

В. Е. ГВОЗДЕВ, Л. Р. ЧЕРНЯХОВСКАЯ, Н. О. НИКУЛИНА, О. Я. БЕЖАЕВА
Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ФОРМИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРОГРАММНЫХ ПРОЕКТОВ

В настоящей работе рассматривается формальная модель, создающая основу формирования сбалансированной системы основных характеристик проекта, для случая, когда в равной степени важна удовлетворенность свойствами продукта со стороны заказчика, а также ходом реализации проекта со стороны исполнителя. Формирование сбалансированной системы характеристик программного проекта является одним из решающих факторов успешной реализации проекта. Основу формирования сбалансированной системы характеристик составляет рассмотрение проекта как статического многосвязного объекта управления. Эмпирические функциональные зависимости соответствуют прямым и перекрестным связям между входными и выходными параметрами многомерного объекта. Предлагаемый подход к формированию сбалансированной системы характеристик проекта формализован, что делает возможным его автоматизацию.

Введение. Одним из вызовов четвертой промышленной революции является требование предоставления продуктов, обладающих ценными для разных целевых групп потребителей свойствами в темпе быстро меняющихся предпочтений последних. Из этого, в частности, 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 работе [7] отмечается, что причиной неудачного завершения проектов являлось отсутствие взаимопонимания людей, участвующих и вовлеченных в организацию и реализацию проектов. Получившие в настоящее время широкое распространение методы и модели управления проектами – ISO 21500 [8], ISB IPMA [9], PMBOK PMI [10], НТК СОВНЕТ [11] предназначены для уровня исполнителей: руководителей проектов, управляющей команды, специалистов офисов. Недостаточно развита методическая и модельная основа поддержки деятельности основных заинтересованных сторон (stakeholder'ов), т. е. уровня принятия стратегических решений. В [7] подчеркивается, что от обоснованности стратегических решений зависит 50 % успеха проектной деятельности. Там же отмечается, что к настоящему времени наибольшее распространение среди методов поддержки принятия стратегических решений с учетом позиций разных заинтересованных сторон получили методы, реализованные в рамках дескриптивного подхода, ограничивающиеся исследованиями на содержательно-описательном уровне. Подчеркивается необходимость совершенствования обеспечения на основе математических моделей, в том числе моделей со стохастическими параметрами. Анализ литературных источников позволяет утверждать, что к настоящему времени наибольшее развитие получили методы выявления дефектов, обусловленных преобразованием функциональных и нефункциональных требований в коды. Эти методы, по сути, ориентированы на реализацию реактивного подхода к управлению дефектами технологической природы. В то же время, не получили необходимого развития методы проактивного управления дефектами [12, 6, 13] 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; требованиями к качеству результатов, в общем случае различающимися у разных целевых групп пользователей). В [14], в частности 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 [15].

В настоящей работе рассматривается формальная модель, создающая основу формирования сбалансированной системы основных характеристик проекта, для случая, когда в равной степе-

ни важна удовлетворенность свойствами продукта со стороны заказчика, а также ходом реализации проекта со стороны исполнителя.

Основные положения и 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, во-первых, известные утверждения о том, что поведение системы определяется ее устройством [16], во-вторых, известное утверждение о том, что причинами нежелательных событий, возникающих при управлении сложными субъектоцентрическими системами, в первую очередь являются ошибки в организации управления сложной системой, и лишь во-вторую очередь ошибки операторов [17].
- Проект создания сложной системы рассматривается как статический многосвязный объект управления. Это дает основание рассматривать прямые и перекрестные связи между входными и выходными параметрами проекта как строгие функциональные зависимости с неизменной структурой и параметрами (см., например, [18]).
- Программные системы относятся к классу субъектоцентрических систем. В силу этого 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 учитывать удовлетворенность исполнителей и заказчиков. В качестве входных параметров проекта рассматриваются бюджет и длительность реализации проекта. В качестве выходных – удовлетворенность представителей заказчика и исполнителей проекта. Содержание этого допущения является конкретизацией компонентов известной системной модели «треугольник проекта» в редакции 2015 года [18].
- 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» с одной стороны [19] и того обстоятельства, что проект сложной системы является разновидностью субъектоцентрических систем [20].
- Допущение о сопоставимости и однородности (в статистическом смысле) исторических данных об основных параметрах проектов и полученных в ходе их реализации продуктов. Основанием для такого допущения является, во-первых, то, что организации-разработчики специализируются на реализации проектов в определенной предметной области, во-вторых, то, что внутри организации накапливается опыт решения задач определенной тематической направленности [21]. В-третьих, то, что ключевые моменты деятельности сотрудников регламентируются стандартами и официально утвержденными руководствами.

Модель проекта как многосвязного объекта управления. Проекту как многосвязному объекту управления может быть поставлена в соответствие графическая модель, представленная на рисунке. Входными (управляемыми) параметрами модели являются x_1 – бюджет и x_2 – длительность реализации проекта соответственно. Выходными параметрами являются удовлетворенность заказчика – y_1 и исполнителя y_2 соответственно.

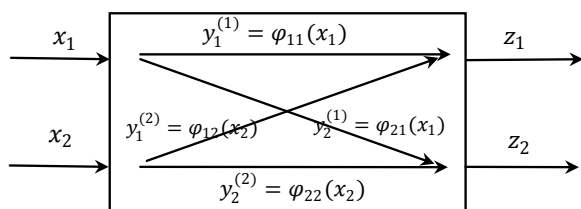


Рисунок. Модель проекта как многосвязного объекта управления

Эмпирические функциональные зависимости $y_j^{(i)} = \varphi_{ij}(x_i)$, $(i, j = 1, 2)$, соответствующие прямым и перекрестным 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 перекрестные 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 свертки, соответствующий j -му выходному параметру модели.

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

Областью допустимых значений для характеристики удовлетворенности z_j будем считать 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 удовлетворенности.

Удовлетворенность 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 счет изменения бюджета проекта и наоборот [14].

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

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

Удовлетворенность исполнителей, напротив, растет 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.

Удовлетворенность 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.

На основании полученных зависимостей с учетом реальных ограничений на бюджет x_1^* и длительность реализации проекта x_2^* на ранних стадиях проекта можно оценить предполагаемое качество результатов (выражаемое степенью удовлетворенности) с учетом прежнего опыта взаимодействия исполнителя и заказчика.

Заключение. Предлагаемый подход делает возможным оценить предполагаемую удовлетворенность заказчика результатами проекта, а исполнителей – ходом проекта в зависимости от бюджета и ограничений на длительность проекта с учетом опыта, полученного от ранее реализованных проектов. Предложена формальная модель проекта как многосвязного объекта управления, использование которой делает возможным повысить обоснованность принятия стратегических решений по организации проекта основными заинтересованными сторонами.

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»

ЛИТЕРАТУРА

1. Gursimran Singh Walia, Jeffrey C. Carver "A systematic literature review to identify and classify software requirement errors" // Information and Software Technology, 2007, pp. 1087-1109.
2. Saeed Soltanmohammadi, Saman Asadi, Norafida IthminNorafida Main human factors affecting information system security // Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business, vol. 5 (7), 2013, pp. 329-354.
3. Fugun Huang, Bin Liu Software defect prevention based on human error theories // Chinese Journal of Aeronautics, vol. 30(3), 2007, pp. 1054-1070.
4. Scott A. Shappell, Douglas A. Wiegmann The Human Factors Analysis and Classification System–HFACS // U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration, 2000, 15 p.
5. Pelaez C.E, Bowles J.B. Using fuzzy cognitive maps as a system model for failure modes and effects analysis. Information Sciences, 1996; 88(1), pp. 177-199.

6. Гвоздев В.Е., Бежаева О.Я., Насырова Р.А. Модели возникновения ошибок на предпроектной стадии разработки компонент информационно-вычислительных систем // *Онтология проектирования*. 2020. Т.10, №1 (35). С. 73-86.
7. Гельруд Я.Д., Логиновский О.В. Управление проектами: Методы, модели, системы // моногр. под ред. д-ра техн. наук, проф. А.Л. Шестакова. Челябинск, Издательский центр ЮУрГУ, 2015. 330 с.
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: Gilles Caupin, Hans Knoepfel, Gerrit Koch, Klaus Pannenbäckerb, Francisco Pérez Polo, Chris Seabury, IPMI. 2006. 200 p.
10. Руководство к своду знаний по управлению проектами (PMBOK Guide). 5 изд. Американский национальный стандарт ANSI/PMI 99-01-2004.A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide). Publisher: Project Management Institute, 2012. 585 с.
11. Управление проектами: основы профессиональных знаний. Национальные требования к компетентности специалистов по управлению проектами. Версия 3.0 // под науч. ред. В.И. Воропаева. М: Проектная практика, 2010. 256 с.
12. Fugun Huang, Bin Liu Software defect prevention based on human error theories // *Chinese Journal of Aeronautics*, vol. 30(3), 2007, pp. 1054-1070.
13. В.Е. Гвоздев, Л.Р. Черняховская, Д.В. Блинова. Эвергетика как методологическая основа управления выявлением дефектов на предпроектной стадии жизненного цикла систем обработки данных // *Онтология проектирования*. 2018. Т. 8, №1(27). С.152-166. DOI: 10.18287/2223-9537-2018-8-1-152-166.
14. Макконнелл Стив. Сколько стоит программный проект. Издательство: Питер, 2007 г. 297 с.
15. Gregory Travis. 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>.
16. Donella H. Meadows Thinking in Systems: A Primer, Chelsea Green Publishing, 2008, 240 p.
17. Scott A. Shappell, Douglas A. Wiegmann. The Human Factors Analysis and Classification System–HFACS // U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration, 2000, 15 p.
18. Pelaez C.E, Bowles J.B. Using fuzzy cognitive maps as a system model for failure modes and effects analysis. *Information Sciences*, 1996; 88(1), pp. 177-199.
19. CHAOS Report. The Standish Group International, Inc., 2015. https://www.standishgroup.com/sample_research_files/CHAOSReport2015-Final.pdf
20. Eze Sunday. Extension and Modification of Anticipatory Failure Determination Approach based on I-TRIZ. Master Thesis, 2014. 110 p.
21. Афанасьев Ф. Управление проектами в стиле ДРАЙВ. М: «Издательские решения». – 2017, 102 с.
22. Гвоздев В.Е., Мунасыпов Р.А., Бежаева О.Я., Ахметова Д.Р. Построение модели многосвязного объекта на основе совместного использования данных и экспертных оценок // *Онтология проектирования*. 2019 г. 9 № 3. С. 361-368.

V.E. Gvozdev, L.R. Chernyahovskaya, N.O. Nikulina, O.Ya. Bezhaeva
Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russia

Support of Project Parameters Formation Based on Empirical Mathematical Models

Formation of characteristic balanced system of program project is a critical factor in the successful implementation of the project. This paper describes the formal procedure for evaluating the budget and project duration values, that provide the best correlation between customer satisfaction of project results and project actors. The basis for the formation of a characteristics balanced system is the consideration of the project as a static multivariable control object. Empirical functional dependencies correspond to direct and cross-linking of multivariable object. The feature of empirical models constructing is the need to share actual (historical) data about budgets and the previously implemented projects duration, and subjective estimates (determined by experience) of consumers and developers. The proposed procedure is formalized, this allows us to get stable estimates of the project characteristics.