

7. Висновки

Розроблено систему критеріїв для формування спектральних каналів багатоканального термометра випромінювання в залежності від параметрів окремих спектральних каналів, їх взаємного розташування та методу багатосмугової термометрії за випромінюванням, що є основою для реалізації багатосмугових методів термометрами інфрачервоного випромінювання. На підставі сформульованих критеріїв розроблено вимоги до визначення оптимальних параметрів спектральних каналів багатоканального ТМВ, який використовується у певному спектральному та температурному діапазонах та реалізує відповідні методи вимірювання температури за випромінюванням. Отже, розроблені в роботі критерії формування спектральних каналів термометра інфрачервоного випромінювання дають змогу визначити параметри спектральних каналів для реалізації багатосмугових методів вимірювання температури в термометрах інфрачервоного випромінювання

Література

1. Снопко, В. Н. Спектральные методы оптической пирометрии нагретой поверхности [Текст] / В. Н. Снопко. — Минск: Наука и техника, 1988. — 248 с.
2. Снопко, В. Н. Широкоспектральная оптическая пирометрия. Часть 1 [Текст] / В. Н. Снопко. — Минск, 1993. — 26 с.
3. Свет, Д. Я. Оптические методы измерения истинных температур [Текст] / Д. Я. Свет. — М.: Наука, 1982. — 296 с.
4. Гоц, Н. Є. Моделивання похибок вимірювання температури за випромінюванням багатоканальними методами [Текст]: зб. наук. пр. / Н. Є. Гоц // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Комп'ютерні науки та інформаційні технології. — 2011. — № 710. — С. 107–112.
5. Hots, N. Analiza czynników składowych błędów pirometrii radiacyjnej [Text] / N. Hots, T. Piątkowski // Pomiar. Automatyka. Kontrola. — 2009. — № 11. — P. 874–877.
6. Coates, P. V. Multi-Wavelength Pyrometry [Text] / P. V. Coates // Metrologia. — 1981. — Vol. 17, № 3. — P. 103–109. doi:10.1088/0026-1394/17/3/006
7. Duvaut, T. Multiwavelength infrared pyrometry: optimization and computer simulations [Text] / T. Duvaut, D. Georgeault, J. L. Beaudoin // Infrared Physics & Technology. — 1995. — Vol. 36, № 7. — P. 1089–1103. doi:10.1016/1350-4495(95)00040-2
8. Fu, T. The analysis of optimization criteria for multi-band pyrometry [Text] / T. Fu, X. Cheng, X. Fan, J. Ding // Metrologia. — 2004. — Vol. 41, № 4. — P. 305–313. doi:10.1088/0026-1394/41/4/012
9. Гоц, Н. Е. Сравнительная характеристика методов пирометрии [Текст] / Н. Е. Гоц // Приборы + Автоматика. — 2007. — № 7(85). — С. 35–50.
10. Rogalski, A. Infrared detectors: an overview [Text] / A. Rogalski // Infrared Physics & Technology. — 2002. — Vol. 43, № 3–5. — P. 187–210. doi:10.1016/s1350-4495(02)00140-8

СИСТЕМА КРИТЕРИЕВ ФОРМИРОВАНИЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ КАНАЛОВ МНОГОКАНАЛЬНОГО ТЕРМОМЕТРА ИЗЛУЧЕНИЯ

В статье предложена система критериев для формирования спектральных каналов многоканального термометра излучения, а именно: критерии формирования требований к отдельному спектральному каналу, критерии взаимного расположения спектральных каналов, критерии выбора спектральных каналов в зависимости от метода многоканальной термометрии по излучению. Это позволяет реализовать многоканальные методы измерения температуры по излучению термометрами инфракрасного излучения.

Ключевые слова: многоканальный термометр излучения, многоканальные методы измерения температуры по излучению, инфракрасное излучение.

Гоц Наталія Євгенівна, доктор технічних наук, доцент, кафедра метрології, стандартизації та сертифікації, Національний університет «Львівська політехніка», Україна, e-mail: natalia.gots@lp.edu.ua.

Гоц Наталия Евгениевна, доктор технических наук, доцент, кафедра метрологии, стандартизации и сертификации, Национальный университет «Львовская политехника», Украина.

Hots Nataliya, National University «Lviv Polytechnic», Ukraine, e-mail: natalia.gots@lp.edu.ua

УДК 658.511

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.41498

Рудницький С. И.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ОБЪЕКТА ОБОБЩЕННОГО ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ КОНФИГУРАЦИЕЙ В УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ

В работе была разработана математическая модель контролируемого объекта процесса управления конфигурацией, которая позволяет формализовать как материальные, так и нематериальные объекты. Формализованы такие концепции как: характеристика, состояние, отношение согласованности, объект, изменение. Определен математический объект «карта согласованности объекта», который позволяет указать все характеристики, влияющие на согласованность контролируемого объекта.

Ключевые слова: конфигурация, управление конфигурацией, объект, проект, процесс, оптимизация.

1. Введение

Известно [1–6], что успешное завершение проекта невозможно без поддержки согласованности совокупнос-

ти трех взаимосвязанных объектов: проекта, продукта этого проекта и внешнего окружения. Такая потребность возникает из-за практической неизбежности изменений во внешнем и внутреннем окружении проекта

во время его жизненного цикла. В сфере управления проектами решением задачи поддержки согласованности продукта и самого проекта занимается процесс общего управления конфигурацией (УК) [1, 2, 6], составными частями которого выступают процессы УК проекта и УК продукта проекта. Результаты работ в области УК продукта [3–5] указывают на то, что степень исследования этого процесса достаточна для его эффективной практической реализации. Напротив, в области УК самих проектов наблюдается недостаток исследований, направленных на эффективную практическую реализацию процесса УК непосредственно проекта [1, 2, 6–9]. Сложность и междисциплинарность современных проектов, а также динамика внешнего окружения дает основания утверждать о существовании в сфере управления проектами (УП) проблемы управления конфигурацией самих проектов. Так, например, в настоящее время, в банковской сфере проекты разработки и внедрения новых банковских продуктов и услуг отличаются своей терминальностью из-за наличия временного, благоприятного рыночного окна возможностей. Другой особенностью таких проектов выступает их междисциплинарный характер, отражающийся в охвате нескольких функциональных подразделений не только одной финансовой организации, но других организаций-партнеров. Эти факторы приводят к высоким требованиям в отношении эффективности действий по поддержке согласованности работ проекта, его команды, процессов управления, рисков, закупок и других элементов проекта.

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Общие концепции и подходы к УК различных объектов позволили построить обобщенную концептуальную модель процесса УК безотносительно к объекту его приложения [10]. Эта модель позволяет непротиворечиво описать процесс УК проекта только на концептуальном уровне. Но эффективная практическая реализация процесса УК проекта требует оптимизации этого процесса и, как следствие, построения его математической модели. Заметим, что разработанная концептуальная модель обобщенного процесса УК, позволяет построить общую математическую модель этого процесса и определить методы его оптимизации. Имея такую общую математическую модель можно, путем конкретизации на основе особенностей того или иного объекта, строить математические модели процессов УК этих объектов. Но поскольку все действия по УК направлены на объект, то, прежде всего, нужно разработать математическую модель самого объекта.

Анализ научных публикаций и других материалов в сфере УК показал, что формализация касалась лишь материальных объектов [3, 7–9, 11–15], т. е. относилась к процессу УК продукта проекта. Например, в [13] автор показывает как поддерживать согласованность между требованиями к продукту, характеристиками продукта и его эксплуатационной документацией. В работе [15] автор описывает подход к реализации процесса УК программного обеспечения (ПО) при разработке его на основе гибких методологий.

Только некоторые работы частично касались нематериальных объектов в сфере УП [2, 6, 9], т. е. относились к процессу УК проекта. Таким образом, проблема заклю-

чается в *отсутствии математически формализованного описания объекта процесса управления конфигурацией безотносительно к виду этого объекта.*

3. Объект, цель и задачи исследования

Объект исследования — обобщенное представление проекта, продукта проекта и их элементов, например, таких как: компоненты продукта, процессы управления проектом, его команда, риски, закупки, коммуникации и т. п., на которые в этом исследовании ссылаются как на «объекты».

Предмет исследования — согласованное состояние объекта исследования.

Цель исследования — разработка математической модели объекта обобщенного процесса управления конфигурацией [10].

В [12] показано, что отношение согласованности \mathcal{E} между объектами конкретизируются отношениями согласованности между их характеристиками. Отношения согласованности между характеристиками определяют согласованное состояние того или иного объекта, или другими словами, его согласованность, которая является предметом процесса управления конфигурацией.

Поэтому для достижения поставленной цели нужно, *во-первых*, формализовать понятие характеристика и ее состояние, *во-вторых*, формализовать отношение согласованности \mathcal{E} между характеристиками, и, *в-третьих*, формализовать понятие объекта, как совокупность своих характеристик и компонентов, а также понятие состояния объекта.

4. Формализация объекта процесса управления конфигурацией

Так как, с точки зрения процесса УК, объект представляет собой множество своих характеристик [10], на уровне которых и происходит непосредственное управление конфигурацией этого объекта, то, прежде всего, формализуем термин «характеристика».

Введем в рассмотрение универсальное бесконечное, счетное множество всех объектов: $O = \{o_i | i \in \mathbb{N}\}$. Условимся, что для уникальной идентификации символов, обозначающих формализуемые концепции, будем использовать натуральные числа из множества \mathbb{N} . Будем обозначать принадлежность некоторой концепции к i -му объекту одним нижним индексом, например: x_i , а принадлежность к j -й характеристике i -го объекта двумя, например: x_{ij} , первый из которых указывает на объект, а второй на характеристику этого объекта.

Перед описанием отдельной характеристики следует напомнить следующие два фактора [12]. Во-первых, в рамках данного исследования, характеристика неразрывно рассматривается со своим значением на определенном объекте. Во-вторых, минимальным уровнем определения отношения согласованности \mathcal{E} является уровень характеристик. Поэтому под j -й характеристикой i -го объекта будем понимать следующий кортеж:

$$ch_{ij} = \langle id_{ij}, t_{ij}, v_{ij}, ID_{ij}^R, vf_{ij} \rangle, i \in \mathbb{N}, j = \overline{(1, m_i)} \quad (1)$$

где id_{ij} — идентификатор характеристики, представляющий собой пару двух натуральных чисел $\langle i, j \rangle$, первое

из которых указывает на объект, а второе на характеристику этого объекта; t_{ij} — тип характеристики, который будем представлять парой $\langle tid_{ij}, \gamma_{ij} \rangle$, где tid_{ij} — идентификатор типа характеристики, например, «длина», «срок выполнения», «уровень компетенции» и т. п., а γ_{ij} — шкала, определяющая диапазон допустимых значений характеристики и их допустимые преобразования; v_{ij} — значение характеристики; ID_{ij}^R — множество идентификаторов характеристик, которые влияют на согласованное состояние этой характеристики; $vf_{ij}(\cdot)$ — многозначное отображение, устанавливающее совокупность согласованных значений для рассматриваемой характеристики, которое определено на множестве значений характеристик указанных в ID_{ij}^R , и принимающее значения на множестве допустимых значений характеристики, которое определяется шкалой γ_{ij} ; m_i — количество характеристик i -го объекта.

Еще раз обратим внимание на то, что при таком взгляде на характеристику она не может рассматриваться независимо от объекта, потому что, в противном случае, не ясно к какому объекту относится то или иное значение этой характеристики.

Напомним [12], что под состоянием характеристики автор статьи понимает именованное множество значений определенное для этой характеристики. Поскольку цель данного исследования требует возможности различать только два состояния: текущее и согласованное, то введение идентификатора состояния целесообразно — будем обозначать их различными символами.

Формализация понятия «состояния» характеристики необходима для удобства оперирования изменениями, происходящими с характеристикой, и которые, еще раз подчеркнем, являются обоснованием существования процесса УК. Описав понятие «состояние», можно описать понятие «изменение» как переход из одного текущего состояния в другое. Для этого выделим из введенного описания характеристики все подверженные изменениям составляющие, а именно: v_{ij} , ID_{ij}^R и $vf_{ij}(\cdot)$, которые и будут описывать текущее состояние j -й характеристики i -го объекта:

$$s_{ij}^c = \langle v_{ij}, ID_{ij}^R, vf_{ij} \rangle. \quad (2)$$

Теперь отдельную характеристику можно представить как $ch_{ij} = \langle id_{ij}, t_{ij}, s_{ij}^c \rangle$, а ее изменение в момент времени t как переход из одного текущего состояния $s_{ij}^c(1)$ в другое $s_{ij}^c(2)$:

$$\delta_{ij} = \langle s_{ij}^c(1), s_{ij}^c(2), t \rangle. \quad (3)$$

Из этого описания следует, что изменение характеристики происходит тогда, когда изменяется либо ее значение v_{ij} , либо множество ID_{ij}^R , задающее область определения отображения $vf_{ij}(\cdot)$, либо непосредственно его алгоритм.

В рамках данного исследования, согласованное состояние требуется только для установления факта согласованности характеристики, которое заключается в проверке принадлежности текущего значения характеристики множеству значений, определенному с помощью отображения $vf_{ij}(\cdot)$ [12]. Поэтому представим согласованное состояние j -й характеристики i -го объекта так:

$$s_{ij}^c = vf_{ij}(V_{ij}^R) = \{v_{ijx} \mid x \in \mathbb{N} \vee x \in \mathbb{R}\}, \quad (4)$$

где $V_{ij}^R = \{v_{kq}\}$, $\langle k, q \rangle \in ID_{ij}^R$ — множество значений характеристик идентифицируемых множеством ID_{ij}^R . Очевидно, что, в зависимости от шкалы значений характеристики γ_{ij} и границ состояния, множество s_{ij}^c может быть конечным, бесконечным, счетным и несчетным, но оно не может быть пустым.

Как видно из описания согласованного состояния (4), при возникновении некоторого изменения характеристики δ_{ij} , которое затрагивает либо множество ID_{ij}^R , либо отображение $vf_{ij}(\cdot)$, согласованное состояние этой характеристики *может* измениться.

Обозначим как ϕ^{ch} функцию, с помощью которой будем устанавливать факт нахождения заданной характеристики в ее согласованном состоянии:

$$\phi^{ch}(ch_{ij}, s_{ij}^c) = \begin{cases} 1, & v_{ij} \in s_{ij}, \\ 0, & v_{ij} \notin s_{ij}. \end{cases} \quad (5)$$

Как было показано в [12], наличие отображения $vf_{ij}(\cdot)$ приводит к установлению отношения согласованности \mathcal{E} между каждой характеристикой ch_{kq} идентифицируемой множеством ID_{ij}^R и характеристикой ch_{ij} , в рамках которого ch_{kq} — причина, а ch_{ij} — следствие.

Для формализации отношения \mathcal{E} предлагается использовать бинарное отношение на множестве характеристик объектов. Выбор именно бинарного отношения обусловлен следующими соображениями. В рамках этого отношения, одной причине может соответствовать несколько следствий, и наоборот, одно следствие может быть результатом нескольких причин, т. е. характеристик определяющих ее значение, вообще говоря, различно. Поэтому использование математического отношения с арностью больше двух было бы затруднительно. При использовании бинарного отношения можно всегда и сразу установить все причины и следствия для некоторой характеристики.

Итак, пусть $CH = \{ch_{ij}\}$ — множество характеристик некоторой совокупности объектов. Тогда, отношением согласованности \mathcal{E} на множестве CH будем понимать следующее множество упорядоченных пар:

$$\mathcal{E} = \{(ch_{pq}, ch_{kr}) \mid ch_{pq} \in CH, ch_{kr} \in CH\}. \quad (6)$$

Первый элемент пары ch_{pq} является следствием, а второй ch_{kr} причиной в контексте семантики отношения согласованности \mathcal{E} . Поэтому обозначение $ch_{pq} \mathcal{E} ch_{kr}$ читается как «характеристика согласованна с характеристикой».

Ясно, что значение характеристики не может быть обосновано самим этим значением, поскольку, иначе, существовали бы характеристики со значениями, не способствующими достижению цели проекта, в случае когда объект является проектом. Поэтому отношение \mathcal{E} *антирефлексивно*:

$$\forall ch_{ij} \in CH : \neg(ch_{ij} \mathcal{E} ch_{ij}). \quad (7)$$

Две различные характеристики не могут обосновывать значения друг друга, потому что, в этом случае, невозможно было бы выделить определяемую и определяющую характеристики и, как следствие, получить значение хотя бы одной из них. Поэтому отношение \mathcal{E} *антисимметрично*:

$$\forall ch_{pq}, ch_{kr} \in CH : ch_{pq} \neq ch_{kr} \Rightarrow \neg(ch_{pq} \mathcal{E} ch_{kr} \wedge ch_{kr} \mathcal{E} ch_{pq}). \quad (8)$$

Из антирефлексивности и антисимметричности отношения \mathcal{E} следует его *асимметричность*:

$$\forall ch_{pq}, ch_{kr} \in CH : ch_{pq} \mathcal{E} ch_{kr} \Rightarrow \neg(ch_{kr} \mathcal{E} ch_{pq}). \quad (9)$$

Далее вспомним [10, 12], что согласованность некоторого объекта o_i требует, чтобы все характеристики его компонентов были *непосредственно* или *опосредованно* согласованы, т. е. находились в отношении согласованности \mathcal{E} , с характеристиками факторов определяющих согласованность объекта o_i . Упомянутая опосредованность подразумевает транзитивность отношения \mathcal{E} . Однако, по убеждению автора статьи, рациональнее будет формализовать только непосредственную часть рассматриваемого отношения. В этом случае, зная все отношения \mathcal{E} какой-либо характеристики, можно будет сразу указать все другие, которые определяют значение рассматриваемой. В случае же транзитивности, сразу это сделать нельзя. Поэтому принимаем, что в рамках текущего исследования, отношение \mathcal{E} *нетранзитивно*.

Как уже было указано выше, с точки зрения процесса УК, объект представляет собой множество своих характеристик, которое определяется его типом. Однако, для поддержки согласованности объекта необходимо учитывать два момента [10, 12]: структуру объекта, которая задается его компонентами и окружение объекта, которое содержит факторы, влияющие на согласованность этого объекта. Рассмотрим их.

Напомним [6, 12], что объект процесса УК может быть декомпозирован на компоненты, каждый из которых, с точки зрения своей структуры, рассматривается как объект, и также может быть декомпозирован и т. д. Максимальный уровень декомпозиции определяется особенностями контекста реализации процесса УК. Учет компонентов объекта позволяет рассматривать его с позиции модели не «черного», а «белого ящика». Это повышает эффективность управления изменениями объекта за счет указания отношений согласованности между его компонентами. Так при рассогласовании объекта, модель «белого ящика» дает возможность быстро и точно определить компоненты, воздействие на которые позволит вернуть объект в согласованное состояние.

Еще раз обратим внимание на то, что потребность в УК объекта o_i возникает тогда, когда к нему предъявляются какие-либо требования и существует отличная от нуля вероятность того, что этот объект перестанет удовлетворять предъявляемым требованиям из-за любых изменений в требованиях или самом объекте [10]. То, что представляют собой требования зависит от вида контролируемого объекта o_i и будет раскрываться далее по мере конкретизации последнего. Однако, стоит заметить, что каждое требование, какой бы природы оно ни было, имеет характеристики, которые указывают

какими должны быть те, или иные, характеристики объекта o_i . Иными словами, с точки зрения процесса УК, каждое требование представляет собой некоторый объект o_x , т. е. множество характеристик определяемое типом этого требования. Кроме того, объект o_i всегда находится в некотором окружении, которое содержит те или иные ограничения, допущения, риски и т. д., которые влияют на согласованность этого объекта. Все эти факторы также можно представить в виде некоторых объектов o_y, o_z, \dots , чьи характеристики, наряду с характеристиками требований, определяют согласованность объекта o_i . В дальнейшем будем ссылаться на объекты, которые являются либо требованиями к объекту o_i , либо факторами его окружения, как на *внешние объекты*.

Понятно, что поскольку внешние объекты суть объекты, то они могут быть рекурсивно декомпозированы на составляющие их компоненты, которые, с позиции контролируемого объекта, также являются внешними объектами. Поэтому, в дальнейшем, на внешние объекты и их компоненты будем ссылаться, в общем, как на внешние объекты.

Очевидно, что между характеристиками внешних объектов может возникать отношение \mathcal{E} . Вспомним, что целью процесса УК объекта является поддержка его согласованности с факторами, определяющими состояние этого объекта. В исследуемой автором модели такие факторы представлены как характеристики внешних объектов. Исходя из этого, можно считать, что модель объекта, не утратит своей адекватности, если она не будет содержать все характеристики внешних объектов, а включит только те из них, которые непосредственно влияют на согласованность контролируемого объекта. Таким образом, *множество внешних объектов включает только те, которые непосредственно влияют на согласованность контролируемого объекта*. Еще раз подчеркнем, что в рамках отношения \mathcal{E} , характеристики внешних объектов выступают как *причина*, а характеристики контролируемого объекта и его компонентов выступают как *следствия* из этих причин.

Касательно внешних объектов, существенно то, что они являются таковыми (внешними) только по отношению к контролируемому объекту. Если в качестве контролируемого рассматривать другой объект, то другим будет и множество внешних по отношению к нему объектов. Это указывает на важность корректного определения границ контролируемого объекта. В нашей модели границы объекта определяются только его характеристиками и характеристиками его рекурсивно декомпозированных компонент.

Принимая во внимание изложенное выше, представим i -й объект с помощью следующего кортежа:

$$o_i = \langle id_i, t_i, CH_i, O_i^m \rangle, \quad (10)$$

где id_i — идентификатор i -го объекта, представляющий собой натуральное число i ; t_i — тип i -го объекта, который будем представлять парой $\langle tid_i, T_i \rangle$, где tid_i — идентификатор типа i -го объекта, например, «работа», «риск», «член команды» и т. п., а $T_i = \{t_{i1}, \dots, t_{im_i}\}$ — множество типов характеристик для i -го объекта; $CH_i = \{ch_{i1}, \dots, ch_{im_i}\}$ — множество непосредственных характеристик i -го объекта, количество (m_i) и типы которых, определяются типом t_i

этого объекта; O_i^n — множество объектов, которые являются компонентами i -го объекта.

Множество типов характеристик T_i полностью определяется идентификатором типа объекта tid_i . Иными словами, у двух объектов с одинаковыми типами, будет одинаковый набор характеристик, но с возможно различными значениями.

Обратим внимание, что включение в описание i -го объекта совокупности его компонентов даст возможность, при необходимости, либо конкретизировать отношения согласованности для непосредственных характеристик i -го объекта, либо наоборот, абстрагироваться от структуры этого объекта.

Для адекватной формализации состояния объекта выделим из его описания все подверженные изменениям составляющие, так же как это было сделано для характеристики.

Принимая во внимание практическую направленность текущего исследования, естественно допустить, что множество непосредственных характеристик i -го объекта CH_i неизменяемо в смысле количества характеристик и их типов. Однако, очевидно, что каждая характеристика подвержена *изменениям* вида (3). Практика показывает, что множество компонентов i -го объекта O_i^n *изменяемо*. Например, изменяема совокупность работ проекта, изменяем состав команды проекта, и т. п. Учитывая эти моменты опишем текущее состояние i -го объекта:

$$s'_i = \langle S'_i, S_i^{c(in)} \rangle, \quad (11)$$

где $S'_i = \{s'_{i1}, \dots, s'_{im_i}\}$ — множество текущих состояний непосредственных характеристик i -го объекта; $S_i^{c(in)} = \{s'_x | x \in IN_i\}$ — множество текущих состояний непосредственных компонентов i -го объекта; IN_i — множество идентификаторов непосредственных компонентов i -го объекта. Обратим внимание на рекурсивный способ построения текущего состояния объекта, который дает возможность объединить все характеристики компонентов этого объекта вплоть до максимального уровня его декомпозиции.

Теперь изменение i -го объекта в момент времени t можно представить как переход из одного текущего состояния $s_i^{c(1)}$ в другое $s_i^{c(2)}$:

$$\delta_i = \langle s_i^{c(1)}, s_i^{c(2)}, t \rangle. \quad (12)$$

Из этого описания следует, что изменение объекта происходит тогда, когда либо изменяется одна из его непосредственных характеристик ch_{ij} , во введенном выше смысле (3), либо изменяется множество компонентов этого объекта, или по составу, или в только что введенном смысле (13).

Представим согласованность, или другими словами, согласованное состояние i -го объекта следующим образом:

$$s_i^c = \langle S_i^c, S_i^{c(in)} \rangle, \quad (13)$$

где $S_i^c = \{s_{i1}^c, \dots, s_{im_i}^c\}$ — множество согласованных состояний непосредственных характеристик i -го объекта; $S_i^{c(in)} = \{s_x^c | x \in IN_i\}$ — множество согласованных состояний непосредственных компонентов i -го объекта.

Как и для характеристики обратим внимание на следующее. Из описания согласованного состояния (13) видно, что при возникновении некоторого изменения δ_i , согласованное состояние i -го объекта *может* измениться.

Обозначим как φ^o функцию, с помощью которой будем устанавливать факт нахождения заданного объекта в его согласованном состоянии:

$$\varphi^o(o_i, s_i^c) = \begin{cases} 1, & (\forall ch_{ij} \varphi^{ch}(ch_{ij}, s_{ij}^c) = 1) \wedge (\forall o_x \varphi^o(o_x, s_x^c) = 1), \\ 0, & (\exists ch_{ij} \varphi^{ch}(ch_{ij}, s_{ij}^c) = 0) \vee (\exists o_x \varphi^o(o_x, s_x^c) = 0). \end{cases} \quad (14)$$

Представим все отношения согласованности \mathcal{E} , влияющие на согласованное состояние i -го объекта в виде следующего ориентированного графа:

$$G_i = \langle ID_i, U_i \rangle, \quad (15)$$

где ID_i — множество идентификаторов всех характеристик, влияющих на согласованность i -го объекта; U_i — множество дуг отражающих отношение согласованности между характеристиками, идентификаторы которых находятся во множестве ID_i .

Исходя из описания согласованного состояния (13), множество ID_i будет состоять из идентификаторов непосредственных характеристик i -го объекта, идентификаторов характеристик, влияющих на согласованность непосредственных характеристик i -го объекта, а также идентификаторов характеристик всех компонентов этого объекта:

$$ID_i = \left(\bigcup_{j=1}^{m_i} id_{ij} \right) \cup \left(\bigcup_{j=1}^{m_i} ID_{ij}^k \right) \cup \left(\bigcup_{j \in IN_i} ID_j \right). \quad (16)$$

Напомним, что IN_i — это множество идентификаторов непосредственных компонентов i -го объекта. Также обратим внимание на рекурсивный способ построения множества ID_i , который дает возможность объединить все характеристики компонентов i -го объекта вплоть до максимального уровня его декомпозиции.

Теперь определим множество дуг U_i :

$$U_i = \{ \langle id_{pq}, id_{kr} \rangle | ch_{pq} \mathcal{E} ch_{kr}, id_{pq} \in CH_i, id_{kr} \in CH_i \}. \quad (17)$$

Из этого видно, что начало каждой дуги является следствием, а конец причиной в контексте семантики отношения \mathcal{E} . Непосредственно из свойств отношения \mathcal{E} , следует, что граф G_i — *антисимметрический*, *не может иметь петель*, *нетранзитивный* и *нетотальный*. Также этот граф не может иметь контуров, поскольку в этом случае возникает противоречие при определении согласованного значения характеристики. Однако, этот граф может иметь циклы, и быть как связан, так и не связан.

Назовем граф G_i *картой согласованности i -го объекта* (КСО), потому что он позволяет для заданной характеристики удобно указать те, которые непосредственно или опосредованно влияют на ее согласованность, а также те, на согласованность которых, она непосредственно или опосредованно влияет. Предоставление такой

информации является ролью КСО. Для выполнения этой роли КСО не нуждается в значениях характеристик, поэтому она (карта) определена на идентификаторах характеристик, а не самих характеристиках, так как, по введенному определению, характеристика содержит свое значение на объекте.

Заметим, что при построении КСО важно указать контролируемый объект o_i , чтобы правильно выделить множество характеристик его компонентов и внешних по отношению к нему объектов. Для объекта с большим количеством характеристик и компонентов будет удобным отобразить КСО в виде матрицы.

5. Обсуждение результатов исследований контролируемого объекта процесса управления конфигурацией

Особенностью полученного в результате проведенного исследования, формального, математического описания контролируемого объекта процесса УК, является его универсальность по отношению к виду объекта. Так используя представленную модель можно формализовать как материальные, так и нематериальные контролируемые объекты процесса УК, важные в сфере УП, например, такие как: проект, продукт проекта, риски проекта, его коммуникации, процессы управления, команда, система знаний, закупки и т. п. Поскольку полученное формальное описание было сделано на достаточно высоком уровне абстракции, то, в некоторых случаях, при применении этой модели к конкретному объекту, может потребоваться учет дополнительных факторов. Представленная модель контролируемого объекта является результатом первого этапа математической формализации обобщенного процесса УК объекта [10]. Математическая модель указанного процесса позволит разрабатывать оптимальные по ожидаемой стоимости и ущербу процессы УК объектов различного вида, что является актуальной потребностью в проектах, отличающихся сложностью и междисциплинарностью.

6. Выводы

В результате проведенных исследований:

1. Получено формальное, математическое описание понятия характеристика, которое, кроме своего значения, содержит также правило, устанавливающее согласованное состояние для этой характеристики. Это правило выступает как основа для отношения согласованности \mathcal{E} .
2. Формализовано отношение согласованности \mathcal{E} между характеристиками на основе бинарного отношения. Было показано, что это отношение: антирефлексивно, антисимметрично, асимметрично и нетранзитивно.
3. Получено формальное, математическое описание понятия объект, которое, кроме своих непосредственных характеристик, содержит также составляющие его компоненты, что позволит при необходимости детализировать объекты до требуемого уровня декомпозиции.
4. Определен и описан математический объект «карта согласованности объекта», который представляет собой ориентированный граф построенный на бинарном отношении, отражающем отношение согласованности между характеристиками контролируемого объекта и теми характеристиками, которые влияют на согласованность этого объекта.

Литература

1. Руководство к Своду знаний по управлению проектами [Текст]: Американский национальный стандарт ANSI/PMI 99-001-2004. — 3-е изд. — Project Management Institute, 2004. — 388 с.
2. Practice Standard for Project Configuration Management [Text]. — USA: Project Management Institute, 2007. — 53 p.
3. MIL-HDBK-61. Military Handbook. Configuration Management Guidance [Electronic resource]. — USA: Department of Defense, 7 February 2001. — Available at: \www/URL: [http://acqnotes.com/Attachments/MIL-HDBK-61A%20\(SE\)Configuration%20Management%20Guidance.pdf](http://acqnotes.com/Attachments/MIL-HDBK-61A%20(SE)Configuration%20Management%20Guidance.pdf)
4. ANSI/EIA 649-B — Configuration Management Standard [Electronic resource]. — TechAmerica, 2011. — Available at: \www/URL: <http://ru.scribd.com/doc/191119436/Configuration-Management-Standard-EIA-649-B-CM-Std#scribd>
5. ISO 10007. Quality management. Guidelines for configuration management [Text]. — International Organization for Standardization, 1996. — 14 p. doi:10.3403/01143454
6. 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>
7. Ратушний, Р. Т. Методи та моделі управління конфігурацією проекту вдосконалення системи пожежогащення 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.
8. 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.
9. Налютин, Н. Ю. Методы и программные средства управления конфигурациями проектов разработки встроенных систем [Текст]: дисс. ... канд. техн. наук: 05.13.11 / Н. Ю. Налютин. — Москва, 2008. — 226 с.
10. 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
11. IEEE Std 828-2005, IEEE Standard for Software Configuration Management Plans [Electronic resource]. — New York: IEEE Computer Society, 2005. — Available at: \www/URL: <http://dis.unal.edu.co/~icasta/ggs/Documentos/Normas/828-2005.pdf>
12. Морозов, В. В. Формализация процесса идентификации конфигурации проекта [Текст]: зб. наук. пр. / В. В. Морозов, С. И. Рудницкий // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. — 2014. — № 2(1045). — С. 58–70.
13. Vann, J. M. TWRS Configuration management program plan [Electronic resource] / J. M. Vann. — United States, 1996. — Available at: \www/URL: <http://dx.doi.org/10.2172/662064>
14. Reilly, M. A. Spent Nuclear Fuel Project Configuration Management Plan [Electronic resource] / M. A. Reilly. — United States, 1995. — Available at: \www/URL: <http://dx.doi.org/10.2172/97000>
15. Moran, A. Configuration Management [Text] / A. Moran // Managing Agile. — Springer Science + Business Media, 2015. — P. 173–184.

РОЗРОБКА МОДЕЛІ ОБ'ЄКТА УЗАГАЛЬНЕНОГО ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ КОНФІГУРАЦІЄЮ В УПРАВЛІННІ ПРОЕКТАМИ

В роботі була розроблена математична модель контрольного об'єкта процесу управління конфігурацією, яка дозволяє формалізувати як матеріальні, так і нематеріальні об'єкти. Формалізовані такі концепції як: характеристика, стан, відношення узгодженості, об'єкт, зміна. Визначено математичний об'єкт «карта узгодженості об'єкту», який дозволяє вказати

всі характеристики, що впливають на узгодженість контрольованого об'єкта.

Ключові слова: конфігурація, управління конфігурацією, об'єкт, проект, процес, оптимізація.

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

УДК 658.562:004.9

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.41541

Зубрецькая Н. А.

СТРУКТУРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ КАК МНОГОМЕРНОГО ОБЪЕКТА ИЗМЕРЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ

Разработаны структурно-аналитические модели качества продукции как многофакторного, многокритериального и многопараметрического объекта оценивания, измерения и управления, позволяющие установить взаимосвязи между структурными элементами процессов формирования качества изделий. Обоснованы преимущества нейросетевого моделирования для количественной оценки и информационного обеспечения качества.

Ключевые слова: качество продукции, многомерность, структурное моделирование, процесс оценивания качества, информационное обеспечение.

1. Введение

Процесс управления качеством промышленной продукции на этапах жизненного цикла осуществляется в условиях стохастической неопределенности многомерной измерительной информации о показателях качества продукции (ПКП) — количественных данных разной размерности, получаемых в результате измерений и характеризующихся неполнотой, неточностью, неоднородностью и неопределенностью. Накопленные массивы технико-экономической информации являются информационным резервом промышленного производства и могут служить основой для повышения эффективности управленческих, конструкторских и технологических решений, а также генерации новых знаний, использование которых позволит на более высоком научно-техническом уровне управлять качеством продукции.

Одной из наиболее актуальных задач информационного обеспечения качества является управление всем объемом разнородной информации, что объясняется возрастающей сложностью и объемом данных, используемых для поддержки принятия решений. Для эффективного использования информации необходима разработка и внедрение прогрессивных технологий анализа данных и информационных моделей, позволяющих установить структуру материальных и информационных потоков между функциональными блоками систем управления качеством с учетом всех ограничений, накладываемых ресурсами предприятий и нормативной документацией (НД).

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

В условиях повышения динамичности процессов и требований к продукции, расширения ее ассортимента и функциональных свойств, возрастания объема управленческой информации и интеллектуализации технологий существующие методы квалиметрии не удовлетворяют в полной мере требованиям современного промышленного производства, не позволяют получить оперативные многокритериальные оценки для эффективных управленческих решений.

Как показано в работах [1–4], в настоящее время существует объективная необходимость интеграции систем управления качеством и современных информационных технологий анализа данных на основе использования структурных моделей качества продукции как многомерного объекта измерения и управления. Проблемой исследования является разработка многофакторных моделей, предназначенных для установления взаимосвязей между структурными элементами качества изделий и процессов его формирования на различных стадиях жизненного цикла.

3. Объект, цель и задачи исследования

Объектом исследования является процесс оценивания, измерения и управления качеством продукции.

Целью исследования является разработка структурно-аналитических моделей качества продукции и процессов его формирования для информационной поддержки жизненного цикла.