение методы и модели

управления проектами – ISO 21500 [8], ICVIRMA [9], PMBOK PMI [10], НТК СОВНЕТ [11] – предназначены для уровня исполнителей: руководителей проектов, управляющей команды, специалистов. Недостаточно развита методическая и модельная основа поддержки деятельности основных заинтересованных сторон, т.е. уровня принятия стратегических решений. К настоящему времени среди методов поддержки принятия стратегических решений с учётом позиций разных заинтересованных сторон наибольшее распространение получили методы, реализованные в рамках дескриптивного подхода, ограничивающиеся исследованиями на содержательно-описательном уровне. Отмечается необходимость совершенствования обеспечения на основе математических моделей, в том числе моделей со стохастическими параметрами [7].

Анализ источников позволяет утверждать, что наибольшее развитие получили методы выявления дефектов, обусловленных преобразованием функциональных и нефункциональных требований в коды. Эти методы ориентированы на реализацию реактивного подхода к управлению дефектами технологической природы. В то же время, не получили необходимого развития методы проактивного управления дефектами [3, 6, 12], в основе которых лежит предупреждение ошибок системного характера на стадии формирования организационной структуры проекта. Одной из причин возникновения дефектов системного характера в организации проектов является несбалансированность основных характеристик проекта (бюджета, длительности реализации, требований к качеству результатов, в общем случае различающимися у разных целевых групп пользователей). В [13] отмечается, что одним из проявлений несбалансированности характеристик программных проектов является недостаток времени, выделяемого на испытания соответствия потребительских свойств программных компонент информационно-вычислительных систем требованиям технического задания, что является причиной аварий, зачастую имеющих трагические последствия (см., например, [14]).

В настоящей работе рассматривается задача построения формальной модели, являющейся основой формирования сбалансированной системы характеристик проекта, для случая, когда в равной степени важны удовлетворённость свойствами продукта со стороны заказчика и удовлетворённость ходом реализации проекта со стороны исполнителя.

1 Основные допущения предлагаемого подхода

Основу предлагаемого подхода к решению задачи составляют следующие допущения.

- Потребительские свойства конечного продукта определяются организацией и ходом реализации проекта. Основанием этому служат известные утверждения о том, что поведение системы определяется её устройством [15] и, что причинами нежелательных событий, возникающих при управлении сложными субъектоцентрическими системами, являются в первую очередь ошибки в организации управления сложной системой и во вторую очередь - ошибки операторов [4].
- Проект создания сложной системы рассматривается как статический многосвязный объект управления. Это даёт основание рассматривать прямые и перекрёстные связи между входными и выходными параметрами проекта как строгие функциональные зависимости с неизменной структурой и параметрами. Содержание этого допущения является выражением известного положения о взаимовлиянии качества управления проектом и потребительских свойств получаемого продукта (см., например, [16]).
- Программные системы относятся к классу субъектоцентрических систем. При оценивании проектов нужно одновременно использовать как их измерительные данные, так и субъективные оценки потребителей и исполнителей. При оценивании качества хода проекта и потребительских свойств получаемого продукта в равной степени важно учиты-

вать удовлетворённость исполнителей и заказчиков. В качестве входных параметров проекта рассматриваются бюджет и длительность реализации проекта. В качестве выходных – удовлетворённости представителей заказчика и исполнителей проекта [16, 17].

- Ожидаемый исход проекта в равной мере определяется как ограничениями на бюджет и длительность реализации проекта, так и опытом исполнителя в реализации проектов аналогичного содержания. Содержание этого допущения является выражением известного «принципа ресурсов» [18] и того обстоятельства, что проект сложной системы является разновидностью субъектоцентрических систем [19].
- Допущение о сопоставимости и однородности (в статистическом смысле) исторических данных об основных параметрах проектов и полученных в ходе их реализации продуктов. Основаниями для такого допущения являются то, что организации-разработчики специализируются на реализации проектов в определённой предметной области и то, что внутри организации накапливается опыт решения задач определённой тематической направленности [20], а также то, что ключевые моменты деятельности сотрудников регламентируются стандартами и руководствами.

2 Модель проекта как многосвязного объекта управления

2.1 Структура модели

Проекту, как многосвязному объекту управления, может быть поставлена в соответствие графическая модель, представленная на рисунке 1.

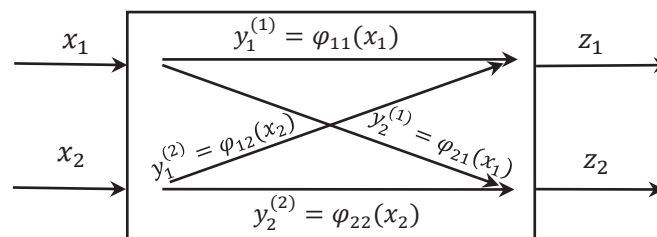


Рисунок 1 – Модель проекта как многосвязного объекта управления

Входными (управляемыми) параметрами модели являются x_1 – бюджет и x_2 – длительность реализации проекта. Выходными параметрами являются удовлетворённость заказчика z_1 и исполнителя z_2 .

Эмпирические функциональные зависимости $y_j^{(i)} = \varphi_{ij}(x_i)$, ($i, j = 1, 2$), соответствующие прямым и перекрёстным связям многосвязного объекта, являются строгими. Эмпирические функциональные зависимости строятся на основе измерительных данных и экспертных оценок относительно потребительских свойств созданных продуктов и хода ранее реализованных проектов.

Совместное влияние входных характеристик x_i на выходные определяется на основе функциональных зависимостей, характеризующих прямые и перекрёстные связи $y_j^{(i)} = \varphi_{ij}(x_i)$:

$$A^{(j)}: \{y_j^{(i)} = \varphi_{ij}(x_i)\} \rightarrow z_j = \Phi_j(x_1, x_2), i, j = 1, 2. \quad (1)$$

Здесь $A^{(j)}$ – оператор свёртки, соответствующий j -му выходному параметру модели.

2.2 Операторы свёртки

Основу формирования операторов свёртки $A^{(j)}$, преобразующих функциональные зависимости $\{y_j^{(i)} = \varphi_{ij}(x_i)\}$, характеризующие прямые и перекрёстные связи в зависимости вида $z_j = \Phi_j(x_1, x_2), i, j = 1, 2$, составляют следующие положения.

Областью допустимых значений для характеристики удовлетворённости z_j считается интервал $z_j \in [0, 1], j = 1, 2$. Нижняя граница интервала соответствует варианту, когда субъекты (потребитель/исполнитель) абсолютно не удовлетворены результатами/ходом проекта. Верхняя граница интервала соответствует их абсолютной удовлетворённости.

Удовлетворённость потребителя уменьшается по мере увеличения как бюджета x_1 , так и длительности реализации проекта x_2 . Поэтому функциональные зависимости $y_j^{(i)} = \varphi_{ij}(x_i)$ являются обратными. При этом возможна компенсация одного параметра другим. К примеру, компенсация изменения длительности реализации проекта за счёт изменения бюджета проекта и наоборот [13].

С точки зрения заказчика возможна реализация проекта нулевой длительности, что фактически соответствует приобретению готового продукта. Исходя из изложенного выше, можно утверждать, что $\Phi_1(x_1, x_2)$ можно представить аддитивной функцией, т.е.

$$z_1 = \varphi_{11}(x_1) + \varphi_{21}(x_2) \quad (2)$$

Удовлетворённость исполнителей, напротив, растёт с увеличением как бюджета x_1 , так и длительности реализации x_2 проекта. Постулируется, что исполнитель отказывается от реализации проекта, если хотя бы одна из его характеристик $x_i (i = 1, 2)$ равна нулю.

Исходя из этих соображений можно заключить, что в качестве $\Phi_2(x_1, x_2)$ можно использовать:

$$z_2 = \varphi_{12}(x_1) * \varphi_{22}(x_2) \quad (3)$$

т.е. мультипликативную функцию.

3 Постановка и схема решения задачи

Известен вид функциональных зависимостей $y_j^{(i)} = \varphi_{ij}(x_i), i, j = 1, 2$.

Требуется оценить значения параметров проекта $x_i^{(OUT)} (i = 1, 2)$, при которых достигается наименьшее различие в удовлетворённости результатами проекта потребителей z_1 и исполнителей z_2 .

Очевидно, что наименьшее различие в удовлетворённости результатами проекта потребителями и ходом проекта исполнителями достигается при $z_1 = z_2$. Этому условию соответствует соотношение

$$\varphi_{12}(x_1) * \varphi_{22}(x_2) = \varphi_{11}(x_1) + \varphi_{21}(x_2). \quad (4)$$

При этом должны соблюдаться ограничения:

$$0 \leq \varphi_{11}(x_1) + \varphi_{21}(x_2) \leq 1, \quad (5)$$

$$0 \leq \varphi_{12}(x_1) * \varphi_{22}(x_2) \leq 1, \quad (6)$$

$$x_i \geq 0, i = 1, 2. \quad (7)$$

Вначале рассмотрен случай, когда прямые и перекрёстные связи представляются линейными зависимостями. При этом критичность величины бюджета и длительности реализации проекта для заказчика характеризуются параметрами a_{11} и a_{21} , а предыдущий опыт реализации проектов исполнителями характеризуется параметрами b_{12} и b_{22} .

Совокупное влияние x_1, x_2 на z_1, z_2 определяется соотношениями:

$$z_1 = (a_{01} - a_{11} x_1) + (a_{02} - a_{21} x_2), \quad (8)$$

$$z_2 = b_{12} x_1 * b_{22} x_2. \quad (9)$$

Предполагая равное влияние бюджета и длительности реализации проекта на удовлетворённость заказчика, а также то, что при $x_1 = x_2 = 0$ (результат получается моментально и даром) удовлетворённость заказчика максимальна, получаем $a_{01} = a_{02} = 0,5$.

Тогда

$$z_1 = 1 - a_{11} x_1 - a_{21} x_2, \quad (10)$$

$$z_2 = b_{12} x_1 * b_{22} x_2 = B x_1 x_2. \quad (11)$$

С учётом того, что $z_j \leq 1$, из (10) и (11) получаем

$$x_2 \geq \frac{1 - a_{11} x_1}{a_{21}} = C - e x_1, \quad (12)$$

$$x_2 \leq \frac{k}{x_1}, \quad (13)$$

где $C = \frac{1}{a_{21}}$, $e = \frac{a_{11}}{a_{21}}$, $k = \frac{1}{B}$.

Соотношения (12) и (13) определяют область, в которой возможен поиск $x_1^{(OUT)}$ и $x_2^{(OUT)}$. Эта область на рисунке 2 выделена штриховкой.

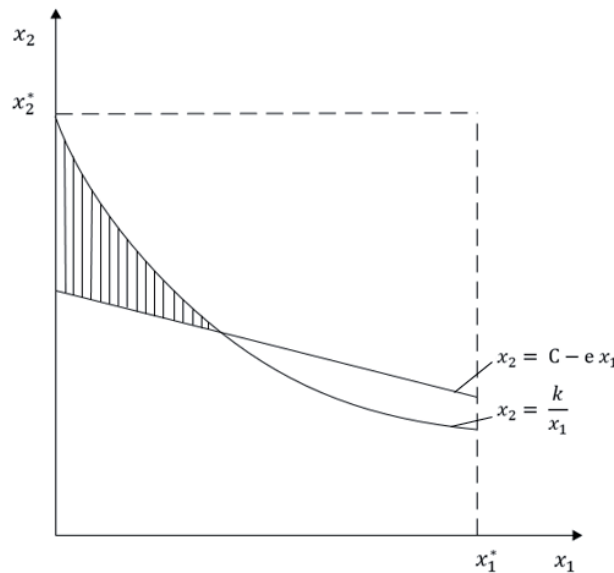


Рисунок 2 – Область поиска $x_i^{(OUT)}$, $i = 1, 2$

На основании полученных зависимостей с учётом реальных ограничений на бюджет x_1^* и длительность реализации проекта x_2^* на ранних стадиях проекта можно оценить предполагаемое качество результатов с учётом опыта взаимодействия исполнителя и заказчика.

На рисунках 3-5 приведены примеры результатов оценки, соответствующие различным представлениям о ценностях заказчика и исполнителя.

На рисунке 3 значения параметров соответствуют случаю, когда удовлетворённость заказчика определяется длительностью реализации проекта и практически не зависит от величины бюджета проекта. Удовлетворённость исполнителя определяется как величиной бюджета проекта, так и длительностью реализации проекта. Содержательно такая ситуация может иметь место при обеспечении информационной поддержки ликвидации последствий чрезвычайной ситуации, когда в качестве заказчика на информационное обслуживание выступают органы исполнительной власти, а исполнителями – научно-производственные организации, являющиеся структурными подразделениями этих органов.

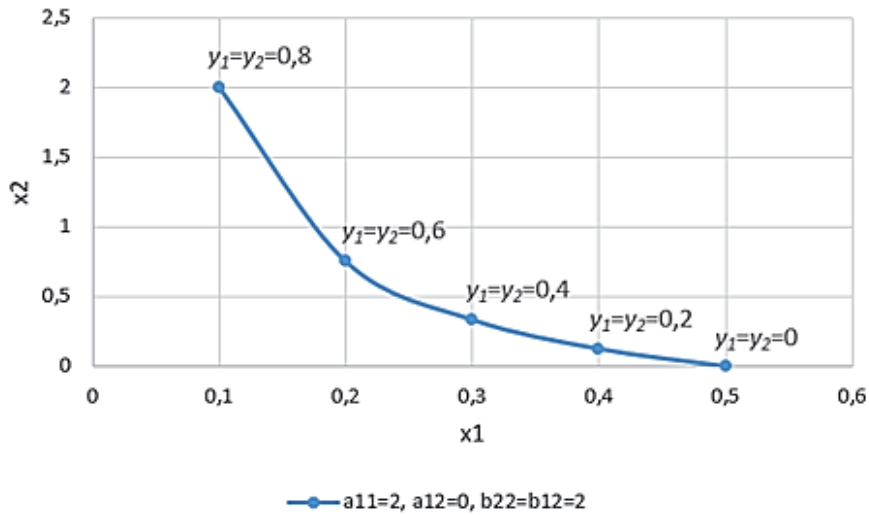


Рисунок 3 - Пример зависимости степени удовлетворённости от $x_i^{(OUT)}, i = 1, 2$ при фиксированных значениях параметров a_{ij} и b_{ij} .

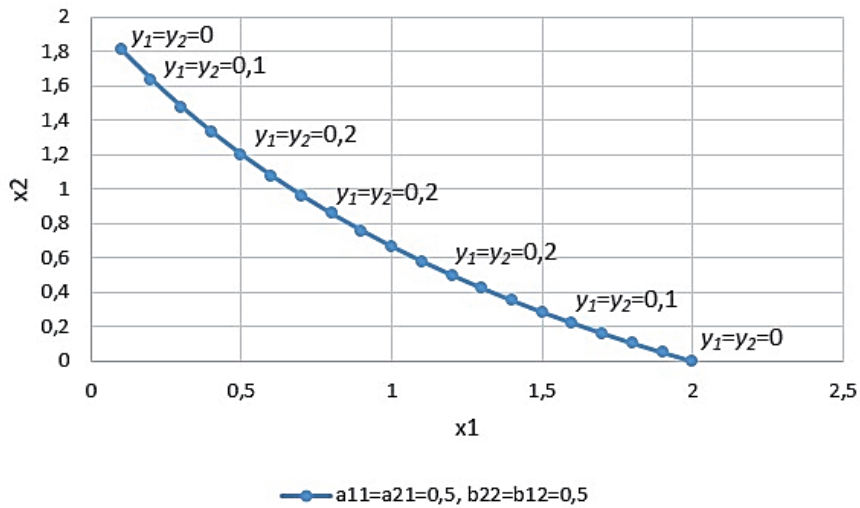


Рисунок 4 - Пример равного влияния бюджета и длительности реализации проекта на удовлетворённость заказчика и исполнителя

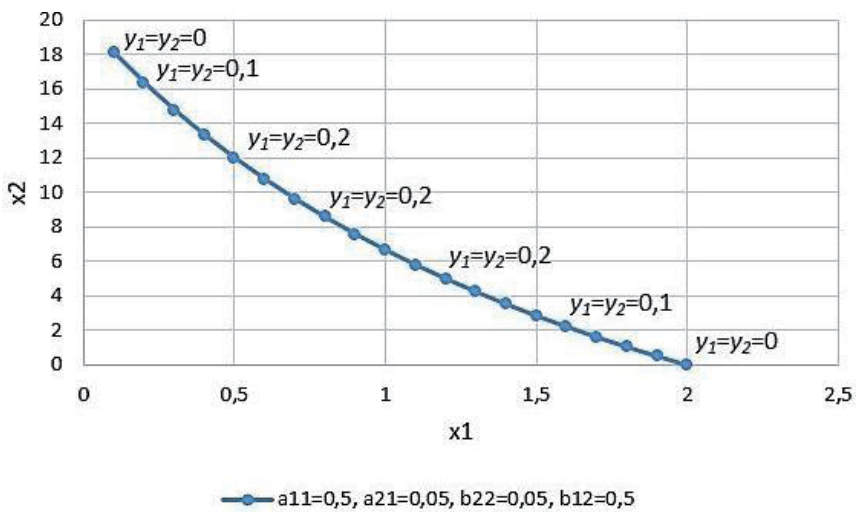


Рисунок 5 – Пример важности значения величины бюджета проекта по сравнению со сроками его реализации

4 Квантификация экспертных оценок

Организация проектов относится к классу задач управления субъектоцентрическими системами. Это означает, что характеристики проекта в значительной степени определяются субъективными решениями, принимаемыми разработчиками и пользователями. К субъективным оценкам относятся, в частности, удовлетворённость пользователей потребительскими свойствами продукта, а также хода реализации проекта исполнителями. В силу этого при построении математических моделей проекта как многосвязного объекта управления возникает потребность в количественном выражении субъективных оценок пользователей/разработчиков. Основу предложенного подхода составляет адаптация известного аппарата лингвистических шкал и функций принадлежности, применительно к задаче количественного оценивания удовлетворённости субъектов.

Пусть удовлетворённость субъектов изменяется в диапазоне $z \in [0; 1]$. Удовлетворённость тем ниже, чем ближе значение z к нижней границе интервала, и наоборот. Нуль соответствует абсолютной неудовлетворённости; единица – абсолютной удовлетворённости.

Пусть известна заранее сформулированная в терминах лингвистическая шкала, которой пользователи, принадлежащие к одной и той же m -й целевой группе, оценивают свою удовлетворённость потребительскими свойствами продукта. Пусть для определённости эта шкала имеет вид {низкая; средняя; высокая}.

Постулируется, что оценки, даваемые пользователями, отражают их истинное независимое мнение относительно свойств продукта и на них не влияет, например, принадлежность к какому-либо альянсу [21].

Каждому l -му значению лингвистической шкалы ставится в соответствие функция принадлежности μ_l , определённая на интервале $\mu_l \in [0; 1]$. Положение максимума принадлежности l -го значения лингвистической шкалы определяется как его опорное значение r_l на оси y (рисунок 6). На рисунке 6 $\{r_l^{(H)}, r_l^{(B)}\}$ – нижняя и верхняя границы, в которых на оси y определена l -я функция принадлежности.

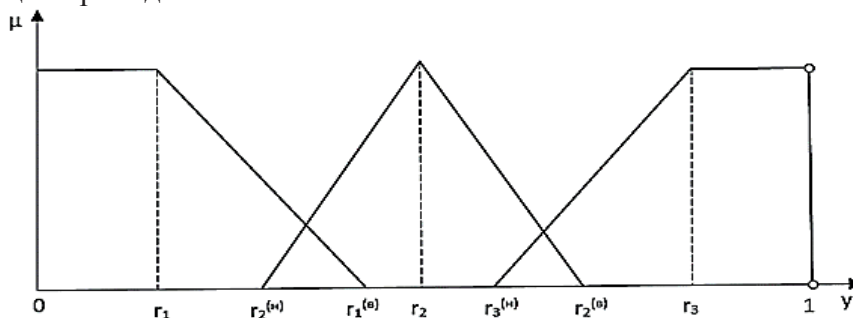


Рисунок 6 – Качественный вид функции принадлежности лингвистической шкалы

В терминах лингвистической шкалы пользователи выражают степень своей удовлетворённости потребительскими свойствами продукта. Помимо этого, каждый k -й пользователь характеризует свою уверенность в даваемой оценке, выражаемой числом $\mu_k \in [0, 1]$. В результате пользователями, принадлежащими одной целевой группе, потребительским свойствам продукта ставится в соответствие оценка вида:

$$E(m) = \frac{\sum_{k=1}^{N_m} \mu_k^{(l)} * r_l^{(k)}}{\sum_{k=1}^{N_m} \mu_k^{(l)}}, \quad (14)$$

где N_m – количество пользователей, принадлежащих m -й целевой группе; $r_l^{(k)}$ – опорное значение, соответствующее l -му значению лингвистической шкалы, определённому k -м пользователем; $\mu_k^{(l)}$ – степень уверенности k -го пользователя в даваемой оценке.

В качестве совокупной оценки степени удовлетворённости выбирается опорное значение r_l , наиболее близкое к $E^{(m)}$. Степень уверенности в полученной оценке определяется как $\mu_m(E^{(m)})$.

Основными неопределённостями, затрудняющими практическое использование (14), является выбор:

- значений r_l ;
- формы функции принадлежности μ_l ; например, в [22] приведено описание большого числа функций принадлежности разной формы, однако не определены практические рекомендации по их применению;
- значений границ $\{r_l^{(H)}, r_l^{(B)}\}$.

Для устранения выделенных неопределённостей предлагается использовать следующее.

В основу определения r_l положить учёт доли пользователей, принадлежащих m -й целевой группе и выбравших l -е значение лингвистической шкалы.

При таком подходе в качестве r_1 выступает величина $n_1^{(m)}/N_m$, где $n_1^{(m)}$ - число пользователей m -й целевой группы, выбравших значение лингвистической шкалы «низкая».

В качестве r_2 выступает величина

$$r_2 = \frac{n_1^{(m)}}{N_m} + \frac{n_2^{(m)}}{2N_m}, \quad (15)$$

где $n_2^{(m)}$ - число пользователей целевой группы, выбравших значение лингвистической шкалы «средняя».

Значение r_3 определяется соотношением

$$r_3 = \frac{n_1^{(m)}}{N_m} + \frac{n_2^{(m)}}{N_m}. \quad (16)$$

Величина r_2 , определяемая соотношением (15), представляет собой середину подинтервала между значениями r_1 и r_3 .

Относительно неопределённостей, связанных с выбором формы функции принадлежности, а также нижней и верхней границ $\{r_l^{(H)}, r_l^{(B)}\}$, необходимо отметить следующее.

Если значению r_1 соответствует максимальное значение лингвистической шкалы «низкая», то левее r_1 степень удовлетворённости увеличиться не может, т.е. μ_1 при $u \in [0; r_1]$ принимает значение 1. Правее точки r_1 уверенность эксперта в выбранной оценке падает. В силу того, что какие-либо сведения о скорости уменьшения значения μ_1 по мере удаления вправо от точки r_1 отсутствуют, следуя принципу максимизации энтропии [23] целесообразно считать эту скорость постоянной.

В силу отсутствия сведений, накладывающих ограничения на область определения μ_1 , в качестве такой области целесообразно принять весь интервал $u \in [r_1; 1]$.

С учётом высказанных соображений μ_1 принимает вид, представленный на рисунке 7. Рассуждая по аналогии, функции принадлежности для выбранной лингвистической шкалы имеют вид, представленный на рисунке 8.

Пример использования предлагаемого подхода для квантификации экспертных оценок.

Пусть в результате опроса десяти пользователей, принадлежащих одной и той же целевой группе, получены следующие оценки потребительских свойств продукта и степень уверенности в даваемых оценках: {низкая, 0.8}; {средняя, 0.95}; {средняя, 0.7}; {высокая, 0.4}; {средняя, 0.8}; {низкая, 0.7}; {средняя, 0.8}; {средняя, 0.6}; {высокая, 0.7}; {высокая, 0.9}.

В соответствии с (14) значение $E^{(m)}$ составит:

$$E^{(m)} = \frac{0,2(0,8 + 0,7) + 0,45(0,95 + 0,7 + 0,8 + 0,8 + 0,6) + 0,3(0,4 + 0,7 + 0,9)}{0,8 + 0,7 + 0,95 + 0,7 + 0,8 + 0,85 + 0,6 + 0,4 + 0,7 + 0,9} = 0,358$$

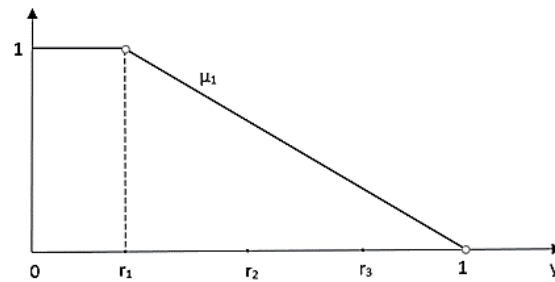
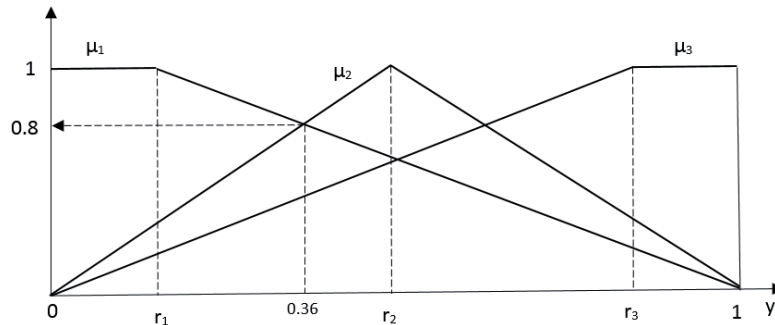
Рисунок 7 – Вид функции принадлежности μ_1 

Рисунок 8 – Итоговая форма функций принадлежности лингвистической шкалы

Ближайшим опорным значением к $E^{(m)}$ оказывается $r_2 = 0,45$. Значению $E^{(m)}$ соответствует значение $\mu_m(0,36) = 0,8$ (см. рисунок 8).

Интегральной характеристикой удовлетворённости свойствами продукта всех целевых групп пользователей в рамках описываемого подхода может выступать показатель

$$E_{\Sigma} = \frac{\sum_{m=1}^M E^{(m)} * \mu_m}{\sum_{l=1}^M \mu_m}, \quad (17)$$

где $E^{(m)}$ - характеристика степени удовлетворенности m -й целевой группы пользователей; μ_m - степень уверенности в даваемой оценке.

Аналогичный подход может использоваться для исследования степени удовлетворенности ходом проекта различными профессиональными групп разработчиков и команды проекта в целом. Предлагаемый подход к квантификации экспертных оценок является в значительной степени формализованным, что позволяет реализовать его в качестве функциональной компоненты в системах поддержки принятия решений.

Заключение

Рассмотренный подход делает возможным оценить предполагаемую удовлетворённость заказчика результатами проекта, а исполнителей – ходом проекта в зависимости от бюджета и ограничений на длительность проекта с учётом опыта, полученного от ранее реализованных проектов. Предложенная формальная модель проекта, как многосвязного объекта управления, даёт возможность повысить обоснованность принятия стратегических решений по организации проекта основными заинтересованными сторонами. Ограничениями модели являются: линейный характер функциональных зависимостей, характеризующих прямые и перекрёстные связи; предположение о равных приоритетах интересов заказчика и исполнителя.

Благодарности

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ №19-08-00937 А «Методы и модели интеллектуальной поддержки принятия решений при управлении программными проектами, реализуемыми в среде производственных предприятий».

Список источников

- [1] **Walia, G.S.** A systematic literature review to identify and classify software requirement errors / G.S. Walia, J.C. Carver // *Information and Software Technology*. 2007. P.1087-1109.
- [2] **Soltanmohammadi, S.** Main human factors affecting information system security / S. Soltanmohammadi, S. Asadi, N.I. Norafida // *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*. 2013. Vol. 5(7). P.329-354.
- [3] **Huang, F.** Bin Liu Software defect prevention based on human error theories / F. Huang, B. Liu // *Chinese Journal of Aeronautics*. 2007. Vol. 30(3). P.1054-1070.
- [4] **Shappell, S.A.** The Human Factors Analysis and Classification System – HFACS / S.A. Shappell, D.A. Wiegmann // U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration, 2000.
- [5] **Pelaez, C.E.** Using fuzzy cognitive maps as a system model for failure modes and effects analysis / C.E. Pelaez, J.B. Bowles // *Information Sciences*. 1996. 88(1). P.177-199.
- [6] **Гвоздев, В.Е.** Модели возникновения ошибок на предпроектной стадии разработки компонент информационно-вычислительных систем / В.Е. Гвоздев, О.Я. Бежаева, Р.А. Насырова // *Онтология проектирования*. – 2020. – Т. 10, №1(35). – С.73-86. - DOI: 10.18287/2223-9537-2020-10-1-73-86.
- [7] **Гельруд, Я.Д.** Управление проектами: методы, модели, системы / Я.Д. Гельруд, О.В. Логиновский. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015.
- [8] ISO 21500:2012. Guidance on project management. International Organization for certification, 2012. - <https://www.iso.org/standard/50003.html>.
- [9] ICB IPMA Competence Baseline Version 3.0. International Project Management Association. Editorial committee: G. Caupin, H. Knoepfel, G. Koch, K. Pannenbäckerb, F. PérezPollo, C. Seabury. – IPMI, 2006.
- [10] ANSI/PMI 99-01-2004.A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide). Publisher: Project Management Institute, 2012.
- [11] Управление проектами: Основы профессиональных знаний, Национальные требования к компетентности специалистов (NCB – SOVNET National Competence Baseline Version 3.0). М: ЗАО «Проектная практика», 2010. – 256 с.
- [12] **Гвоздев, В.Е.** Эвергетика как методологическая основа управления выявлением дефектов на предпроектной стадии жизненного цикла систем обработки данных / В.Е. Гвоздев, Л.Р. Черняховская, Д.В. Блинова. // *Онтология проектирования*. – 2018. – Т. 8, №1(27). - С.152-166. – DOI: 10.18287/2223-9537-2018-8-1-152-166.
- [13] **Макконнелл, С.** Сколько стоит программный проект / С. Макконнелл. – СПб.: Питер, 2007. – 296 с.
- [14] **Travis, G.** How the Boeing 737 Max Disaster Looks to a Software Developer / G.Travis. - <https://spectrum.ieee.org/aerospace/aviation/how-the-boeing-737-max-disaster-looks-to-a-software-developer>.
- [15] **Donella, H.** Meadows Thinking in Systems: A Primer / H. Donella. - Chelsea Green Publishing, 2008.
- [16] CHAOS Report. The Standish Group International, Inc., 2015. - https://www.standishgroup.com/sample_research_files/CHAOSReport2015-Final.pdf.
- [17] **Тимофеев, А.Н.** Почему падают IT- проекты? / А.Н. Тимофеев // *Практика проектирования систем*. 15.06.2017. - <http://reqcenter.pro/why-it-fails/>.
- [18] **Sunday, E.** Extension and Modification of Anticipatory Failure Determination Approach based on I-TRIZ / E. Sunday // *Master Thesis*, 2014.
- [19] **Афанасьев, Ф.** Управление проектами в стиле ДРАЙВ / Ф. Афанасьев. – М: Издательские решения, 2017. – 90 с.
- [20] **Шведин, Б.Я.** Онтология предприятия. Экспириентологический подход. Технология построения онтологической модели предприятия / Б.Я. Шведин. - М: Ленанд, 2010. – 240 с.
- [21] **Embrau, D.** Understanding Human Behaviour and Error / D. Embrau // *Human Reliability Associates*, 2005.
- [22] **Зак, Ю.А.** Принятие решений в условиях нечетких и размытых данных: Fuzzy-технологии / Ю.А. Зак. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013. — 352 с.
- [23] **Каган, А.М.** Характеризационные задачи математической статистики / А.М. Каган, Ю.В. Линник, С.Р. Рао. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 1972. - 656 с.

Сведения об авторах



Гвоздев Владимир Ефимович, 1956 г. рождения. Окончил Уфимский авиационный институт им. Орджоникидзе в 1978 г., д.т.н. (2000). Профессор кафедры технической кибернетики Уфимского государственного авиационного технического университета. В списке научных трудов более 350 работ в области прикладного статистического анализа, информационной поддержки управления программными системами, информационной поддержки управления состоянием территориальных систем. AuthorID (РИНЦ): 174520. Author ID (Scopus): 7101700484. wega55@mail.ru.

Бежаева Оксана Яковлевна, 1977 г. рождения. Окончила Уфимский государственный авиационный технический университет в 2000 г., к.т.н. (2004). Доцент кафедры технической кибернетики Уфимского государственного авиационного технического университета. В списке научных трудов более 100 работ в области разработки моделей и программного обеспечения сложных производственных и социально-экономических систем. AuthorID (РИНЦ): 271220. Author ID (Scopus): 57216845244. obezhaeva@gmail.com.



Ахметова Динара Раилевна, 1992 г. рождения. Окончила Уфимский государственный авиационный технический университет в 2014 г. Аспирант кафедры технической кибернетики Уфимского государственного авиационного технического университета. В списке научных трудов 28 работ в области программно-аппаратных комплексов технических систем. AuthorID (РИНЦ): 943467. Author ID (Scopus): 57204756902. dinara.akhmetova.92@gmail.com.



Сафина Гульнур Радиковна, 1997 г. рождения. Магистрант Уфимского государственного авиационного технического университета по направлению «Информатика и вычислительная техника». В списке научных трудов 5 работ в области программно-аппаратных комплексов технических систем. lafleur300997@gmail.com.

Поступила в редакцию 06.08.2020. Принята к публикации 09.12.2020.

Formation of project management model parameters based on linearization of functional dependencies

V.E. Gvozdev, O.Ya. Bezhaeva, D.R. Akhmetova, G.R. Safina

Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russia

Abstract

At present, the quality of information support for management is becoming a critical factor in the implementation of the provisions of the Industry 4.0 doctrine, due to which the need to improve the theoretical provisions for managing organizational defects in the implementation of projects for creating hardware and software components of the digital environment becomes especially significant. The paper considers a formal model that creates the basis for the formation of a balanced system of the main characteristics of the project, for the case when satisfaction with the properties of the product on the part of the customer and satisfaction with the progress of the project on the part of the contractor are equally important. The basis for the formation of a balanced system of project characteristics is its consideration as a static multi-connected control object. Empirical functional dependencies correspond to direct and cross connections between the input and output parameters of the object. A feature of constructing empirical models is the use of both actual data on budgets and the duration of previously implemented projects, and subjective expert assessments of project participants. The procedure for forming a balanced system of project characteristics is formalized, which makes it possible to automate it. The proposed approach makes it possible to increase the validity of decisions on the feasibility of implementing the project by the forces of the proposed contractor, taking into account the priority of the budget and the duration of the project for the customer.

Key words: project management, multi-connected object of management, stakeholders, formal model, expert judgment, measurement data.

Citation: Gvozdev VE, Bezhaeva OYa, Akhmetova DR, Safina GR. Formation of project management model parameters based on linearization of functional dependencies [In Russian]. *Ontology of designing*. 2020; 10(4): 527-539. DOI: 10.18287/2223-9537-2020-10-4-527-539.

Acknowledgment: The research was carried out with the support of the RFBR grant No. 19-08-00937 "Methods and models of intellectual support for decision-making in the management of software projects implemented in the environment of industrial enterprises".

List of figures

- Figure 1 - Model of the project as a multi-connected control object
Figure 2 - Search area $x_i^{(OUT)}$, $i = 1, 2$
Figure 3 - An example of the dependence of satisfaction level from $x_i^{(OUT)}$, $i = 1, 2$ when the parameters a_{ij} and b_{ij} have fixed values
Figure 4 - An example of the equal influence of the budget and the duration of the project on the satisfaction of the customer and the contractor
Figure 5 - An example of the importance of the project budget value in comparison with the timing of its implementation
Figure 6 - Qualitative view of the membership functions of linguistic scale
Figure 7 - Membership function type μ_1
Figure 8 - The final form of the membership function of linguistic scale

References

- [1] **Walia GS, Carver JC.** A systematic literature review to identify and classify software requirement errors. *Information and Software Technology*. 2007; 1087-1109.
- [2] **Soltanmohammadi S, Asadi S, Norafida NI.** Main human factors affecting information system security. *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*. 2013; 5(7): 329-354.
- [3] **Huang F, Liu B.** Software defect prevention based on human error theories. *Chinese Journal of Aeronautics*. 2007; 30(3): 1054-1070.
- [4] **Shappell SA, Wiegmann DA.** The Human Factors Analysis and Classification System—HFACS. U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration; 2000.
- [5] **Pelaez CE, Bowles JB.** Using fuzzy cognitive maps as a system model for failure modes and effects analysis. *Information Sciences*, 1996; 88(1): 177-199.
- [6] **Gvozdev VE, Bezhaeva OY, Nasyrova RA.** Models of error occurrence at the pre-design stage of the development of information and computing systems components [In Russian]. *Ontology of designing*. 2020; 10(1): 73-86. DOI: 10.18287/2223-9537-2020-10-1-73-86.
- [7] **Gelrud YD, Loginovskiy OV.** Project management: Methods, models, systems [In Russian]. Chelyabinsk, SUSU Publishing Center, 2015.
- [8] ISO 21500:2012. Guidance on project management. International Organization for certification, 2012. - <https://www.iso.org/standard/50003.html>
- [9] ICB IPMA Competence Baseline Version 3.0. International Project Management Association. Editorial committee: G Caupin, H Knoepfel, G Koch, K Pannenbäckerb, F PérezPolo, C Seabury. IPMI; 2006.
- [10] ANSI / PMI 99-01-2004 Guide to the Body of Knowledge for Project Management (PMBOK Guide). Publisher: Project Management Institute; 2012.
- [11] Project management: the basics of professional knowledge. National requirements for the competence of project management specialists. Version 3.0 [In Russian]. Moscow: Project Practice; 2010. 256 p.
- [12] **Gvozdev VE, Chernyakhovskaya LR, Blinova DV.** Evergetics as a methodological basis for managing of defects identification at the pre-design stage of data processing systems [In Russian]. *Ontology of designing*. 2018; 8(1): 152-166. DOI: 10.18287/2223-9537-2018-8-1-152-166.
- [13] **McConnell S.** How much does a software project cost? [In Russian]. Peter Publisher; 2007. 296 p.
- [14] **Travis G.** How the Boeing 737 Max Disaster Looks to a Software Developer. - <https://spectrum.ieee.org/aerospace/aviation/how-the-Boeing-737-max-disaster-looks-to-a-software-developer>.

- [15] **Donella H.** Meadows Thinking in Systems: A Primer. Chelsea Green Publishing; 2008.
 - [16] CHAOS Report. The Standish Group International, Inc.; 2015. - https://www.standishgroup.com/sample_research_files/CHAOSReport2015-Final.pdf
 - [17] **Timofeev AN.** Why are IT projects falling? [In Russian]. Practice of systems design. 2017: 2-12. <http://reqcenter.pro/why-it-fails/>.
 - [18] **Sunday E.** Extension and Modification of Anticipatory Failure Determination Approach based on I-TRIZ. Master Thesis; 2010.
 - [19] **Afanasiev F.** Project management in the DRIVE style [In Russian]. Moscow: Publishing solutions, 2017. 90 p.
 - [20] **Shvedin BYa.** Enterprise ontology. Experimental approach. Technology for constructing an enterprise ontological model [In Russian]. Moscow: Lenand; 2010. 240 p.
 - [21] **Embray D.** Understanding Human Behaviour and Error. Human Reliability Associates; 2005.
 - [22] **Zak UA.** Decision-making under fuzzy and blurry data. Fuzzy-technology [In Russian]. Moscow: Publishing House "Libercom"; 2013. 352 p.
 - [23] **Kagan AM, Linnik YuV, Rao SR.** Characterization problems of mathematical statistics [In Russian]. Moscow: FIZMATLIT; 1972. 656 p.
-

About the authors

Vladimir Efimovich Gvozdev (b. 1956) graduated from the Ufa Aviation Institute (Ufa-city) in 1978, D. Sc. Eng. (2000). Professor of the Department of Technical Cybernetics, Ufa State Aviation Technical University. He is a co-author of about 350 scientific articles and abstracts in the field of applied statistical analysis, information support for managing software systems, information support for managing the state of territorial systems. AuthorID (RSCI): 174520. Author ID (Scopus): 7101700484. wega55@mail.ru.

Oksana Yakovlevna Bezhaeva (b. 1977) graduated from the Ufa State Aviation Technical University in 2000, PhD. (2004). She is an Assistant professor at Ufa State Aviation Technical University (Department of Technical Cybernetics). She is a co-author of about 100 scientific articles and abstracts in the field of development of models and software for complex production and socio-economic systems. AuthorID (RSCI): 271220. Author ID (Scopus): 57216845244. obezhaeva.obezhaeva@gmail.com.

Dinara Railevna Akhmetova (b. 1992) graduated from the Ufa State Aviation Technical University in 2014. She is a graduate student at Ufa State Aviation Technical University (Department of Technical Cybernetics). She is a co-author of 28 scientific articles and abstracts in the field of software and hardware systems of technical systems. AuthorID (RSCI): 943467. Author ID (Scopus): 57204756902. dinara.akhmetova.92@gmail.com.

Gulnur Radikovna Safina (b. 1997) is a magister of the Ufa State Aviation Technical University in the direction Informatics and Computer Engineering. She is a co-author of 5 scientific articles and abstracts in the field of software and hardware systems of technical systems. lafleur300997@gmail.com.

Received August 06, 2020. Accepted December 09, 2020.
