

ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ МОДЕЛЕ-ОРИЕНТИРОВАННОЙ СИСТЕМНОЙ ИНЖЕНЕРИИ В ЗАДАЧЕ КОНФИГУРАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ

А.С. Королев

МИРЭА – Российский технологический университет
Россия, 119454, Москва, проспект Вернадского, д. 78
E-mail: korolev@mirea.ru

М.Ю. Чиркина

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Россия, 115409, Москва, Каширское ш., д. 31
E-mail: m.u.chirkina@mail.ru

Д.А. Гудыма

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Россия, 115409, Москва, Каширское ш., д. 31
E-mail: akesov1@gmail.com

Ключевые слова: управление конфигурацией, системная инженерия, АЭС.

Аннотация: Показывается, что управление конфигурацией на основе системной модели, разрабатываемой в общем подходе модели-ориентированной системной инженерии, может дополнять документо-ориентированный процесс управления конфигурацией, при котором конфигурации системы отображаются в текстовых документах. Описывается положительный эффект модели-ориентированного управления конфигурацией в процессе создания и при управлении жизненным циклом сложных социотехнических систем, таких как АЭС. Предлагается метамодель для отображения конфигурации в средствах системного моделирования.

1. Введение

Управление конфигурацией – это технический и управленческий процесс в системной инженерии, обеспечивающий совместимость и поддержку разработанной конфигурации системы во время всего её жизненного цикла [1, 2]. Управление конфигурацией позволяет установить неразрывную связь между специфицированными требованиями к изделию, содержанием проектно-конструкторской, производственной и эксплуатационной документации, а также характеристиками, присущими готовому изделию [3]. В деятельности по управлению конфигурацией под объектом конфигурации понимается обособленный аппаратный, программный или программно-аппаратный элемент изделия или выделенная совокупность таких элементов, которые выполняют функцию, важную для достижения работоспособности изделия в целом и рассматриваются как единый объект в процессе управления конфигурацией [4].

Особую роль процесс управления конфигурацией играет в управлении жизненным циклом сложных социотехнических объектов, таких как АЭС, в отношении которых время от концепции до вывода из эксплуатации сравнимо с временем человеческой жизни, и проекты по которым ведут множество команд со сменяющимися участниками.

В таких системах поддержка конфигурационного управления должна присутствовать на всех этапах жизненного цикла проекта. Другими словами, управление конфигурациями необходимо осуществлять как при проектировании, так и во время реализации и сопровождения, независимо от специфики и отраслевой принадлежности проекта.

В проектах АЭС в России управление конфигурацией на стадии проектирования проводится при помощи специальных программных средств, например Smart Plan Foundation. Подобные средства помогают автоматизировать процесс управления конфигурацией, позволяя сохранять всю документацию в систему управления инженерными данными, выбирать нужную для работы конфигурацию, просматривать состояние системы на определенную дату/время, осуществлять запросы на изменения, вносить и отслеживать изменения в проектах, проводить согласование и утверждение изменений.

Авторы работы [5] описывают процесс разработки и реализации эксплуатационной программы конфигурационного управления на АЭС Козлодуй в Болгарии. Усилия по внедрению конфигурационного управления на АЭС направлены на создание информационной системы, объединяющей поддержку списка основного технического оборудования и управления изменениями. Также присутствует описание процесса компьютеризации для поддержания связи между физической конфигурацией станции, документацией и требованиями.

Отдельного внимания заслуживает работа [6], посвященная описанию системного подхода в обеспечении конфигурационного управления в проекте ITER. Авторы детально описывают процесс выбора инструментария для систем управления документами и чертежами, а также иллюстрируют масштабы решаемых задач в области управления конфигурацией в международном проекте.

Можно отметить, что у всех имеющихся инструментальных средств есть серьезные затруднения с обеспечением связывания и прослеживания функций, физических характеристик, требований и данных в документах.

Преодолеть затруднения можно, если разрабатывать и сопровождать системную модель, позволяющую связать требования, проект и рабочую документацию, и проводить верификацию и валидацию на ранних стадиях разработки, что снизит нагрузку на экспертов, удешевит и сократит жизненный цикл разработки. [7]. Эти действия идут в общем процессе применения методов и средств модели-ориентированной системной инженерии в задаче управления жизненным циклом сложных социотехнических систем.

2. Мета модель для отображения конфигурации при системном моделировании

Одной из концепций модели-ориентированной системной инженерии является системная модель – представление, сфокусированное на целостности системы: требованиях, поведении, структуре, свойствах и их взаимоотношениях. Построение такой модели и ее сопровождение на протяжении жизненного цикла системы относится к процессу системного моделирования. Целью системного моделирования является управление сложностью при разработке крупных социотехнических систем. При этом модели-ориентированная парадигма затрагивает большинство процессов жизненного цикла системы, относящихся, согласно ISO/IEC 15288 [8], к областям проекта и разработки:

управление требованиями, управление проектом, управление информацией, проектирование архитектуры, верификацию и валидацию, управление конфигурацией и изменениями и другие.

Для того чтобы отображать конфигурации при системном моделировании, необходимо иметь метамодель, представляющую собой описательные элементы модели и взаимосвязи между ними. Желательно, чтобы метамодель не зависела от средства системного моделирования. На рис. 1 авторы предлагают метамодель для отображения конфигураций, построенную на основе концепций языка SySML. Пользуясь этой метамоделью можно реализовывать конфигурации в системной модели. При построении метамодели были использованы основные концепции стандарта EIA649B и Meta Object Facility Core Specification [9].

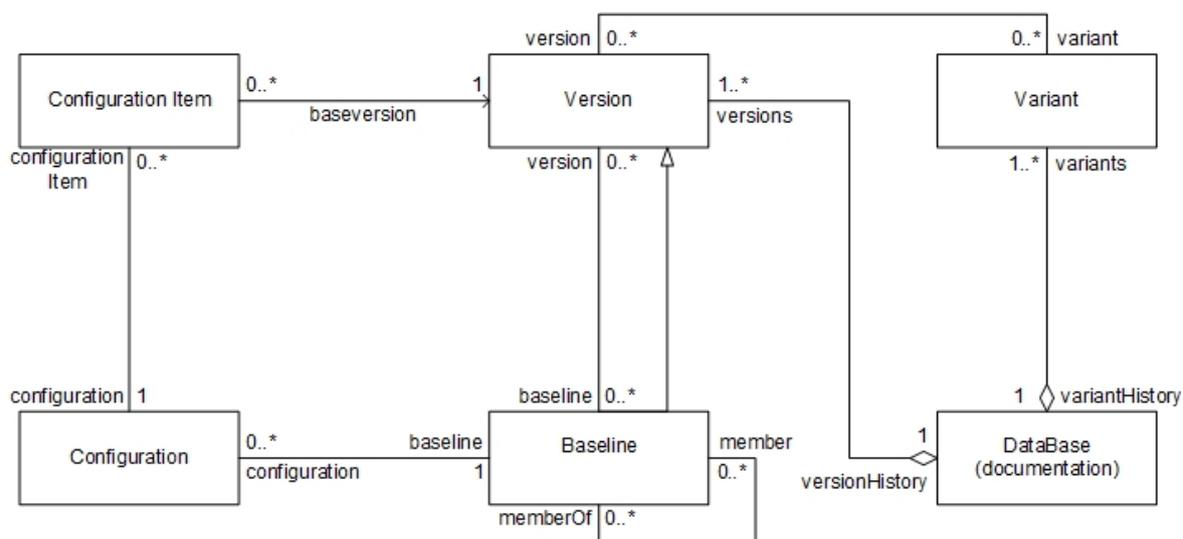


Рис. 1. Метамодель для отображения конфигурации в системной модели.

Сущность Configuration перечисляет набор элементов конфигурации (Configuration Item), на основе которых строится модель системы.

Configuration относится к базовой конфигурации (Baseline), на которой она основана, а Configuration Item относится к самой «новой» (base) версии (Version) самого себя в Baseline. Configuration может быть членом других конфигураций, которые вмещают в себя иерархически сконфигурированные элементы. Это задает рекурсивная связь в Baseline.

Сущность DataBase содержит набор версий и вариантов для Configuration Item, одной из которых является rootVersion и rootVariant.

Объект X' представляет собой Variant, если он был получен из объекта X и имеет свойства, соответствующие требованиям заинтересованных сторон, которые отличаются от других вариантов (Variant), полученных из того же объекта X. Variant может быть представлен через Version. Несколько объектов Variant могут быть получены из одной Version. Один Variant со временем может быть получен из разных Version объекта.

Иногда на этапе разработки системы Variant и Version используются взаимозаменяемо, когда варианты представлены исключительно изменениями во времени и, таким образом, всегда связаны с конкретной версией.

Любая Version может иметь любое количество previousVersions для поддержки ветвей в связи с долговечными вариантами или краткосрочной параллельной разработкой. Так же как Configuration, представляя модель, перечисляет набор Configuration Item,

Baseline от Configuration перечисляет набор версий тех Configuration Item, которые требовались для представления полного и согласующегося набора для Configuration.

Как можно увидеть, шаблон для Baseline очень похож на шаблон для Version, позволяющий базовым конфигурациям (Baselines) тоже иметь историю для представления всех важных состояний Configuration. Baselines могут также иметь ветви для представления вариантов и параллельной разработки.

Baselines могут быть также частями других Baselines, которые поддерживают архивность иерархических конфигураций (Configuration).

3. Заключение

В статье приведены особенности применения средств модели-ориентированной системной инженерии в задаче конфигурационного управления. Показано, что в большинстве проектов сложных технических объектов, включая АЭС, так или иначе, используются принципы модели-ориентированной системной инженерии, в частности системного моделирования, что позволяет бороться со сложностью в процессе управления жизненным циклом таких объектов. Авторы предложили метамодель для отображения конфигурации в системной модели. На основе предложенной метамодели можно проводить построение конфигураций в различных средствах системного моделирования.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 10007-2007. – Национальный стандарт РФ. Менеджмент организации. Руководящие указания по управлению конфигурацией.
2. INCOSE Systems Engineering Handbook: A Guide for System Life Cycle Processes and Activities, 4th Edition, ISBN: 978-1-118-99940-0 – August 2015, 304 p.
3. Балашов Ю.В., Батоврин В.К. Управление конфигурацией в проектах создания сложных систем // Управление проектами и программами. 2017. № 4. С. 250-263.
4. EIA649B. Configuration Management Standard. – TechAmerica, Standards & Technology Department, 2011.
5. Ilieva M., Kovacic D. Configuration Management Program Development and Implementation at Kozloduy NPP, Bulgaria: Lessons Learned // IFAC Proceedings Volumes. 2001. Vol. 34, No. 3. P. 159-164.
6. Chiocchio S., Martin E., Barabaschi P., Bartels H.W., How J., Spears W. System engineering and configuration management in ITER // Fusion Engineering and Design. 2007. Vol. 82, No. 5–14, P. 548-554.
7. Korolev A.S., Shamanin A.Yu. The Use of Formal Methods of Verification and Validation in NPP Design // 2018 Eleventh International Conference "Management of large-scale system development" (MLSD). IEEE.
8. ISO/IEC 15288 Systems and software engineering – System life cycle processes.
9. Object Management Group, Meta Object Facility Core Specification, available at <http://www.omg.org/spec/MOF/>.