

11. ISO 14001:1996. Environmental management systems. Specification with guidance for use [Electronic resource]. — Available at: \www/URL: https://www.deq.state.ok.us/factsheets/customer/ISO_14001.pdf. doi:10.3403/00889097
12. Москалюк, А. Ю. Проектизация процессов охраны труда [Текст] / А. Ю. Москалюк, П. А. Тесленко // Матеріали 7-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Управління проектами: Стан та перспективи». — Миколаїв: НУК, 2011. — С. 208–210.
13. Москалюк, А. Ю. Место проектного управления в предметной области охраны труда [Текст]: тези доповідей / А. Ю. Москалюк, П. А. Тесленко // Матеріали II Міжнародної наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених «Стан та перспективи розвитку соціально-економічних систем в епоху економіки знань». — Луганск: Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля, 2013. — С. 44–49.
14. OHSAS 18011:1999 Система менеджменту галузі промислової безпеки та охорони праці. Вимоги.
15. ДСТУ ISO 9001-2001 Системи управління якістю. Вимоги [Текст]. — Чинний від 01.10.2001. — К.: Держстандарт України, 2001. — 23 с.
16. ДСТУ EN 1050:2003. Безпечність машин. Принципи оцінювання [Текст]. — К.: Держкомстат України, 2004. — 18 с.
17. A Guide to the Project Management Body of Knowledge [Text]: An American National Standard ANSI/PMI 00-001. — Ed. 5. — PMBOK, 2013. — 615 p.
18. Москалюк, А. Ю. Информационное конструирование проектов по охране труда как сложных организационно-технических систем [Текст] / А. Ю. Москалюк // Технологический аудит и резервы производства. — 2012. — № 4/1(6). — С. 39–40. — Режим доступа: \www/URL: <http://journals.uran.ua/tarp/article/view/4784>

МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ МАШИНОБУДІВНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Розроблено модель процесу управління охороною праці, яка здійснюється через реалізацію проектів охорони праці. Застосування проектно-орієнтованого підходу до управління охороною праці обґрунтовано застосуванням міжнародних стандартів з управління проектами та рекомендацій Міжнародної Організації Праці (МОП).

Ключові слова: охорона праці, проект охорони праці, умови праці, проактивне управління.

Москалюк Андрей Юрьевич, старший преподаватель, кафедра управления системами безопасности жизнедеятельности, Одесский национальный политехнический университет, Украина, e-mail: Andreum@mail.ru.

Пурич Валентина Николаевна, кандидат технических наук, доцент, кафедра управления системами безопасности жизнедеятельности, Одесский национальный политехнический университет, Украина.

Москалюк Андрій Юрійович, старший викладач, кафедра управління системами безпеки життєдіяльності, Одеський національний політехнічний університет, Україна.

Пурич Валентина Миколаївна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра управління системами безпеки життєдіяльності, Одеський національний політехнічний університет, Україна.

Moskaliuk Andrew, Odessa National Polytechnic University, Ukraine, e-mail: Andreum@mail.ru.

Purich Valentina, Odessa National Polytechnic University, Ukraine

УДК 658.511

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.47969

Рудницький С. И.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБОБЩЕННОГО ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ КОНФИГУРАЦИЕЙ В УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ

Разработана модель оценки эффективности обобщенного процесса управления конфигурацией безотносительно к объекту его приложения для сферы управления проектами. Модель включает универсальные методы определения стоимости реализации процесса и ущерба от рассогласования контролируемого объекта, а также описание относительных показателей эффективности. Приведено обоснование применения метода имитационного моделирования для расчета указанных показателей.

Ключевые слова: конфигурация, управление конфигурацией, проект, управление проектами, процесс, показатель эффективности, оценка эффективности.

1. Введение

Турбулентные процессы в экономике, политике, обществе, промышленности и других сферах деятельности человека привели к появлению ряда проектов, которые отличаются высокой изменчивостью в ходе своего жизненного цикла (ЖЦ). Учитывая практическую неизбежность возникновения изменений, в сфере управления проектами (УП) появилась задача поддержки согласованности проекта. Известно, что механизмом под-

держки согласованности в сфере УП выступает процесс общего управления конфигурацией (УК) [1]. Условно этот процесс можно разделить на процесс УК продукта проекта и процесс УК самого проекта. Отметим, что процесс УК продукта исследован уже достаточно глубоко для своей эффективной реализации, чего нельзя сказать о процессе УК проекта, что ведет к *проблеме повышения эффективности реализации процесса УК проекта*. Единство концепций и подходов к УК различных объектов, позволило разработать концептуальную

модель обобщенного процесса УК безотносительно к объекту его приложения [2], на основе, которой проведена формализация этого процесса [3]. Следующим шагом является разработка модели оценки эффективности обобщенного процесса УК, которая позволит разрабатывать детальные математические модели процессов УК конкретных объектов с целью их оптимизации.

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Анализ материалов в сфере УК показывает, что исследования оценки эффективности проводились, в основном, для процессов УК направленных на продукт проекта, а не сам проект. Так в работе [4] автор предлагает модель оценки эффективности для процесса УК системы пожаротушения в сельском административном районе. Модели оценки эффективности процессов УК конкретных продуктов проекта содержатся в следующих работах: [5] — система централизованной заготовки молока, [6] — сервисные и обслуживающие системы, [7] — парк комбайнов, [8] — учет расхода ядерного топлива. Модель оценки эффективности процесса УК, представленная в исследовании [9], частично, но не явно направлена на некоторые элементы проекта разработки ПО. В работе [10] автор касается вопросов оценки эффективности при планировании процесса УК в рамках целой программы. Однако, эти модели не являются универсальными, в том смысле, что их нельзя применить для оптимизации обобщенного процесса УК безотносительно к объекту его приложения. Поэтому, *проблема заключается в отсутствии универсальной модели оценки эффективности обобщенного процесса УК и методов их определения.*

3. Объект, цель и задачи исследования

Объект исследования — обобщенный процесс УК объекта.

Предмет исследования — эффективность обобщенного процесса УК объекта.

Цель исследования — разработать модель оценки эффективности обобщенного процесса УК объекта.

Для достижения цели исследования нужно:

- разработать метод определения стоимости реализации процесса УК объекта;
- разработать метод определения ущерба от несогласования контролируемого объекта;
- описать относительные показатели эффективности исследуемого процесса.

4. Модель оценки эффективности обобщенного процесса УК

Напомним [11], что в этом исследовании рассматривается обобщенный процесс УК, направленный на некоторый объект o_i , принадлежащий универсальному бесконечному, счетному множеству объектов: $O = \{o_i | i \in \mathbb{N}\}$. Также напомним [3], что процесс УК i -го объекта представляет собой упорядоченную последовательность своих вариантов реализации $\zeta_i^n, i \in \mathbb{N}, n \in \mathbb{N}$ которые меняют друг друга в моменты падения эффективности рассматриваемого процесса ниже приемлемого уровня. Условимся, в дальнейшем, обозначать

количество вариантов реализации процесса УК i -го объекта как Ξ_i .

4.1. Абсолютные показатели эффективности. В работе [2] показано, что оптимизацию процесса УК объекта целесообразно проводить на основе таких показателей эффективности как стоимость реализации этого процесса, а также ущерб от рассогласования контролируемого объекта.

4.1.1. Стоимость реализации процесса УК. Рассмотрим как определить стоимость C_i реализации процесса УК i -го объекта. Взгляд на этот процесс, как на совокупность своих вариантов реализации ζ_i^n , указывает, что величина C_i равна сумме стоимостей C_i^n реализации всех вариантов ζ_i^n :

$$C_i = \sum_{n=1}^{\Xi_i} C_i^n. \quad (1)$$

В свою очередь, взгляд на вариант ζ_i^n как на совокупность действий, указывает, что величина C_i^n складывается из стоимости выполнения каждого действия, которое будет выполнено в течении n -го периода.

Поэтому, прежде всего, рассмотрим как определить стоимость выполнения отдельного действия. Анализ процессов УК в различных типах проектов выявил следующие факторы, влияющие на эту величину:

— *Группа действия.* Стоимость выполнения одного и того же действия в различных группах — различна. Например, первоначальное планирование практически всегда выше по стоимости, чем повторное планирование как реакция на изменение объекта. Таким образом, при определении стоимости выполнения действия нужно учитывать группу, в которой оно находится.

Формальность действия. Как указывалось выше, формальность выполнения действия оказывает влияние на его стоимость. Рассмотрим следующую ситуацию, но прежде напомним, что процесс УК рассматривается как совокупность своих вариантов реализации. Допустим, что некоторое действие было выполнено формально, с некоторой стоимостью, в рамках варианта ζ_i^n . Как показывает практика, существуют действия, которые в рамках следующего варианта ζ_i^{n+1} могут считаться выполненными формально и с нулевой стоимостью. Этот случай, например, хорошо иллюстрирует действия по идентификации конфигурации. Таким образом, при определении стоимости выполнения действия нужно учитывать формальность его выполнения как в текущем, так и в предыдущем ВР.

— *Зависимости действия.* Как указывалось выше, зависимость между действиями подразумевает, что результаты одного, например a_1 , необходимы для выполнения другого, например a_2 . Если качество результатов действия a_1 неприемлемо для выполнения действия a_2 , то в содержание действия a_2 войдет повышение качества результатов до приемлемого уровня. Это увеличивает стоимость выполнения действия a_2 . Таким образом, при определении стоимости выполнения действия нужно учитывать формальность выполнения всех действий, от которых зависит заданное.

— *Направленность действия.* Для действий уровня характеристик, стоимость выполнения одного и того же действия для различных характеристик может быть различна. Поэтому, стоимость такого действия нужно

задавать для каждой характеристики отдельно. Это даст возможность учесть особенности каждой характеристики, которые влияют на величину стоимости выполнения действия.

— *Степень рассогласования.* Практика показывает, что, во многих случаях, чем больше степень рассогласования объекта или характеристики, тем выше стоимость выполнения действия. Заметим, что степень рассогласования влияет *только* на действия привязанные к изменениям, поскольку рассогласование это результат изменения. Будем обозначать степень рассогласования символом ρ . Напомним [11], что различные характеристики могут принимать свои значения v_{ij} на различных множествах, вообще говоря, не метрических. Уже одно это обстоятельство, в дополнении к другим типам изменения объекта, приводит к вопросу: как охарактеризовать степень рассогласования объекта или характеристики? Универсальным описанием степени рассогласования является метрика d . Введя метрику для i -го объекта на множестве всех его возможных состояний S_i , степень рассогласования ρ_i i -го объекта будет равна:

$$\rho_i = d_i(s'_i, s^c_i), d_i(s^1_i, s^2_i): S_i \times S_i \rightarrow \mathbb{R}. \quad (2)$$

И аналогично для j -й характеристики i -го объекта:

$$\rho_{ij} = d_{ij}(s'_{ij}, s^c_{ij}), d_{ij}(s^1_{ij}, s^2_{ij}): S_{ij} \times S_{ij} \rightarrow \mathbb{R}. \quad (3)$$

Введенные таким образом метрики позволяют охарактеризовать степень рассогласования объекта ρ_i или характеристики $C_{i,gk}$ которая возникает при любых, описанных выше, типах изменений.

— *Условия выполнения действия.* Очевидно, что стоимость выполнения действия зависит от условий его выполнения, например таких как: исполнитель, место, корпоративная культура и т. п., среди которых, очевидно, присутствуют случайные факторы. Следовательно, стоимость выполнения действия является случайной величиной.

Принимая во внимание зависимость стоимости выполнения действия от его направленности и группы, а также неопределенность условий выполнения действия, введем следующие случайные величины и их функции распределения:

- $C_{i,gk}$ — стоимость выполнения k -го действия уровня объекта g -й группы для i -го объекта; $CF_{i,gk}$ — функция распределения случайной величины $C_{i,gk}$.
- $C_{ij,gk}$ — стоимость выполнения k -го действия уровня характеристики g -й группы для j -й характеристики i -го объекта; $CF_{ij,gk}$ — функция распределения случайной величины $C_{ij,gk}$.

Напомним, формальность выполнения действий AF_i^n — управляющий параметр разрабатываемой модели. Поэтому значения функций распределения $CF_{i,gk}$ и $CF_{ij,gk}$ должны зависеть от AF_i^n . Для учета всех указанных выше факторов влияния можно грубо представить функции распределения как: $CF_{i,gk}(x, o_i, \zeta_i^n, \zeta_i^{n-1})$ и $CF_{ij,gk}(x, o_i, \zeta_i^n, \zeta_i^{n-1})$, где $o_i, \zeta_i^n, \zeta_i^{n-1}$ являются параметрами, а не аргументами функции. Другими словами, при описании аналитического выражения для функций распределения, необходимо учесть все указанные выше факторы, которые описаны как составляющие этих

параметров. Заметим, что для определения степени рассогласования с помощью метрик (2) и (3) необходимо знать текущее s'_i и согласованное s^c_i состояния объекта, а также текущее s'_{ij} и согласованное s^c_{ij} состояния характеристик. Определить эти состояния можно из описания i -го объекта.

Практика показывает, что, со временем, вид функций распределения $CF_{i,gk}$ и $CF_{ij,gk}$ может изменяться. Не смотря на это, в разрабатываемой модели, указанная величина не зависит от времени. Это объясняется тем, что значительное изменение вид функций распределения $CF_{i,gk}$ и $CF_{ij,gk}$ может вывести текущий вариант ζ_i^n из точки оптимума, и, как следствие, привести к переходу на новый, оптимальный вариант ζ_i^{n+1} . Поэтому в рамках n -го периода, будем считать вид функций распределения $CF_{i,gk}$ и $CF_{ij,gk}$ постоянным.

Используя случайные величины $C_{i,gk}$ и $C_{ij,gk}$ можем написать выражение для расчета стоимости реализации C_i^n варианта ζ_i^n :

$$C_i^n = \sum_{g=1}^G \left(\sum_{k=1}^{\text{card}(AO_{i,g}^n)} n_{i,gk} C_{i,gk} + \sum_{j=1}^{\text{card}(CH_i^n)} \sum_{k=1}^{\text{card}(AC_{i,g}^n)} n_{ij,gk} C_{ij,gk} \right), \quad (4)$$

где G — количество групп, равное пяти; $n_{i,gk}$ — количество выполнений k -го действия уровня объекта g -й группы для i -го объекта; $n_{ij,gk}$ — количество выполнений k -го действия уровня характеристики g -й группы для j -й характеристики i -го объекта; $C_{i,gk}$ и $C_{ij,gk}$ — реализации случайных величин $C_{i,gk}$ и $C_{ij,gk}$ соответственно, при каждом выполнении действия.

Подчеркнем, что из-за зависимости от случайных факторов, стоимость реализации C_i^n варианта ζ_i^n и стоимость C_i реализации процесса УК являются случайными величинами.

Заметим, что, по форме описания, указанные выше параметры стоимости совпадают с параметрами длительности выполнения действий AL_i^n варианта ζ_i^n . Поэтому в дальнейшем будем ссылаться на параметры стоимости реализации варианта ζ_i^n как AC_i^n .

Формула (4) приводит к необходимости определения количества выполненных действий в течение n -го периода: $n_{i,gk}$ и $n_{ij,gk}$. Напомним, что каждое действие входит в одну или несколько групп. Момент выполнения каждой группы определяется наступлением некоторого события, которое в дальнейшем будет называть *триггерным*. Каждая группа имеет свой определенный набор триггерных событий [3]:

1. $AG_{i,1}$: до достижения первого согласованного состояния:
 - Начало реализации процесса УК.
2. $AG_{i,2}$: после достижения согласованного состояния:
 - Корректирующие изменения.
 - Корневые изменения, не нарушающие согласованности объекта.
3. $AG_{i,3}$: после рассогласования объекта:
 - Корневые изменения, нарушающие согласованность.
4. $AG_{i,4}$: в определенные моменты времени:
 - Запланированные события.
5. $AG_{i,5}$: в случайные моменты времени:
 - Случайные события.

При возникновении одного триггерного события, в соответствующей ему группе, все действия уровня объекта должны быть выполнены один раз, а все действия уровня характеристики должны быть выполнены только для некоторой совокупности характеристик, которая затрагивается этим триггерным событием. Эта совокупность характеристик определяет *границу приложения* каждого действия уровня характеристик. Подчеркнем, что в каждой группе должны выполняться все действия: различается только формальность их выполнения и границы приложения. Таким образом, *количество действий n -го периода прямо пропорционально количеству возникающих в течении этого периода триггерных событий, каждое из которых влечет выполнение той или иной группы.*

Теперь ответим на вопрос: всегда ли возникновение триггерного события вызывает выполнение всех действий соответствующей ему группы? С каждым действием связана определенная потребность, для удовлетворения которой оно выполняется. На потребность любого действия указывает триггерное событие той группы, которой принадлежит действие. Если до начала выполнения действия потребность исчезает, то исчезает и необходимость его выполнения. Если бы все действия выполнялись сразу после возникновения потребности, то ни одна потребность бы не исчезла. Это требует наличия неограниченных ресурсов для выполнения теоретически неограниченного количества действий. Но поскольку, как показывает практика УП, ресурсы всегда ограничены, то возникает ситуация, когда некоторые действия выполняются не сразу после возникновения потребности, а ожидают освобождения ресурсов. Ожидание является результатом того, что выполнение любого действия занимает некоторое, вообще говоря, случайное время. Кроме того, одной из составляющих времени ожидания является выполнение действий, которые не входят в состав процесса УК. В течение ожидания может исчезнуть потребность в выполнении действия. Например, одно изменение может вывести характеристику из согласованного состояния, а, во время ожидания, другое изменение может вернуть ее назад в согласованное состояние. Поэтому, *возникновение триггерного события не всегда вызывает выполнение всех действий соответствующей ему группы.*

Зависимость от случайных факторов, а именно: количества триггерных событий возникающих в n -й период, а также длительности ожидания и длительности выполнения действия, приводит к тому, что величины $n_{i,gk}$ и $n_{ij,gk}$ являются реализацией некоторых случайных величин. Опишем их:

— $N_{i,gk}$ — количество выполнений k -го действия уровня объекта g -й группы для i -го объекта; $n_{i,gk}$ — плотность распределения случайной величины $N_{i,gk}$.

— $N_{ij,gk}$ — количество выполнений k -го действия уровня характеристики g -й группы для j -й характеристики i -го объекта; $n_{ij,gk}$ — плотность распределения случайной величины $N_{ij,gk}$.

Из указанного выше видно, что для описания плотностей распределения $n_{i,gk}$ и $n_{ij,gk}$ нужно знать следующее:

— Количество триггерных событий для g -й группы, которые произойдут в n -м периоде. Для некоторых групп время между появлениями двух последовательных

событий случайно. Очевидно, что закон распределения этого времени может быть любым и изменяться со временем.

— Протокол реагирования на триггерные события. Такой протокол может, например, классифицировать события и определять какие из них будут обрабатываться последовательно или параллельно, формально или неформально.

— Количество выделенных ресурсов на процесс УК. Это влияет на длительность выполнения действий и, как следствие, на длительность ожидания их выполнения. Заметим, что длительности ожидания и выполнения действия величины случайные с произвольными законами распределения, которые, в общем случае, могут также изменяться со временем.

Ожидание действием своего выполнения подразумевает наличие некоей очереди триггерных событий и, как минимум, одного канала их обработки, которая заключается в выполнении соответствующей группы. Это означает, процесс УК можно рассматривать как систему массового обслуживания (СМО) [12]. С этой точки зрения, процесс УК всегда представляет собой СМО с ожиданием. Действительно, например, при изменении какой-либо единицы конфигурации, ее новое состояние всегда должно быть зафиксировано независимо от того, когда начнется эта фиксация. При этом, некоторые триггерные события, или используя термины СМО — заявки, могут как устаревать, так и нет, что свидетельствует об исчезновении определенной потребности. Конкретные характеристики этой СМО такие как, например: число каналов обслуживания, длина очереди и другие, определяются условиями осуществления процесса УК и контролируемым объектом.

Произвольность всех указанных законов распределения не позволяет использовать для описания этой СМО стандартный математический аппарат марковских случайных процессов, предполагающий пуассоновские потоки триггерных событий [12]. В этом случае, единственным практически пригодным методом моделирования процесса УК выступает метод имитационного моделирования [12], использование которого позволит оценить количество выполняемых действий в n -й период.

В заключение описания этого показателя напомним, что величины $C_{i,gk}$, $C_{ij,gk}$ и соответствующие им функции распределения $CF_{i,gk}$, $CF_{ij,gk}$ могут меняться от одного варианта реализации, или периода, к другому. Поэтому, в дальнейшем, для указания периода будем использовать, как обычно, верхний индекс: $C_{i,gk}^n$, $C_{ij,gk}^n$, $CF_{i,gk}^n$, $CF_{ij,gk}^n$.

4.1.2. Ущерб от рассогласования объекта. Перейдем к рассмотрению следующего показателя эффективности процесса УК — ущерба от рассогласования объекта. Как и в случае со стоимостью C_i реализации процесса, общий ущерб H_i от рассогласования объекта нанесенный в течение всего процесса естественно представить как сумму ущербов H_i^n нанесенных в течении каждого варианта реализации ζ_i^n :

$$H_i = \sum_{n=1}^{\Xi_i} H_i^n. \quad (5)$$

Рассмотрим как можно определить значение величины H_i^n .

Обратим внимание, что в этой работе подвергается анализу только та часть ущерба, которая появилась вследствие рассогласования контролируемого объекта. Это значит, что *ущерб, какой бы семантики он ни был, всегда представляет собой разницу значений одного и того же определенного критерия, которые (значения) рассчитаны на основе согласованного и текущего состояния объекта:*

$$H_i^n = kf_i^h(s_i^s) - kf_i^h(s_i^c). \quad (6)$$

где s_i^s — текущее состояние i -го объекта; s_i^c — согласованное состояние i -го объекта; kf_i^h — функция для расчета значений критерия, разброс которых, семантически определяет ущерб для i -го объекта.

Если контролируемый объект o_i является проектом, то, в качестве примера такого критерия, можно привести дату завершения проекта. В этом случае, ущерб является разницей между прогнозируемой датой $kf_i^h(s_i^s)$, рассчитанной на основе текущего состояния проекта, и запланированной датой $kf_i^h(s_i^c)$, рассчитанной на основе согласованного состояния проекта. Другими словами, здесь ущерб — это превышение запланированного срока завершения проекта, т. е. задержка. Другой пример ущерба — перерасход бюджета проекта, где критерием выступает бюджет проекта. В дальнейшем будем называть такие критерии — *критериями ущерба*.

Из приведенных примеров видно, что функция kf_i^h должна быть числовой, а сам ущерб H_i^n выражается некоторым числом, в общем случае, действительным. При этом ущерб будет иметь нулевое значение, только тогда, когда объект находится в согласованном состоянии, а конкретная интерпретация положительных и отрицательных значений ущерба определяется его семантикой.

Практика показывает, что *значение критерия ущерба, какой бы семантикой он не обладал, всегда можно определить на основе значений некоторого множества характеристик*. Более того, в некоторых случаях, например, как в приведенных выше примерах, критерий ущерба определяется только одной характеристикой. Следовательно, в таких случаях, ущерб представляет собой отклонение значения этой характеристики от ее согласованного состояния. Например, пусть критерий ущерба представляет собой удовлетворенность заинтересованной стороны результатом проекта. В этом случае контролируемым объектом o_i является проект, а заинтересованная сторона является компонентом o_x этого проекта, который имеет характеристику ch_{xj} — удовлетворенность, измеряемую, например, в процентах. В дальнейшем, будем рассматривать только случаи, когда критерий ущерба зависит от значений множества характеристик, как более общих. Обозначим множество таких характеристик для i -го объекта как CH_i^h . Из зависимости значения критерия ущерба от значений характеристик множества CH_i^h следует, что в функцию kf_i^h можно передавать не текущее и согласованное состояния объекта, а только соответствующие состояния характеристик из упомянутого множества:

$$H_i^n = kf_i^h(SCH_i^{h,s}) - kf_i^h(SCH_i^{h,c}), \quad (7)$$

где $SCH_i^{h,s}$ и $SCH_i^{h,c}$ — множества текущих и согласованных состояний характеристик из CH_i^h соответственно.

Объекты, чьи характеристики входят в множество CH_i^h могут как быть компонентами i -го объекта, так и нет. Существенно то, что все характеристики из CH_i^h связаны прямо или косвенно отношениями согласованности \mathcal{E} с другими характеристиками из множества CH_i^h (характеристики объекта и его компонентов). Это значит, что *любое* изменение $\delta_{i,t}$ i -го объекта (и, следовательно, характеристик из CH_i^h) может привести к изменению значения критерия ущерба. Такая ситуация возникает потому, что любое изменение $\delta_{i,t}$ может повлиять, по средствам отношения согласованности \mathcal{E} и других внутренних связей объекта, на текущее или согласованное состояния характеристик из CH_i^h , от которых зависит значение критерия ущерба (7). Поэтому значение ущерба H_i^n остается постоянным только между соседними изменениями объекта.

Напомним, что степень рассогласования ρ_i i -го объекта может меняться при любом изменении этого объекта. Это происходит потому, что ρ_i зависит от текущего и согласованного состояний объекта (2), которые затрагиваются при любом изменении объекта.

Теперь обратим внимание, что ущерб H_i^n , определяемый формулой (7) это тот ущерб, к которому *приведет текущая* степень рассогласования ρ_i i -го объекта до конца его ЖЦ. Для иллюстрации этого вернемся к примеру с превышением срока завершения проекта. Пусть некоторое изменение привело к рассогласованию проекта, что увеличило планируемый срок его реализации, например, на X дней. В этом случае ущерб $H_i^n = X$. Но, это не значит, что проекту, в момент возникновения изменения, будет сразу нанесен ущерб со значением X . Очевидно, что ущерб проекту будет наноситься с некоторой скоростью и в конце его ЖЦ, *если не возникнет другое изменение*, нанесенный ущерб будет равен X . Итак, в общем случае, весь ущерб H_i^n наносится не сразу после возникновения изменения, а в течение *определенного* времени с *определенной* скоростью.

Из этого следует, что величину определяемую формулой (7) нельзя назвать ущербом от рассогласования i -го объекта в течение n -го периода. Будем называть эту величину *ущербом по состоянию с момента времени t* , а обозначать как $H_{i,t}^s$. Заметим, эта величина не привязана ни к какому периоду. Уточним формулу ее расчета:

$$H_{i,t}^s = kf_i^h(SCH_{i,t}^{h,s}) - kf_i^h(SCH_{i,t}^{h,c}), \quad (8)$$

где $SCH_{i,t}^{h,s}$ и $SCH_{i,t}^{h,c}$ — множества текущих и согласованных состояний характеристик из CH_i^h соответственно, которые они имели в момент t . Итак, величина $H_{i,t}^s$ показывает какой ущерб будет нанесен начиная с момента времени t и до конца ЖЦ объекта, при неизменных текущем и согласованном состояниях объекта. Подчеркнем, постоянными должны оставаться как текущее, так и согласованное состояния объекта.

Пусть скорость нанесения ущерба от рассогласования i -го объекта в единицу времени в любой момент t определяется функцией $hw_i(t)$. Тогда ущерб нанесенный в течение интервала времени τ , начиная с момента t , можно определить так:

$$hf_i(t, \tau) = \int_t^{t+\tau} hw_i(x) dx. \quad (9)$$

Понятно, что в общем случае, нельзя сделать допущение о виде функции hv_i , но можно утверждать, что она должна быть непрерывна на всей своей области определения, а также задать для нее следующее условие нормировки:

$$H_{i,t}^s = hf_i(t, T), \quad (10)$$

где T — интервал времени от момента возникновения изменения t и до конца ЖЦ i -го объекта. В качестве иллюстрации рассмотрим как можно задать функцию hv_i для примера с превышением срока завершения проекта на X дней, т. е. $H_i^n = X$. Допустим, что это время занимает только одна дополнительная работа (изменение-следствие), появившаяся из-за рассогласования объекта, лежащая на критическом пути и не выполняющаяся параллельно с другими работами. Пусть единицей измерения времени будет день, и эта дополнительная работа начинается в момент t_b , а заканчивается в момент $t_e = t_b + X$. В этом случае функция hv_i будет иметь следующий вид:

$$hv_i(t) = \begin{cases} 0, & t < t_b \wedge t > t_e; \\ 1, & t_b \leq t \leq t_e. \end{cases} \quad (11)$$

Теперь заметим, что задав функцию hv_i на всем протяжении ЖЦ объекта можно определить ущерб H_i для всего процесса по формуле (9), задав момент начала ЖЦ и его длину. С этой точки зрения, рассмотрим особенности присущие функции hv_i :

— Очевидно, что эта функция не будет иметь один и тот же аналитический вид на всем протяжении ЖЦ. Точки изменения вида функции будут совпадать с моментами возникновения *некоторых* изменений объекта. Действительно, из условия нормировки (10) видно, что вид функции зависит от ущерба по состоянию $H_{i,t}^s$ (8), который, в свою очередь, зависит от множества текущих и согласованных состояний характеристик из CH_i^h . А эти состояния, как показано выше, могут меняться при некоторых изменениях объекта.

— В общем случае, множество характеристик CH_i^h также может меняться в течении ЖЦ объекта при его изменении. Это обстоятельство тоже указывает на то, что вид этой функции может меняться при изменениях объекта.

— Теоритически, функция hv_i может быть как случайной, так и детерминированной [12]. Однако, учитывая практическую направленность этого исследования, допустим, что эта функция детерминированная, как минимум в пределах отдельного варианта реализации.

Из указанных особенностей видно, что аналитическое выражение для функции hv_i может меняться после каждого изменения объекта. Поэтому, даже в пределах одного периода, ущерб H_i^n представляет собой сумму ущербов от одного изменения к другому:

$$H_i^n = \sum_{t \in \Delta^n}^{card(\Delta^n)} hf_{i,t}^n(\tau), \quad (12)$$

где Δ^n — множество моментов времени изменения объекта в n -м периоде; τ — интервал времени от момента t до момента появления следующего изменения; $hf_{i,t}^n$ — функция определяющая ущерб нанесенный в течение заданного интервала времени, начиная с момента t :

$$hf_{i,t}^n(\tau) = \int_t^{t+\tau} hv_{i,t}^n(x) dx, \quad (13)$$

где $hv_{i,t}^n$ — функция определяющая скорость нанесения ущерба от рассогласования i -го объекта в заданный момент времени, *начиная с момента времени t* . Условие нормировки для функции $hf_{i,t}^n$ не изменилось (10): значение этой функции на всем интервале времени от момента t и до конца ЖЦ i -го объекта должно быть равно ущербу по состоянию $H_{i,t}^s$ с того же момента.

Моменты времени изменения объекта из множества Δ^n случайные. Действительно, они зависят от потоков корневых и корректирующих изменений. Как показано ранее, плотность последних зависит от многих факторов, среди которых присутствует формальность выполнения действий, которая является управляющим параметром в этой модели. Таким образом, видно, что ущерб H_i^n зависит от формальности выполнения действий AF_i^n .

Заметим, что указанная зависимость от случайных факторов, еще раз показывает, что ущерб H_i^n является случайной величиной. Для расчета этой величины нужно обладать информацией о том, когда, сколько и какие изменения объекта произойдут. Понятно, что для большинства конкретных объектов, особенно сложных проектов, такую информацию получить на этапе планирования процесса УК практически невозможно.

Для решения указанной проблемы вспомним, что процесс УК можно рассматривать как СМО, для расчета стоимости функционирования которой, был выше предложен метод имитационного моделирования. Разработав имитационную модель для расчета стоимости, можно использовать ее для определения времени появления изменений объекта и их вида, т. е. формирования множества Δ^n . Далее, на основании этой информации, путем определения функции $hf_{i,t}^n$ для каждого изменения, можно по формуле (13) оценить ущерб H_i^n для n -го периода.

В заключение описания этого показателя отметим, что представленная модель позволяет иметь каждому варианту реализации свой собственный критерий ущерба. Однако, как видно из формулы (5), все величины H_i^n должны быть каким-то образом сведены к одной семантике, предполагающей у этой величины свойство аддитивности.

4.2. Относительные показатели эффективности. По сути, рассмотренные показатели эффективности представляют собой абсолютные величины. Зная значения стоимости C_i и ущерба H_i невозможно оценить степень критичности этих значения для целей существования контролируемого объекта. Пусть, например, контролируемый объект — это проект, а ущерб — задержка его завершения, которая равно одной неделе. В этом случае нельзя судить о его критичности для успеха проекта: для такого суждения важно соотносить задержку со всем сроком реализации проекта. Так для проекта со сроком реализации два года отставание на одну неделю, скорее всего, будет менее критично, чем для проекта со сроком

реализации один месяц. То же самое, можно сказать и о стоимости реализации процесса УК. Поэтому для удобства оценки эффективности процесса УК введем следующие дополнительные показатели эффективности.

4.2.1. Относительная стоимость реализации процесса УК. *Относительная стоимость реализации C_i^r процесса УК i -го объекта* — это доля абсолютной стоимости C_i в общей стоимости реализации $C_{i,\max}$ процесса:

$$C_i^r = \frac{C_i}{C_{i,\max}} * 100 \% . \quad (14)$$

Величина C_i^r может выражаться как в процентах, так и в долях единицы. Что принять за общую стоимость реализации $C_{i,\max}$ процесса, зависит от конкретного объекта и периода расчета. Так например, для проекта, величиной $C_{i,\max}$ может выступать запланированный бюджет или срок завершения проекта, если ущерб представляет собой превышение бюджета или задержку завершения проекта соответственно.

4.2.2. Относительный ущерб от рассогласования объекта. *Относительный ущерб H_i^r от рассогласования i -го объекта* — это доля абсолютного ущерба H_i в общем ущербе $H_{i,\max}$ от рассогласования объекта:

$$H_i^r = \frac{H_i}{H_{i,\max}} * 100 \% . \quad (15)$$

Как и для относительной стоимости C_i^r , величина H_i^r может выражаться как в процентах, так и в долях единицы, а семантика общего ущерба $H_{i,\max}$ определяется конкретным объектом и периодом расчета.

4.2.3. Уверенность в согласованности объекта. В заключении описания относительных показателей эффективности, представляется важным остановиться на понятии *уверенности в согласованности объекта (УСО)*. Важность этого определяется тем, что именно УСО является одним из выходов процесса УК этого объекта.

Принимая во внимание вероятностный характер понятия «уверенность», можно утверждать, что УСО формируется на основе вероятности того, что в тот или иной момент времени, контролируемый объект согласован. Уровень согласованности i -го объекта в этой модели непосредственно выражается величиной рассогласованности ρ_i (точнее обратной к ней). Но, как уже было сказано в работе [2], рассогласованность сама по себе не представляет проблемы. Проблему представляет ущерб H_i от рассогласованности ρ_i объекта. Из этого следует, что УСО может быть выражена через ущерб.

Обозначим уверенность в согласованности объекта как A_i . Поскольку величина A_i безразмерная, то естественным является ее выражение через величину относительного ущерба H_i^r следующим образом:

$$A_i = 1 - H_i^r . \quad (16)$$

Из этого выражения следует, что максимальное значение уверенности — единица, достигается при минимальном относительном ущербе — нуле. Более того, заметим, что относительный ущерб H_i^r , также как и абсолютный H_i , является случайной величиной. Вероят-

ностная природа ущерба и его непосредственная связь с рассогласованием объекта выступают основанием того, что уверенность A_i выражается именно через ущерб, а не другие величины.

5. Выводы

В результате проведенного исследования была разработана модель оценки эффективности обобщенного процесса УК объекта. При этом:

- Разработан универсальный метод определения стоимости реализации процесса УК объекта.
- Разработан универсальный метод определения ущерба от рассогласования контролируемого объекта.
- Описаны относительные показатели эффективности процесса УК объекта.

Кроме того было установлено, что, с математической точки зрения, процесс УК можно представить как систему массового обслуживания с ожиданием. Другие параметры такой системы определяются как конкретным контролируемым объектом, так и условиями реализации процесса УК. Также было обосновано применение метода имитационного моделирования для расчета значений указанных показателей эффективности. В качестве направления улучшения разработанной модели оценки эффективности можно указать ввод многокритериальности показателей: как ущерба, так и стоимости, а также возможность изменения семантики показателей от одного варианта реализации к другому. Разработка этой модели заканчивает построение математической модели обобщенного процесса УК абстрактного объекта. Поэтому следующие работы автора в этом направлении будут посвящены разработке математических моделей процесса УК конкретных объектов, например, проекта.

Литература

1. Морозов, В. В. Концептуальная модель процесса управления конфигурацией в проектах [Текст] / В. В. Морозов, С. И. Рудницкий // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2013. — № 1/10(61). — С. 187–193. — Режим доступа: \www/URL: <http://journals.urau.ua/eejet/article/view/6766>
2. Рудницкий, С. И. Разработка модели обобщенного процесса управления конфигурацией в управлении сложными проектами [Текст] / С. И. Рудницкий // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2015. — № 2/3(74). — С. 15–25. doi:10.15587/1729-4061.2015.39788
3. Рудницкий, С. И. Разработка математической модели обобщенного процесса управления конфигурацией в управлении проектами [Текст] / С. И. Рудницкий // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2015. — № 4/2(76). — Режим доступа: \www/URL: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2015.47292>
4. Ратушний, Р. Т. Методи та моделі управління конфігурацією проекту вдосконалення системи пожежогасіння в сільському адміністративному районі (на прикладі Львівської області) [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.22 / Р. Т. Ратушний; Львів. держ. аграр. ун-т. — Л., 2005. — 19 с.
5. Михалюк, М. А. Обґрунтування методів і моделей ідентифікації та контролю конфігурації проектів систем централізованої заготівлі молока [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.22 / М. А. Михалюк; Львів. держ. аграр. ун-т. — Л., 2008. — 20 с.
6. Татомир, А. В. Узгодження конфігурацій проектів сервісних та обслуговуваних систем (стосовно електрозабезпечення сільськогосподарських підприємств за використання енергії вітру) [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.22 / А. В. Татомир; Львів. нац. аграр. ун-т. — Л., 2009. — 20 с.

7. Сидорчук, Л. Л. Ідентифікація конфігурації парку комбайнів у проектах систем централізованого збирання ранніх зернових культур [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.22 / Л. Л. Сидорчук. — Львів, 2008. — 18 с.
8. Reilly, M. A. Spent Nuclear Fuel Project Configuration Management Plan [Text] / M. A. Reilly. — United States, 1995. — 12 p. doi:10.2172/97000
9. Налютин, Н. Ю. Методы и программные средства управления конфигурациями проектов разработки встроенных систем [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.11 / Н. Ю. Налютин. — Москва, 2008. — 226 с.
10. Vann, J. M. TWRS Configuration management program plan [Text] / J. M. Vann. — United States, 1996. — 54 p. doi:10.2172/662064
11. Рудницький, С. І. Розробка моделі об'єкта обобщенного процесу управління конфігурацією в управлінні проектами [Текст] / С. І. Рудницький // Технологический аудит и резервы производства. — 2015. — № 2/3(22). — С. 38–44. doi:10.15587/2312-8372.2015.41498
12. Вентцель, Е. С. Исследование операций [Текст] / Е. С. Вентцель. — М.: Советское радио, 1972. — 552 с.

РОЗРОБКА МОДЕЛІ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ УЗАГАЛЬНЕНОГО ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ КОНФІГУРАЦІЄЮ В УПРАВЛІННІ ПРОЕКТАМИ

Розроблено модель оцінки ефективності узагальненого процесу управління конфігурацією безвідносно до об'єкта його

застосування для сфери управління проектами. Модель містить універсальні методи визначення вартості реалізації процесу і збитку від неузгодженості контрольованого об'єкта, а також опис відносних показників ефективності. Наведено обґрунтування застосування методу імітаційного моделювання для розрахунку зазначених показників.

Ключові слова: конфігурація, управління конфігурацією, проект, управління проектами, процес, показник ефективності, оцінка ефективності.

*Рудницький Сергій Іванович, аспірант, кафедра бізнес адміністрування та управління проектами, Університет економіки та права «КРОК», Київ, Україна,
e-mail: sergey.rudnitskiy@gmail.com.*

Рудницький Сергій Іванович, аспірант, кафедра бізнес адміністрування та управління проектами, Університет економіки та права «КРОК», Київ, Україна.

Rudnitskiy Sergiy, University of Economics and Law «KROK», Kyiv, Ukraine, e-mail: sergey.rudnitskiy@gmail.com