

УДК 004.04.047

ЭТАЛОННАЯ МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТРЕБОВАНИЯМИ

Головин С. А., Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «МИРЭА — Российский технологический университет», 119454, Российская Федерация, г. Москва, проспект Вернадского, 78, e-mail: sgolovin@itstandard.ru

Лоцманов А. Н., Российский союз промышленников и предпринимателей, 109240, Российская Федерация, г. Москва, Котельническая набережная, 17, e-mail: Lotsmanovan@rspp.ru

Тихомиров С. Г., Консорциум «Кодекс», 199004, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, Средний проспект В.О., д. 36/40 литера А, press@kodeks.ru

В настоящее время ряд подпроцессов процесса управления требованиями практически полностью не автоматизированы. Это в основном связано с тем, что подавляющее большинство нормативных документов (законы, стандарты, технические условия и др.) представлены в обычном текстовом формате и непосредственно не воспринимаются техническими устройствами вычислительной техники. Современные достижения в области информационных технологий, особенно таких как создание машинопонимаемого содержания, воспринимаемого ЭВМ без участия человека, позволяют непосредственно переходить к автоматизации процессов управления требованиями в полном объеме, т.е. непосредственного включения требований различных нормативных документов в общий контур планирования, разработки, производства и эксплуатации различных образцов продукции от отдельных образцов до сложных распределенных систем. В статье предлагается вариант эталонной структуры автоматизированной системы управления требованиями, т.е. общей структуры, на основании которой можно принимать конкретные решения.

Ключевые слова: эталонная модель, управление требованиями, умные (SMART) документы, машинопонимаемое содержание, человековоспринимаемая форма информации

REQUIREMENTS MANAGEMENT AUTOMATION SYSTEM REFERENCE MODEL

Golovin S. A., Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "MIREA — Russian Technological University", 119454, Russian Federation, Moscow, prospect Vernadskogo, 78, e-mail: sgolovin@itstandard.ru

Lotsmanov A. N., Russian Union of Industrialists and Entrepreneurs, Moscow, 109240, Russian Federation, Kotelnicheskaya Embankment, 17, e-mail: Lotsmanovan@rspp.ru

Tikhomirov S. G., Kodeks Consortium, 199004, 36/40 Sredniy Prospekt V.O., St. Petersburg, Russian Federation letter A, press@kodeks.ru

At present, a number of subprocesses of the requirements management process are almost completely not automated. This is mainly due to the fact that the vast majority of regulatory documents (laws, standards, technical specifications, etc.) are presented in plain text format and are not directly perceived by technical devices of computer technology. Modern achievements in the field of information technology, especially such as the creation of machine-comprehensible content perceived by computers without human participation, make it possible to directly move to the automation of requirements management processes in full, i.e. the direct inclusion of the requirements of various regulatory documents in the general contour of planning, development, production and operation of various product samples from individual samples to complex distributed systems. The article proposes a variant of the reference structure of the automated requirements management system, i.e. the general structure on the basis of which specific decisions can be made.

Keywords: reference model, requirements management, smart (SMART) documents, machine-readable content, human-perceptible form of information

Введение

Управление требованиями является сложным многофакторным процессом, представляющим собой совокупность видов научной, инженерной и управленческой деятельности по формированию требований к продукту, оценке их эффективности, анализу, структурированию, документированию, взаимному согласованию, утверждению, учету выполнения, а также согласованному и контролируемому изменению требований и централизованному внесению их в документацию, охватывающую все этапы жизненного цикла.

Этот процесс является весьма трудоемким. Ряд входящих в него подпроцессов автоматизирован: автоматизированные системы управления производством; системы автоматизированного проектирования; системы управления полным жизненным циклом и т.п.

Однако есть процессы, входящие в сферу управления требованиями, которые до сих пор не автоматизированы и одновременно являются весьма трудоемкими.

Эта область связана с нормативными документами, в которых требования изложены в обычном текстовом формате и не воспринимаются в таком виде устройствами вычислительной техники. К таким нормативным документам прежде всего относятся законы, стандарты, технические условия и другие нормативные документы, создаваемые различными ведомствами.

Все эти документы имеют разную структуру построения, различные классификаторы, разный уровень применения, и они не всегда согласованы друг с другом. При этом, как правило, все эти документы изложены в обычном текстовом формате и не воспринимаются напрямую элементами вычислительной техники, что предопределяет их ручную обработку и, следовательно, высоких трудозатрат и сопутствующую высокую вероятность появления различных ошибок.

Современные достижения в области информационных технологий позволяют приступить к автоматизации не только отдельных подпроцессов управления требованиями, а к автоматизации процесса управления требованиями в целом.

Первым шагом к решению такой задачи является выявление основных подпроцессов с определением их функций и формирование значащих функциональных связей между ними. Т.е. необходимо создать некую эталонную модель, которую можно будет применять в качестве основы при решении конкретных задач при создании конкретных автоматизированных систем управления требованиями.

Обоснование предложения

При формировании технического задания к создаваемому продукту, исходя из тех задач, которые перед ним ставятся, в ходе проведения различных предварительных работ, формируется определенный перечень требований, выполнение которых должно обеспечить потребности заказчика.

Практическая реализация сформулированных требований является сложным процессом, который имеет название «управление требованиями».

Перечень требований, изложенных в ТЗ, особенно в сложных системах, достаточно большой. Это и требования, полученные в ходе предварительных работ по их обоснованию и требования, которые изложены в различных государственных стандартах, указанных в конкретных ТЗ и поэтому являющиеся обязательными к выполнению. Кроме этого, разработчик обязан соблюдать требования действующих законов, а также требования ведомственных и внутренних документов, действующих на предприятии.

Кроме этого, есть значительное количество национальных и зарубежных стандартов (или иначе лучших практик), применение которых может повысить производительность, качество, экономичность и др. важные показатели.

Следует учитывать, что для создания качественного продукта, необходимо оптимизировать совместно все этапы жизненного цикла. А это еще усложняет процесс управления требованиями.

И все требования, содержащиеся в этом многообразии документов, нужно как-то выделить, чтобы потом обработать и принять решение об их применении.

Если нормативные документы, которые относятся к обязательному применению, то здесь все понятно, содержащиеся в них требования нужно применять. А с документами, имеющими рекомендательный характер гораздо сложнее, особенно если их много. (Например, в области информационных технологий суммарно национальных и международных стандартов более 10 000).

В этом случае, чтобы работать с таким количеством документов, есть следующие варианты:

- а) не обращать на эти документы никакого внимания и принимать свои решения.
- б) потратить много времени и сначала попытаться разобраться, какие нормативные документы относятся к конкретной разработке, а потом понять, какие из этих документов принесут положительный эффект при их применении, а какие может быть и отрицательный.
- в) разработать реальную технологию автоматизации процесса формирования рационального реестра нормативного окружения конкретных продуктов на основе количественной оценки влияния нормативных документов на их эффективность.

В любом случае, выбор одного из перечисленных вариантов, связанных с управлением требованиями, будет оказывать существенное влияние на такой интегральный показатель как успешность реализации проекта.

Реализация варианта, а) самая простая, вроде делать ничего не надо и даже есть положительные моменты –

нет лишних требований, сковывающих творческую деятельность.

Но есть и отрицательные факторы. Во-первых, придется самостоятельно решать задачи, которые в нормативных документах, особенно в стандартах, как лучших практиках, уже решены. А это дополнительные трудозатраты и возможные дополнительные ошибки.

Во-вторых, это приводит к удорожанию из-за низкого уровня унификации и возникновению «зоопарков», когда разные ведомства решают близкие задачи не взаимозаменяемыми техническими, организационными или информационными решениями. Особенно это проявляется в крупномасштабном производстве и эксплуатации.

Вариант б) вроде должен позволить избежать недостатков варианта, а), но в настоящий момент он требует больших трудовых и временных затрат, во многом связан с ручным трудом и как следствием, возникновением различных ошибок. И без автоматизации этих процессов на современном этапе не обойтись.

Одна из главных проблем в развитии автоматизации процессов управления требованиями связана со сложностями машинного извлечения и последующей обработки содержащихся в нормативных документах требований.

Применительно к этому все нормативные документы, можно разделить на две группы:

группа А – документы, имеющие машинопонимаемое содержание / 1 /, предназначенные для реализации машиноориентированных информационных сервисов, а также для непосредственного выполнения в другой информационной системе без участия человека. (УМНЫЕ (SMART) СТАНДАРТЫ. Общие положения, 2023)

группа Б – документы, содержащие только человековоспринимаемую форму информации / 1 /, которую человек воспринимает непосредственно через органы чувств. (УМНЫЕ (SMART) СТАНДАРТЫ. Общие положения, 2023)

Сейчас, большое количество требований, заложенных в реальные автоматизированные системы планирования, разработки, управления эксплуатацией и др. можно отнести к Группе А, что позволяет автоматизировать работу с ними в едином автоматизированном контуре всех этапов жизненного цикла.

Законы, стандарты, технические условия и ряд других нормативных документов относятся к Группе Б, т.е. их содержание изложено в обычном текстовом формате, что требует ручного труда для их извлечения и последующей обработки. Это приводит к тому, что такие основные задачи управления требованиями как:

- формирование перечня обязательных и рекомендуемых нормативных документов и контроль их актуальности;
- управление изменениями;
- документирование требований;
- приоритизация требований;
- трассируемость,

не входит в общий автоматизированный контур управления всеми этапами жизненного цикла. Они стоят как-бы рядом, применяя в основном технологии ручного труда с соответствующей производительностью и качеством, что в целом влияет на общие показатели.

Исходя из вышеизложенного, решение задачи по автоматизации работы с нормативными документами Группы Б и последующим включением всех задач управления требованиями в общий автоматизированный контур управления всеми этапами жизненного цикла является актуальной, и ее реализация должна повысить производительность и качества труда в целом.

Для этого нужно решить две главных задачи:

I. Перенести нормативные документы из Группы Б в Группу А.

II. Выявить основные подпроцессы управления требованиями и их функциональные связи и включить их в автоматизированный контур управления всеми этапами жизненного цикла и определить их взаимодействие.

Что касается первой задачи, перевода нормативных документов из Группы Б в Группу А, она близка масштабной реализации. Это связано с развитием технологий машинопонимаемого содержания документов, которые изложены в соответствующих стандартах /1-2 /. Поэтому в данной статье этот вопрос не рассматривается и основное внимание уделяется второй задаче.

Автоматизированной системы управления требованиями, в которой автоматизированы все её подпроцессы, между которыми налажено соответствующее взаимодействие, авторам не известны, но такую задачу нужно начинать делать, потому что ее практическая реализация позволит существенно повысить производительность труда и качество, особенно для сложных технических систем.

Количество областей, в которых требуется автоматизировать управление требованиями и велико и многообразно и для каждой из таких областей в процессах и их взаимодействиях будет своя специфика. Но что-то общее будет всегда, куда можно будет при необходимости добавить некоторую специфику.

Иначе говоря, на этом этапе необходимо создать эталонную модель автоматизированного управления требованиями, на основании которой можно создавать и конкретные структуры автоматизированных систем управления требованиями (АСУТр) для реальной продукции.

Одно из определений эталонной модели дано в [3] «Эталонная модель — это модель, имеющая рекомендательный характер и которую обычно используют и признают приемлемой для получения конкретных моделей.»

Предложение по такой эталонной модели представлено на рис.1.

Полагается, что все процессы оцифрованы, в том числе все нормативные документы переведены из Группы Б в Группу А, в т.ч. и на основе применения машинопонимаемого содержания, т.е. умных (SMART) документов.

Естественно, что представленная укрупненная схема не учитывает всех деталей встраивания процессов управления жизненным циклом, особенно связанных с учетом всех деталей обоснования ТЗ, а также учета процессов, происходящих на всех этапах жизненного цикла. Основное внимание на представленной схеме уделено вопросам, связанным с управлением требованиями.

Одной из задач управления требованиями является создание и текущее изменение требований в ходе всех этапов жизненного цикла. На представленной схеме этап первичного формирования ТЗ не рассматривается и представляется один из его текущих вариантов (поз.1). При этом показано взаимное влияние на его содержательную часть проходящих других процессов в ходе управления требованиями (поз. 5 и поз.10).

В основе эталонной модели лежит банк данных (БД) (поз.2), в котором находятся различные нормативные документы, относящиеся ко всем отраслям хозяйства. Это не только обеспечивает широкую область применения, но и должно обеспечить решение задач управления требованиями на стыке. Кроме того, БД с нормативными документами (БД НД) должен обладать банком знаний, обеспечивающим эквивалентные условия применения разрабатываемой продукции в разных условиях (поз.7). В таблице 3, в целях упрощения, не показана связь БД НД с БД различных автоматизированных систем планирования, разработки, производства и эксплуатации, но в ходе управления требованиями они должны быть тесно связаны. Следующие три системы (поз. 3-5) предназначены для решения задачи формирования рационального состава реестра нормативных документов применительно к разрабатываемому продукту (нормативного окружения). Эта задача содержит 3 подзадачи, которые взаимосвязаны друг с другом и итерационно взаимодействуют. Первая подзадача (поз. 3) должна сделать выборку из всего набора (а их число может достигать до десятков тысяч) нормативных документов (поз.2) только тех документов, которые имеют какое-то отношение к разрабатываемому продукту, т.е. сделать первичный отбор. Здесь два этапа. сначала (поз. 3а) на основе соответствующего классификатора должна быть отобрана первая «партия» нормативных документов, которая должна отвечать следующим требованиям:

- должны присутствовать нормативные документы, применение которых в ходе разработки может иметь положительное или отрицательное влияние на интегральную эффективность разрабатываемого продукта (сложной системе) на каждом этапе жизненного цикла во всех заявленных в ТЗ условиях применения;
- не должны присутствовать нормативные документы, применение которых в ходе разработки не может иметь положительное или отрицательное влияние на интегральную эффективность разрабатываемого продукта (сложной системе) на каждом этапе жизненного цикла во всех заявленных в ТЗ условиях применения.

При первичном отборе должны учитываться особенности, связанные с классификацией нормативных документов. Это:

- в БД (поз. 3) находятся нормативные документы, отклассифицированные по разным классификаторам: законы; национальные, зарубежные и международные стандарты, технические условия и др. нормативные документы);
- под разные задачи может потребоваться разный уровень детализации при разбиении на классы.

Исходя из этого классификатор должен создаваться под каждую задачу и лучше, если это будет сделано автоматически, т.е. быть адаптивным под задачу. При переходе нормативных документов Группу А такая задача становится решаемой.

На следующем этапе (поз. 3б) в конкретном классификаторе, созданном применительно к решаемой задаче, должны быть определены приоритетные классы, и документы, относящиеся к ним. Т.е. это предварительная задача приоритизации требований. Очевидно, что только в рамках подсистемы (поз. 3а) она решена быть не может. При условии, что все нормативы переведены в Группу А, эта задача может решаться при совместном взаимодействии подсистемы (поз.3) с подсистемами (поз. 5-7) с учетом корректировок, поступающих от поз.8.

На этом завершается первая итерация формирования реестра нормативного окружения конкретного

продукта. Оптимизация состава нормативного окружения конкретного продукта обозначена поз.5.

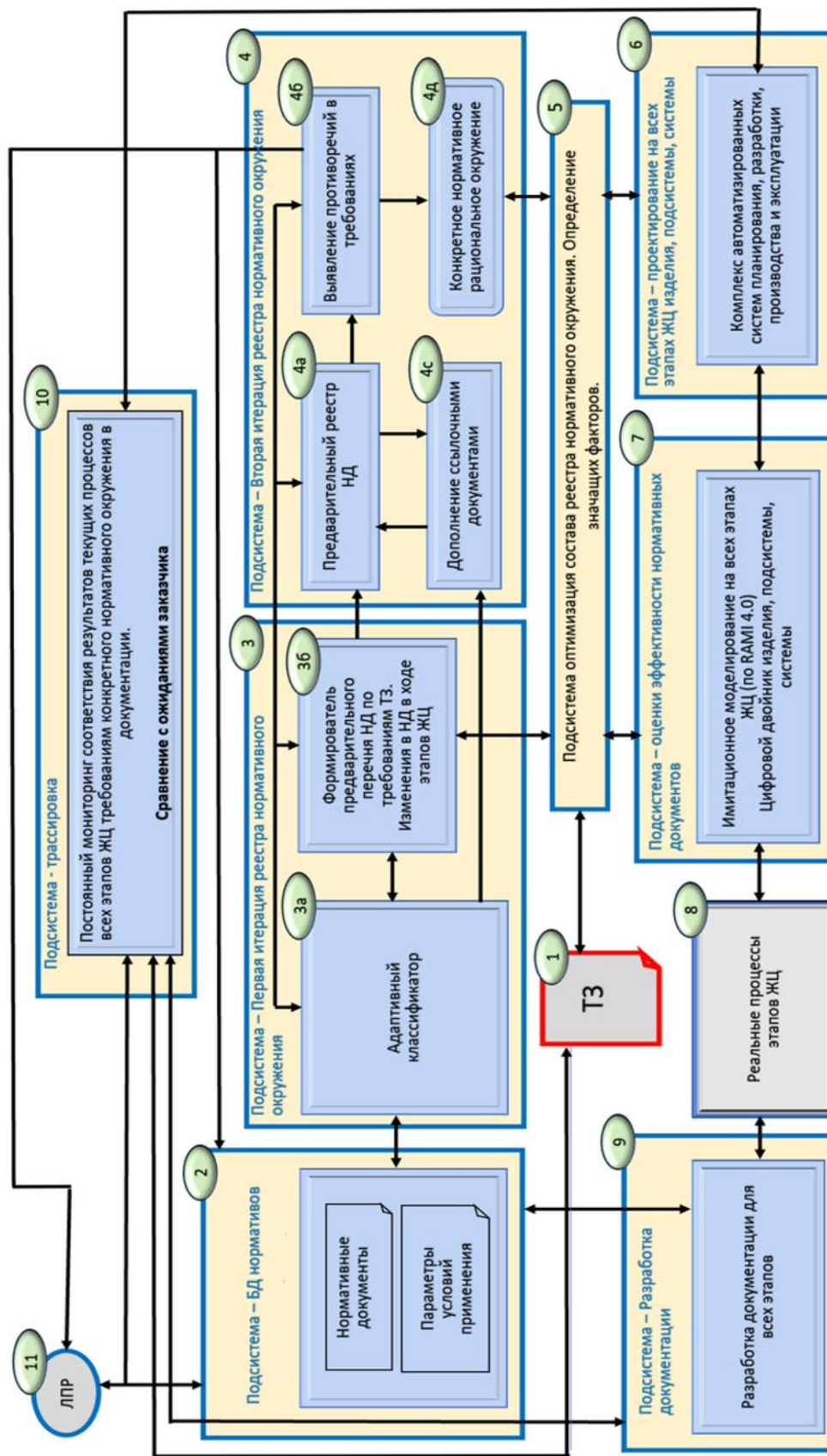


Рис. 1. Эталонная модель автоматизированного управления требованиями

В итоге на вход подсистемы (поз.4) для второй итерации реестра нормативных документов, поступает перечень нормативных документов (поз. 4а), каждому из которых присвоен предварительный приоритет,

полученный в подсистеме первой итерации (поз.3б).

При формировании рационального нормативного окружения следует также учитывать, что как правило, в большинстве нормативных документов имеются ссылки на другие документы (поз. 4с), которыми должен быть дополнен предварительный реестр нормативного окружения (поз. 4а).

В таком дополненном реестре возможно наличие нормативных документов, содержащих противоречивые требования. Выявление таких документов и содержащихся в них противоречивых требований происходит в подпроцессе (поз. 4б). Выходная информация этого подпроцесса попадает на вход других подпроцессов и функциональных элементов:

- в БД нормативов (поз.2) для непосредственного изменения содержащейся в ней информации в автоматическом режиме;
- лицу, принимающему решение (поз. 11), если принятие решения об исключении (изменении) нормативных документов требует дополнительного анализа;
- в финальный реестр нормативного окружения конкретного продукта (поз. 4д), в котором, в ходе или имитационного, или моделирования на цифровых двойниках, происходит оценка влияния каждого требования на эффективность функционирования рассматриваемого продукта (поз. 5). Это позволяет более точно решать оптимизационные задачи при обосновании требований к рассматриваемому продукту с учетом всех этапов его жизненного цикла;
- в комплекс автоматизированных систем планирования, разработки, производства и эксплуатации для изменения соответствующих параметров (поз. 6);

Процесс управления требованиями, с учетом необходимости оценки эффективности конкретного продукта в ходе принимаемых управляющих решений, по своей сути является итерационным, и в его ходе параметры разрабатываемого устройства будут меняться как за счет выбора рациональных вариантов построения продукта, так и при сравнении прогнозируемых результатов с реальной практикой разработки, производства и эксплуатации (поз. 8) и пониманием необходимости внесения соответствующих корректировок.

Наличие в общем процессе сравнения реальных результатов и результатов моделирования позволяет использовать методы «черного ящика» при использовании цифровых двойников с методами искусственного интеллекта, когда известны только входные данные и выходные результаты, а внутренняя логика, физические процессы или математические зависимости скрыты либо намеренно абстрагированы, либо недоступны для прямого наблюдения. В соответствии с задачами, стоящими перед управлением требованиями АСУТр должна обеспечивать автоматизированное документирование требований и автоматизированное своевременное централизованное управление изменениями требованиями, происходящими на всех этапах жизненного цикла. Это выполняется процессами, обозначенными на рис.1. поз. 9-11). В настоящей статье не описываются технологии каждого из перечисленных подпроцессов АСУТр, т.к. авторами ставилась задача выделить самые значащие подпроцессы автоматизированного процесса управления требованиями. Естественно, применительно к каждому продукту, перечень и взаимосвязи подпроцессов могут отличаться, но основные из них, на наш взгляд, должны соответствовать предлагаемой структуре.

Заключение

Предложенный в статье вариант эталонной архитектуры автоматизированной системы управления требованиями может быть положен в основу архитектур конкретных систем управления. Создание таких систем управлений должно повысить производительность и качество труда особенно при создании сложных систем.

Но созданию таких систем должна предшествовать масштабная работа по переводу большого объема действующих нормативных документов в умный (SMART) документ.

Список литературы

1. ПНСТ 884-2023 Умные (SMART) стандарты. Общие положения.
2. ПНСТ 1016-2025 Умные (SMART) стандарты. Архитектура и форматы данных.
3. ГОСТ Р 70991-2023 Цифровая промышленность. Руководство по применению модели эталонной архитектуры RAMI 4.0, 2024)

References

1. PNST 884-2023 Smart Standards. General Provisions.

2. PNST 1016-2025 Smart Standards. Architecture and Data Formats.
3. GOST R 70991-2023 Digital Industry. Application Guide for the RAMI 4.0 Reference Architecture Model, 2024)