

Список литературы: 1. *Азаров, Н. Я.* Инновационные механизмы управления программами развития [Текст] / *Н. Я. Азаров, Ф. А. Ярошенко, С. Д. Бушуев* // – К.: «Саммит-книга», 2011. – 528 с. 2. *Руководство к своду знаний по управлению проектами (Руководство РМВОК®)* [Текст] – Пятое издание. – Project Management Institute, Inc., 2013. – 589 с. 3. *Бушуев, С. Д.* Управление проектами: Основы профессиональных знаний и система оценки компетентности проектных менеджеров (National Competence Baseline, NCB UA Version 3.0) [Текст] / *С. Д. Бушуев, Н. С. Бушуева* // – К.: ІРІДУМ, 2006. – 208 с.

Bibliography (transliterated): 1. *Azarov, N. Ya., F. A. Yaroshenko and S. D. Bushuyev.* *Innovative mechanisms for management of development programs.* Kyiv: "Sammit-book", 2011. Print. 2. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide®).* 5nd ed. USA: Project Management Institute, Inc., 2013. Print. 3. *National Competence Baseline, NCB UA. Ver. 3.0.* Kyiv: Iridum, 2006. Print.

Поступила (received) 25.11.2014

УДК 005.8:316.422

С. И. РУДНИЦКИЙ, аспирант, университет «КРОК», Киев

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ИДЕНТИФИКАЦИИ КОНФИГУРАЦИИ ПРОЕКТА В ТУРБУЛЕНТНОМ ОКРУЖЕНИИ

В статье получила развитие ранее разработанная математическая модель процесса идентификации конфигурации проекта путем учета фактора турбулентности проектного окружения, для чего был применен метод динамического программирования. Сделан вывод о практической применимости этой модели для стабильных по своей конфигурации проектов.

Ключевые слова: конфигурация проекта, управление конфигурацией, оптимизация, динамическое программирование, турбулентность, окружение.

Постановка проблемы. В настоящее время особенностью большинства проектов выступает высокая сложность его продукта, которая приводит к усложнению самого проекта. Последнее требует применения инновационных подходов и методов управления такими проектами. Кроме того, обратим внимание еще на один фактор, влияющий на применяемые методы управления – турбулентность проектного окружения, которая приводит к проблеме поддержки согласованности проекта. Эта проблема решается процессом управления конфигурацией (УК) этого проекта, основной задачей которого является идентификация конфигурации (ИК) проекта [1–4].

Анализ последних исследований и публикаций. Поддержка согласованности проекта была исследована в трудах таких украинских и иностранных ученых как Бушуев С.Д., Бушуева Н.С., Кононенко И.В.,

Морозов В.В., Рач В.А., Сидорчук О.В., Тесля Ю.Н., Чумаченко И.В., Арчибальд Р., Клиффорд Ф., Милошевич Д., Танака Х., и другие [5–14]. В частности была глубоко освещена область управления изменениями проекта, а также вопросы синтеза конфигурации продукта проекта в различных предметных областях. Но, проблема выбора оптимального множества контролируемых элементов проекта в турбулентном окружении была исследована недостаточно глубоко для её практического решения.

Нерешенные ранее части общей проблемы. В [15] был формализован процесс ИК проекта и поставлена задача оптимизации указанного процесса. Однако, фактор турбулентности окружения требует дальнейшего развития построенной ранее математической модели.

Формулирование цели статьи. Целью исследования является развитие ранее разработанной математической модели процесса ИК проекта для учета фактора турбулентности проектного окружения. Для этого необходимо, во-первых определить особенности вносимые нестабильностью окружения, во-вторых определить математический аппарат соответствующий выделенным особенностям, в-третьих применить указанный математический аппарат для учета фактора турбулентности окружения проекта.

Изложение основного материала. Напомним [15], что в контексте процесса УК, проект описывается в виде конфигурационного графа, который представляет собой ориентированный граф $G = (E, R)$. Множество вершин E состоит из характеристик всех элементов проекта ch_i , где i – порядковый номер этой характеристики в графе G . Каждая связь из множества $R = \{(ch_i, ch_j)\}$ обозначает отношение согласованности между какими-либо характеристиками из множества E (рисунок 1).

Напомним так же [15], что выбор элементов проекта для поддержки их согласованности в рамках процесса УК, зависит от частоты появления изменений, вероятности рассогласования той или иной характеристики, стоимости поддержки её согласованности, эффективности процесса управления коммуникациями в проекте и от других факторов.

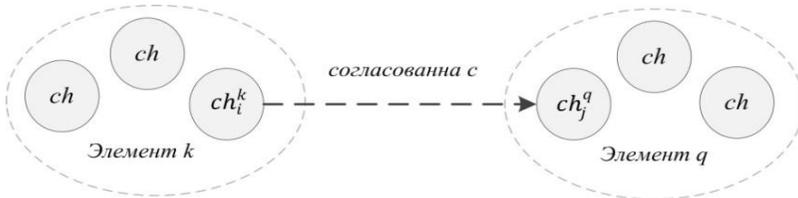


Рис. 1 – Отношение согласованности между характеристиками в конфигурационном графе

Турбулентность окружения проекта приводит к неизбежности изменений, которые возникают в ходе реализации этого проекта. Эти изменения, в свою очередь, могут привести к изменению значений характеристик некоторых элементов проекта и вывести их из согласованного состояния. Существенным является то, что измениться могут характеристики тех элементов, которые влияют на выбор контролируемого множества. Теперь может оказаться, что состав указанного множества не оптимален с точки зрения стоимости и ожидаемого ущерба [15]. Таким образом, из этого следует, что нестабильность окружения проекта приводит к тому, что первоначальный состав контролируемого множества характеристик может быть неоптимальным на всем протяжении его жизненного цикла (ЖЦ).

Учитывая, что ЖЦ проекта можно естественно поделить на некоторые этапы, мы предлагаем, для учета турбулентности окружения, разбить ЖЦ проекта на ряд этапов таким образом, чтобы на каждом из них, значения тех факторов, которые влияют на состав контролируемого множества, можно было бы считать постоянными. Этот подход позволит определить для каждого этапа, то множество контролируемых характеристик элементов проекта, которое будет оптимальным на этом этапе.

Обратим внимание на следующие два фактора. Первый – практика показывает, что ресурсы выделяемые на процесс УК ограничены. Второй – очевидно, что выбор оптимального контролируемого множества не должен учитывать предысторию этого процесса, т.е. процесс ИК проекта является процессом без последствий [16]. Учитывая эти два фактора, мы пришли к выводу, что оптимальное контролируемое множество должно соответствовать принципу оптимальности Р.Беллмана: *оптимальное поведение обладает тем свойством, что каковы бы ни были первоначальное состояние и решение в начальный момент, последующие решения должны составлять оптимальное поведение относительно состояния, получающегося в результате первого решения* [17]. Соответствие этому принципу дает нам основание для применения метода динамического программирования [16].

Разделим весь ЖЦ проекта на m этапов, вообще говоря, разной длины, согласно признаку указанному выше, а именно: относительному постоянству факторов определяющих контролируемое множество. Таким фактором может быть например, поток изменений, отклоняющий значения характеристик элементов проекта от их планового значения. В этом случае, разбиение на этапы происходит по признаку стационарности потоков изменений.

Пусть на весь процесс УК проекта выделено начальное количество средств S_0 , которое необходимо распределять в течении m этапов, на контроль конфигурации элементов проекта.

Напомним [15], что кроме множества характеристик элементов проекта, нужно найти ещё уровень контроля изменений каждой характеристики. Для этого мы ввели величину названную «уровнем конфигурационного контроля»

(УКК), которая определяет степень формальности контроля изменений к отдельной характеристике. Эта величина измеряется в порядковой шкале, с каждым значением которой, связана определенная процедура контроля конфигурации. Её минимальное значение, означает полное отсутствие формального контроля, а максимальное, наоборот, полный формальный контроль. Заметим, что отсутствие формального контроля не означает отсутствие контроля вообще – это значит, что он будет осуществляться неформально т.е. *ad hoc*.

УКК для i -й характеристики ch_i на j -м этапе охарактеризуем величиной $ccl_j^{(i)}$. Пусть $n = \text{card}(E)$. Тогда УКК для всего графа G на j -м этапе охарактеризуем вектором ccl_j :

$$ccl_j = (ccl_j^{(1)}, \dots, ccl_j^{(n)}).$$

Величина ccl_j влияет на уровень ожидаемого ущерба от рассогласования актуального и планового состояния графа G в конце j -го этапа. Обозначим это уровень как $\eta(ccl_j)$. За один этап выделенные средства частично уменьшаются на величину равную $\phi(ccl_j)$. Естественно, что чем выше ccl_j , тем больше средств тратится на его осуществление, и тем меньше уровень ожидаемого ущерба. Требуется найти такой способ контроля конфигурации каждой характеристики каждого элемента проекта на каждом этапе его ЖЦ, при котором суммарный уровень ожидаемого ущерба будет минимальным.

Опишем схему решения поставленной задачи методом динамического программирования, согласно стандартного порядка действий изложенного в [16]. Сначала предположим, что граф G на каждом этапе остается постоянным. Будем рассматривать каждый выделенный этап ЖЦ проекта как отдельный шаг в процедуре динамического программирования.

Управлением на j -м шаге будет установление какого-либо уровня конфигурационного контроля ccl_j . Управление процессом УК для всего проекта состоит из совокупности всех шаговых управлений:

$$ccl = (ccl_1, \dots, ccl_m).$$

Необходимо найти такое оптимальное управление ccl , при котором суммарный уровень ожидаемого ущерба для проекта будет минимальным:

$$N = \sum_{j=1}^m \eta(ccl_j) \rightarrow \min.$$

Состояние проекта перед j -м шагом будем характеризовать одним параметром C – количеством средств, сохранившихся после предыдущих

($j - 1$) шагов. Устанавливая уровень конфигурационного контроля на j -м шаге ccl_j , мы получаем в конце этого шага уровень ожидаемого ущерба равный: $\eta(ccl_j)$. Осуществляя контроль конфигурации проекта на j -м шагом с уровнем ccl_j , в конце этого шага остается $C - \phi(ccl_j)$ доступных средств для дальнейшего распределения. В этом случае, основное функциональное уравнение имеет вид [16]:

$$N_j(C) = \min_{ccl_j} \{ \eta(ccl_j) + N_{j+1}(C - \phi(ccl_j)) \}.$$

Здесь $N_j(C)$ – условно оптимальный уровень ожидаемого ущерба для проекта, при наличии средств в количестве C . Условным оптимальным уровнем ожидаемого ущерба на последнем шаге будет:

$$N_m(C) = \min_{ccl_m} \{ \eta(ccl_m) \}.$$

Теперь описав основное функциональное уравнение и условно оптимальный уровень ожидаемого ущерба на последнем шаге, можно, зная конкретный вид функций $\eta(ccl_j)$ и $\phi(ccl_j)$ найти одну за другой в обратном порядке функции: $N_m(C), N_{m-1}(C), \dots, N_1(C)$ и соответствующие им условно оптимальные уровни контроля конфигурации: $ccl_m(C), ccl_{m-1}(C), \dots, ccl_1(C)$. Далее зная начальное количество средств C_0 , можно определить безусловно оптимальное управление ccl , на основании которого, можно выделить из характеристик всех элементов проекта его единицы конфигурации.

Заметим, что семантика и конкретный вид функций стоимости $\phi(ccl_j)$ и ущерба $\eta(ccl_j)$ зависят от конкретного этапа и предметной области проекта. Так, например, стоимость может быть выражена как время, затрачиваемое на осуществление действий по УК проекта, а ущерб может представлять собой ожидаемую величину превышения срока завершения проекта.

Вспомним, что описанная выше схема решения предполагает наличие стабильного конфигурационного графа G . Для того, чтобы убрать это ограничение, мы предлагаем изменить описанную схему решения следующим образом:

- на основании прогнозирования, определить все возможные элементы множества E , которые могут появиться в течении ЖЦ проекта;
- перенумеровать их, назначив тем самым уникальный номер каждому из выделенных элементов, который не меняется в течении всей процедуры динамического программирования;

- применить описанную выше схему для определенного таким образом общего множества E .

При этом, на каждом шаге указанной процедуры, конфигурации графа G могут быть разными, т.е. $G_i \neq G_{i+1}$. Если на j -м этапе проекта отсутствует, например, k -й элемент определенный в общем множестве E , то в векторе $ccl_j = (ccl_j^{(1)}, \dots, ccl_j^{(x)})$, необходимо присвоить минимальное значение величине $ccl_j^{(k)}$, которая соответствует k -му элементу. Минимальное значение означает полное отсутствие контроля конфигурации для k -го элемента на j -м этапе.

Выводы. В результате проведенного исследования получила развитие ранее разработанная математическая модель процесса идентификации конфигурации проекта путем учета фактора турбулентности проектного окружения. Для этого был применен метод динамического программирования. Главным недостатком разработанной схемы является её громоздкость при условии частого изменения конфигурации проекта в ходе его ЖЦ. Это приводит, во-первых, к большому количеству элементов в векторе управления ccl_j и, во-вторых, к большому количеству шагов и, соответственно, времени расчета безусловно оптимального управления ccl . Поэтому, можно сделать вывод, что данный подход лучше всего применим для стабильных по своей конфигурации проектов. Указанный недостаток можно решить путем дальнейшей оптимизации этой схемы и разработки специального программного обеспечения для её реализации, что является целью наших последующих исследований.

Список литературы: 1. Practice Standard for Project Configuration Management ©2007 Project Management Institute, Four Campus Boulevard, Newton Square, PA 19073-3299 USA, 53 p. 2. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство PMBOK®) Третье издание ©2004 Project Management Institute, Four Campus Boulevard, Newton Square, PA 19073-3299 USA/США, – 388 с. 3. ISO 10007. Quality management. Guidelines for configuration management. — International Organization for Standardization. 1995. – 14 p. 4. MIL-HDBK-61. Military Handbook. Configuration Management Guidance. USA. Department of Defense, 1997. 5. Бушуев С.Д. Управление инновационными проектами и программами на основе системы знаний Р2М: Монография. / Ф.А. Ярошенко, С.Д. Бушуев, Х. Танака. – К.: «Саммит-Книга», 2012. – 272 с. 6. Морозов В.В. Формування, управління та розвиток команди проекту (поведінкової компетенції): навч. посібн. / В.В. Морозов, А.М. Червоніченко, Т.І. Штільова; за ред. В.В. Морозова ; Ун-т економіки та права «КРОК». – К. Таксон, 2009. – 464 с.: іл. 7. Бушуев С.Д. Креативные технологии управления проектами и программами: монография / ред. С. Д. Бушуев. – К. : Саммит – Книга, 2010. – 768 с. : ил. 8. Арчибальд Р. Управление высокотехно-логичными программами и проектами / Рассел Д. Арчибальд ; пер. с англ. Мамонтова Е.В.; под ред. Баженова А.Д., Арефьева А.О. ; 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Компания АйТи; ДМК Пресс, 2004. – 472 с, ил. 9. Клиффорд Ф. Грей. Управление проектами: практическое руководство / Клиффорд Ф. Грей, Эрик У. Ларсон. – М.: Издательство «Дело и Сервис», 2003. – 528 с. 10. Милошевич Д. Набор инструментов для управления проектами / Драган З. Милошевич; пер. с

англ. *Мамонтова Е. В.*; под ред. *Неизвестного С. И.* – М. : Компания АйТи ДМК Пресс, 2006. – 729 с. **11.** *Бушуева Н.С.* Модели и методы проактивного управления программами организационного развития: монография / *Н. С. Бушуева.* – К: Наук. світ, 2007. – 199с. **12.** *Сидорчук Л.Л.* Ідентифікація конфігурації парку комбайнів у проектах систем централізованого збирання ранніх зернових культур: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.22 «Управління проектами та програмами» / *Л.Л. Сидорчук.* – Львів, 2008. – 18 с. **13.** *Рач В. А.* Управління проектами: практичні аспекти реалізації стратегії регіонального розвитку: навч. посіб. / *В.А. Рач, О.В. Россосанська, О.М. Медведєва;* за ред. *В.А. Рача.* – К: «К.І.С.», 2010. – 276 с. **14.** *Чумаченко І.В., Морозов В.В.* Управління проектами: процеси планування проектних дій [Текст] : підручник / *І.В. Чумаченко, В.В. Морозов, Н.В. Доценко, А.М. Червоніченко.* – К.: Університет економіки та права «КРОК», 2014. – 673 с. **15.** *Морозов В.В., Рудницький С.И.* Формалізація процесу ідентифікації конфігурації проекта / *В. В. Морозов, С. И. Рудницький* // Вісник НТУ «ХПІ». Серія : Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. – Х. : НТУ «ХПІ», 2014. – № 2 (1045). – С. 58–70. – Бібліогр. : 18 назв. **16.** *Вентцель Е.С.* Исследование операций. – М., «Советское радио», 1972, 552 стр. **17.** *П.Хемди, А. Таха.* Введение в исследование операций, 7-е издание. : Пер с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 912 с.

Bibliography (transliterated): **1.** *Practice Standard for Project Configuration Management.* Newtown Square, Pa: Project Management Institute, 2007. Print. **2.** *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (pmbok Guide).* Newtown Square, Pa: Project Management Institute, 2004. Print. **3.** *Iso 10007: 1995: Quality Management - Guidelines for Configuration Management.* Geneva, Switzerland: ISO, 1995. Print. **4.** *MIL-HDBK-61. Military Handbook. Configuration Management Guidance.* USA. Department of Defense, 1997. Print. **5.** *Bushuev, S.D., F.A. Yaroshenko and H. Tanaka. Upravlenie innovatsionnyimi proektami i programmami na osnove sistemnykh znaniy P2M: Monografiya.* Kiev: Sammit-Kniga, 2012. Print. **6.** *Morozov, V.V., A.M. Cherednichenko and T.I. Shpilova Formuvannya, upravlinnya ta rozvitok komandi proektu (povedinkovoyi kompetentsiyi).* Univ. ekon. ta prava "KROK". Kiev: Takson, 2009. Print. **7.** *Bushuev, S.D. Kreativnyie tehnologii upravleniya proektami i programmami: Monografiya.* Kiev: Sammit-Kniga, 2010. Print. **8.** *Archibald, R. Upravlenie vyisokotekhnologichnyimi programmami i proektami.* 3rd ed., Moscow: Kompaniya AyTi, DMK Press, 2004. Print. **9.** *Klifford, F.G., and Erik U.L. Upravlenie proektami: prakticheskoe rukovodstvo.* Moscow: Izdatelstvo "Delo i Servis", 2003. Print. **10.** *Miloshevich, D. Nabor instrumentov dlya upravleniya proektami.* Moscow: Kompaniya AyTi, DMK Press, 2006. Print. **11.** *Bushueva, N.S. Modeli i metody proaktivnogo upravleniya programmami organizatsionnogo razvitiya: Monografiya.* Kiev: Nauk. svit, 2007. Print. **12.** *Sidorchuk, L.L. Identifikatsiya konfiguratsiyi parku kombayniv u proektah sistem tsentralizovanogo zbirannya rannih zernovih kultur.* Avtoref. dis. na zdobuttya nauk. stupenya kand. tehn. nauk : spets. 05.13.22 "Upravlinnya proektami ta programami", Lviv, 2008. Print. **13.** *Rach, V. A., O.V. Rossoshanska and O.M. Medvedeva Upravlinnya proektami: praktichni aspekti realizatsiyi strategiy regionalnogo rozvitu.* Navch. posib. Kiev: "K.I.S.", 2010. Print. **14.** *Chumachenko, I.V., V.V. Morozov, N.V. Dotsenko and A.M. Cherednichenko Upravlinnya proektami: protsesi planuvannya proektnih dii: pidruchnik.* Kiev: Universitet ekonomiki ta prava "KROK", 2014. Print. **15.** *Morozov, V.V., and S.I. Rudnitskiy "Formalizatsiya protsesa identifikatsiyi konfiguratsii proekta." Visnik NTU "KhPI". No 2. 2014. 58-70. Print. **16.** *Venttsel, E.S. Issledovanie operatsiy.* Moscow: "Sovetskoe radio", 1972, Print. **17.** *Hemdi, P., and A. Taha Vvedenie v issledovanie operatsiy.* Moscow: Izdatelskiy dom "Vilyame", 2005, Print.*

Поступила (received) 25.11.2014