

and its application". *The 7th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications* Berlin, Germany (2013). 578–582. Print.

6. Kononenko, I.V., and Haraziy, A.V. "Trehetapnyiy metod vyibora optimalnoy metodologii upravleniya proektom". *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskoy konferentsii "Matematicheskoe modelirovanie protsessov v ekonomike i upravlenii innovatsionnyimi proektami (MMP-2014)" Koblevo, 16-21 sentyabrya 2014 g. Trudyi – Harkov: HNURE*, (2014). 103–105. Print.

7. Kononenko, I.V., and Kolesnik M.E. "Razrabotka i primenenie programmnoho obespecheniya dlya optimizatsii soderzhaniya proektov po kriteriyam pribyil, vremya, stoimost, kachestvo i riski". *Upravlnnaya proektami: stan ta perspektivi: tezi dopovldey VIII Mizhnarodnoyi naukovo-praktichnoyi konferentsiyi. Mikolayiv* (2012). 94–95. Print.

8. Kononenko, I. V., E. V. Lobach and A. V. Haraziy "Mnogokriterialnaya optimizatsiya soderzhaniya proekta pri zadannykh prioritetaх dlya kriteriev *Open information and computer integrated technologies: Sb. nauch. trudov.* Harkov: Nats. aerokosmicheskii un-t «НАВ». No. 59. (2013). 6–13. Print.

Поступила (received) 05.02.2012

УДК 005.8: 519.876.5

А. М. ВОЗНЫЙ, канд. техн. наук, доц., НУК, Николаев;
К. В. КОШКИН, д-р техн. наук, проф., директор ИКИТН НУК;
Н. Р. КНЫРИК, старший преподаватель, НУК, Николаев

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИТ-ПРОЕКТОВ НА ОСНОВЕ СЕТЕЙ ПЕТРИ

Предложена интегрированная имитационная модель ИТ-проекта на основе модифицированной сети Петри, которая объединяет модель продукта и модель работ проекта. Представлена содержательная интерпретация компонентов имитационной модели, описан процесс симуляции на ее основе.

Ключевые слова: управление ИТ-проектами, имитационное моделирование, сети Петри.

Введение. Концепция проекта в области информационных технологий описывает процесс создания и сопровождения систем в виде жизненного цикла (ЖЦ), представляя его как последовательность стадий и выполняемых процессов. Для каждого этапа жизненного цикла определяются состав и последовательность выполняемых работ, получаемые результаты, методы и средства, необходимые для выполнения работ, состояние продукта, роли и ответственность участников и т.д. Такое формальное описание позволяет спланировать и организовать процесс коллективной разработки программного обеспечения (ПО) и обеспечить управление этим процессом.

Существенной с точки зрения успеха проекта проблемой является осуществление объективного мониторинга текущего состояния продукта проекта. Большинство методологий управления ИТ-проектами не имеют эффективных средств доступа к объективной, полной и достоверной

информации об изменении состояния продукта. Это препятствует формированию своевременных и оптимальных управленческих воздействий на проект.

Постановка проблемы в общем виде. В управлении ИТ-проектами выделяют каскадную и итеративную модели процессов разработки ПО.

Каскадная разработка или модель водопада (англ. waterfall model) – модель процесса разработки программного обеспечения, в которой процесс разработки выглядит как поток, последовательно проходящий фазы анализа требований (requirements), проектирования (analysis and design), реализации (implementation), тестирования (testing), интеграции и поддержки (deployment) [1].

Проблемой применения этой модели является то, что каждое изменение требований заставляет возвращаться к фазе определения требований и повторять весь процесс сначала. Кроме того, в ней ограничены возможности оценки и корректировки важных атрибутов проекта – скорости разработки, качества продукта (адекватно оценить их становится возможным только на поздних этапах реализации проекта).

Современные методологии управления ИТ-проектами ориентированы на итеративный процесс разработки: Rational Unified Process, Microsoft Solutions Framework и Agile (Scrum, Extreme Programming, Crystal, Feature Driven Development). Итеративная разработка (англ. iteration – повторение) – выполнение работ параллельно с непрерывным анализом полученных результатов и корректировкой предыдущих этапов работы. Проект при этом подходе в каждой фазе развития проходит повторяющийся цикл: планирование–реализация–проверка–оценка (англ. *plan–do–check–act cycle*).

В большинстве методологий делается упор на определение комплекса работ, последовательности выполнения и их детального содержания. Формальный мониторинг состояния продукта либо не осуществляется совсем, либо модель продукта примитивна и не позволяет целостно понять, что представляет собой продукт в текущий момент времени, тем более планировать его состояние в будущем.

Методология PRINCE2 является процессно-ориентированной с фокусом на продукт (product-based), в ней четко разграничены понятия жизненного цикла проекта и жизненного цикла продукта проекта. PRINCE2 предлагает специальную технику планирования PBS (Product Breakdown Structure): целевой продукт разбивается на непересекающиеся подпродукты (по сути – выполняемые работы), которые должны быть произведены во время данного проекта. Затем разрабатывается детальное описание этих продуктов с критериями оценки качества.

В Scrum (методология гибкой разработки) модель продукта представлена в виде журнала [2]. В рамках типовых активностей аналитик выявляет и прорабатывает требования к продукту, формируя журнал

продукта, который выделяет функциональные области (Epic, высокоуровневые функции продукта) и формирует Product Backlog пользовательских историй (User Story), группируя их по функциональным областям. В процессе работ над проектом журнал продукта может пересматриваться и дополняться – в него включаются новые требования, удаляются ненужные, пересматриваются приоритеты.

Таким образом, успешная реализация ИТ-проектов сегодня невозможна без мониторинга состояния проекта, состояния продукта проекта, анализа отклонений при реализации проекта, координации и перераспределения ресурсов. Однако, в существующих методологиях управления ИТ-проектами отсутствует необходимая для этого модель продукта, интегрированная с моделью работ проекта.

Целью работы является разработка интегрированной имитационной модели ИТ-проектов на основе сетей Петри.

Изложение основных результатов исследования. В качестве примера рассмотрим проект создания компонента сайта "календарь событий" формируемого согласно модели MVC. Изменения состояния создаваемого в проекте продукта происходят скачкообразно через достаточно длительные промежутки времени, потому для описания состояний продукта целесообразно использовать дискретное время. При этом можно рассматривать моделируемую динамическую систему лишь в моменты смены состояний.

Эффективным средством формального описания и анализа дискретных систем с параллельными и асинхронными процессами является использование формализма сетей Петри. Системы с дискретным временем можно представить как структуру, образованную из элементов двух типов: событий (позиций) и условий (переходов).

Сеть Петри определяется четырьмя множествами:

$$C = (P, T, I, O),$$

где $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}, n \geq 0$ – конечное множество позиций, $T = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}, m \geq 0$ – конечное множество переходов, таких, что $P \cap T = \emptyset$, $I: T \rightarrow P^\infty$ – входная функция – отображением переходов в комплекты позиций, $O: T \rightarrow P^\infty$ – выходная функция – отображение из переходов в комплекты позиций [3].

Граф G сети Петри – это двудольный ориентированный мультиграф $G = (V, E)$, где $V = P \cup T$ – множество вершин, $E = \{e_1, e_2, \dots, e_r\}$ – комплект

направленных дуг, $e_i = (v_j, v_k)$, где $v_j, v_k \in V$ и для любой направленной дуги либо $v_j \in P, v_k \in T$, либо $v_j \in T, v_k \in P$.

Маркировка μ сети Петри – это отображение множества позиций P во множество неотрицательных целых чисел $\mu: P \rightarrow N$. Т.е. каждому элементу множества P соответствует натуральное число, которое отражает потенциал данной позиции $\mu(p_i) = \mu_i$ – количество фишек в позиции p_i .

В качестве средства для моделирования работы сети Петри, описывающей процесс создания компонента сайта (рис. 1), была выбрана среда *AnyLogic*.

В представленной модели произведена декомпозиция проекта на микропроекты, в результате выполнения которых происходит изменение состояния соответствующего продукта. При наличии ресурсов в ситуации, когда продукт находится в состоянии, которое необходимо для начала выполнения микропроекта, происходит срабатывание перехода компонента продукта в новое состояние.

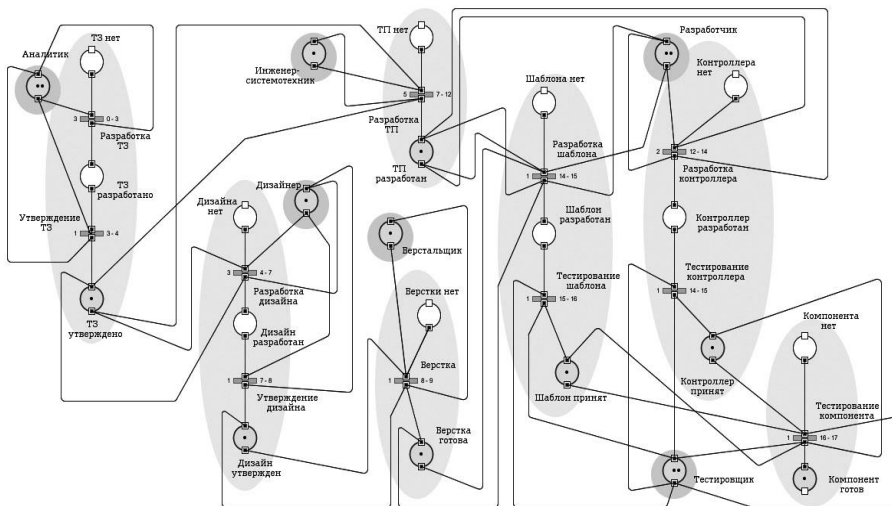


Рис. 1 – Имитационная модель ИТ-проекта создания компонента сайта

Объектами модели являются: компоненты продукта, ресурсы (исполнители) и работы (микропроекты). Множество позиций $P = \{p_1, p_2, \dots, p_{23}\}$ созданной сети Петри – это объединение множества состояний компонентов продукта и множества состояний ресурсов. Множество переходов $T = \{t_1, t_2, \dots, t_{13}\}$ – это совокупность работ проекта (микропроекты).

Процесс симуляции на основе модели демонстрирует процесс последовательно-параллельной активизации переходов. Переход активизируется при количестве фишек во входных позициях большем или равном кратности дуг. Другими словами, работа может начаться только тогда, когда определенный компонент продукта находится в определенном состоянии и имеется достаточное количество доступных ресурсов. При срабатывании перехода происходит перенос фишек из входных позиций в выходные согласно кратности дуг (расходование / высвобождение ресурсов и переход компонента продукта в новое состояние). Завершение процесса симуляции приводит сеть к разметке, которая называется конечной.

Сети Петри моделируют широкий класс систем, но в определенных случаях удобно применять сети Петри не общего вида, а их расширения (временные, стохастические, функциональные, ингибиторные, иерархические и цветные сети Петри). Так, модель создания компонента сайта представляет собой временную сеть Петри, поскольку в ней моделируется не только последовательность событий, но и их привязка ко времени. Для каждого перехода определен вес – продолжительность срабатывания (задержка), что позволяет исследовать временные характеристики моделируемой системы.

Выводы.

1 В работе сформулирована концепция интеграции модели продукта и модели работ проекта на основе модифицированной сети Петри, а также предложена соответствующая имитационная модель ИТ-проекта.

2 Дальнейшие исследования должны быть направлены на формализацию процедур планирования и проведения модельных экспериментов [4].

Список литературы: 1. Royce, W. W. Managing the development of large software systems [Text] / W. W. Royce. – Proceedings of IEEE Wescon, 1970. – P. 382–338. 2. Кон, Майк. Scrum : гибкая разработка ПО : пер. с англ. [Текст] / Майк Кон. – М. : ООО "И.Д. Вильямс", 2011. – 576 с. 3. Питерсон, Джеймс. Теория сетей Петри и моделирование систем : пер. с англ. [Текст] / Джеймс Питерсон. – М. : Мир, 1984. – 264с. 4. Кошкин К.В. Оценка сценариев развития организационных систем на основе модельных экспериментов [Текст] / К.В. Кошкин, А.М. Возный, Н.Р. Кнырик // Вісник ХТУ "ХПІ". Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. – Харків : ХТУ "ХПІ", 2014. – №2(1045). – С. 27–32.

Bibliography (transliterated): 1. Royce, W. W., "Managing the Development of Large Software Systems": Proc. 9th. Intern. Conf. Software Engineering, IEEE Computer Society Los Alamitos, CA, USA, 1987, 328-338. Print. 2. Kon, Mayk. Scrum: hybkaya razrabotka PO. Moscow: OOO "Y.D. Vyl'yams", 2011. Print. 3. Pyterson, Dzheymys. Teoryya setey Petry y modelyrovanye system. Moscow: Myr, 1984. Print. 4. Koshkin K.V., A.M. Voznyi and N.R. Knyrik. "Otsenka stsenariyev razvitiya organizatsionnykh sistem na osnove model'nykh eksperimentov." Visnik NTU "HPI". Ser: Strategic management, portfolio management, program and project management. No. 2(1045). Kharkiv : NTU "HPI", 2014. 27–32. Print.

Поступила (received) 05.12.2014