

УДК 004.622

Метод спецификаций в проектировании компьютерно-интегрированного производства

Юхнин Егор Алексеевич

Лагута Виктор Степанович (научный руководитель)

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Рассмотрены возможности метода спецификаций для организации решения проектных задач на стадиях жизненного цикла (ЖЦ) создаваемой производственной системы (ПС). Предлагается использовать три вида спецификаций. Первый — спецификация номенклатуры выпуска в формате электронных структур изделий (ЭСИ). Второй — спецификация процессов, реализующих требуемые функции на этапах ЖЦ выпускаемой продукции. Третий — спецификация объектов, на которых осуществляются требуемые процессы. Приведены примеры спецификаций для аванпроекта компьютерно-интегрированного производства (КИП) титановых шар-баллонов. Обоснован выбор инструментальной среды T-FLEX (Россия) для формирования PDM-системы КИП для обеспечения процессов проектирования и эксплуатации.

Ключевые слова: метод спецификаций, электронная структура изделия, спецификация процессов, спецификация объектов, система управления данными

Введение. Каждый технический проект по созданию и дальнейшему использованию имеет свой жизненный цикл (ЖЦ). В рамках ЖЦ выделяют основные этапы: подготовительный этап (анализы рынка, предыдущих работ и исследований, научная и опытно-конструкторская работа (НИОКР) и др.); проектирование; подготовка производства; производство и реализация; эксплуатация; утилизация. На каждом из этапов ЖЦ используют определенные системы автоматизированного проектирования (САПР), а также документы, регламентирующие порядок этапов и работ на протяжении всего ЖЦ проекта.

Целью работы является рассмотрение документов, регулирующие план работ проекта, а также рассмотрение примеров использования для организации-проектировщика решения задач на стадиях ЖЦ.

Объект и предмет исследования. Предметом исследования данной работы являются документы и методы их создания для регламентирования порядка и характера работ для этапа проектирования компьютерно-интегрированного производства (КИП) для изделий ракетно-космической техники (РКТ) — титановых шар-баллонов.

Документы для регламентирования отношений между командами в процессе проектирования. Техническое задание — исходный технический документ для проведения работы, устанавливающий требования к создаваемому изделию и технической документации на него, а также требованию

к объему, срокам проведения работы и форме предоставления результатов [1]. Более простыми словами ТЗ — документ, регламентирующий отношения между заказчиком и командой исполнителей так, чтобы в результате заказчик в срок получил желаемое.

При работе команды исполнителей возникает проблема взаимодействия друг с другом и логичный вопрос о существовании документа, регламентирующего отношения внутри команды — спецификация — документ, устанавливающий требования [2]. Спецификация должна решать вопросы, возникающие в процессе работы над проектом: какая последовательность работ отделов; почему используется определенное решение, его минусы и плюсы; кто и как выполняет поставленную задачу и подобные вопросы. Данный документ составляет менеджер проекта для тех, кто будет принимать непосредственное участие в работе над проектом (разработчик, конструктор и т. д.). В зависимости от проекта спецификация может быть написана один раз и не изменяться до последнего этапа ЖЦ, а может свободно переписываться под новые нужды, функционал продукта, когда сформированное решение не отвечает требованиям или создает противоречие позже.

Для разработки спецификации могут использоваться различные методологии (например, UML или IDEF), инструменты, диаграммы (диаграммы Ганта, DFD (Data Flow Diagramm), диаграмма вариантов использования) или может быть описана на естественном языке [3].

Виды спецификаций для проекта. Для проектирования КИП изделий РКТ используют различные спецификации, а именно спецификации деталей, процессов, объектов и др. Спецификация деталей или, другими словами, электронная структура изделия (ЭСИ), представляет описание изделия, иерархические отношения между его составными частями и другие данные в зависимости от назначения изделия [4].

ЭСИ необходима для организации информационного взаимодействия между автоматизированными системами и создается с помощью специализированных программных средств. ЭСИ может быть нескольких видов, каждый из которых отвечает за отображение конкретной информации об изделии, например конструктивная отображает конструкцию комплексов, сборочных единиц и т. д. ЭСИ может быть отображена в виде графа, как представлено на рис. 1.

Спецификация процесса (СП) — вид спецификации, при которой показывают четкую последовательность действий для какого-либо процесса, например процесса контроля качества или процесса работы пользователя с продуктом.

Для составления СП менеджер проекта может использовать блок-схемы, диаграммы или описание на естественном языке, задавая четкие границы переходов от одного состояния к другому. На рис. 2 представлен пример СП для процесса контроля качества обработки титанового шар-баллона в виде блок-схемы.

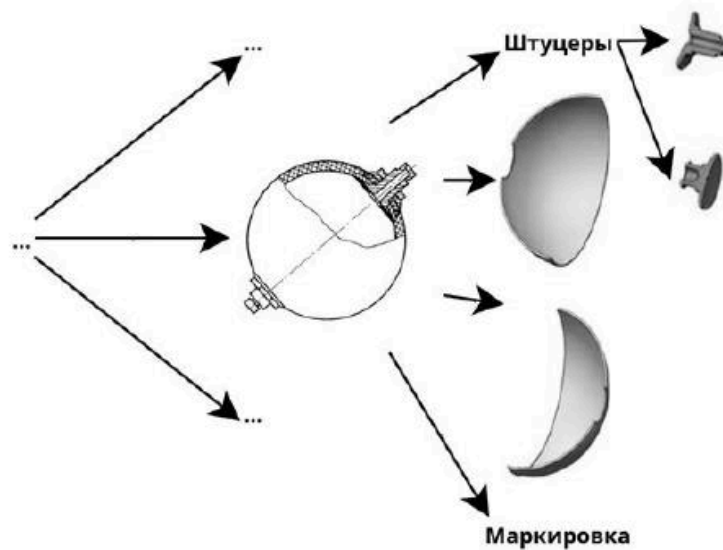


Рис. 1. ЭСИ шар-баллона в виде графа

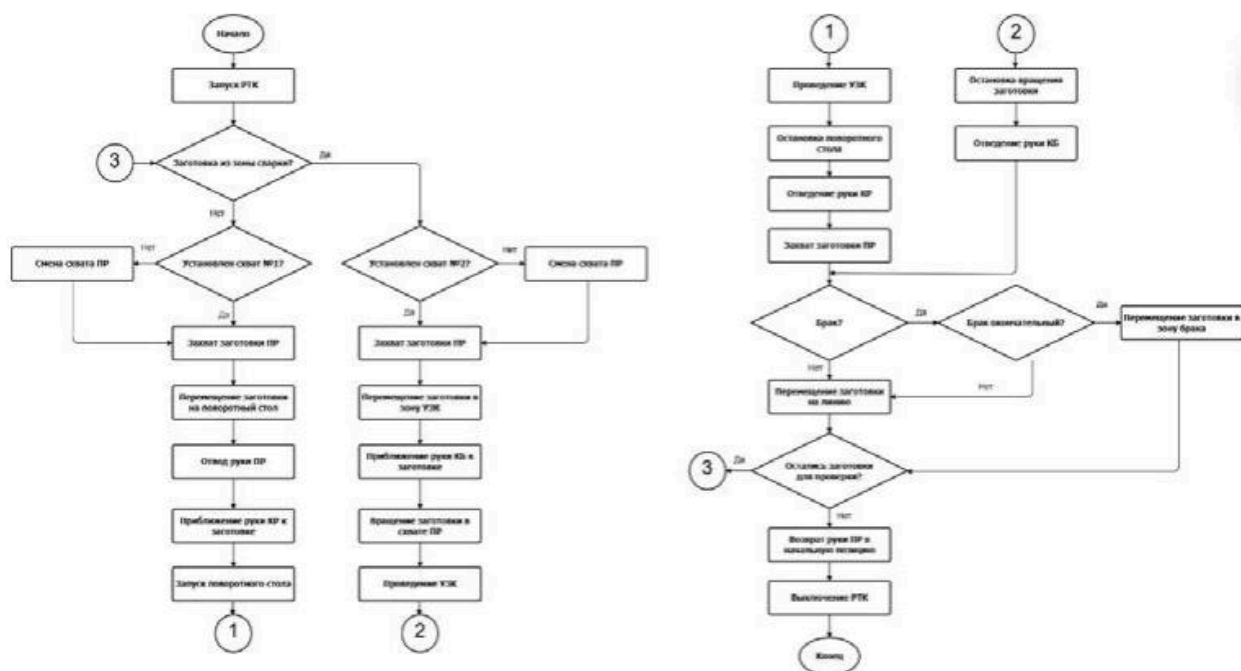


Рис. 2. Блок-схема для процесса контроля качества

Спецификация объекта нужна для описания объекта как черного ящика с входной и выходной информацией, а также связями с внешним миром, например управляющие протоколы, оснастка, оборудование и квалификация персонала, работающего с объектом. Спецификация объекта (модуля) часто тесно связана со спецификацией процесса, так как вторая представляет описание работы объекта, которая не указывается в первой спецификации. Для рассмотрения представлена на рис. 3 спецификация модуля роботизированного контроля с использованием IDEF0.

Система хранения единой информации. Для хранения таких документов, как спецификация, а также различных стандартов, договоров и другой информации о проектируемом изделии используют систему PDM (рис. 4), которую также отождествляют с ЭСИ. PDM (Product Data Management) — организационно-техническая система по управлению данными об изделии, начиная от их создания и хранения и заканчивая их использованием. PDM-система обязана: выполнять функции архива; поддерживать интеграцию с такими САПР, как CAD, CAE, CAM; осуществлять электронный документооборот; поддерживать создание и хранение ЭСИ и т. д. [5].

В качестве системы PDM для проектирования КИП изделий РКТ — шарбаллонов — было выбрано программное решение от российской компании «Топ системы» T-FLEX PLM (Product Lifecycle Management) [6]. Данное решение поддерживает как функционал PDM-системы, так и другие модули, среди которых присутствуют средства по созданию техпроцессов и автоматизированному формированию маршрутно-операционных карт, создание и ведение проекта с графическим отображением в виде диаграммы Ганта.



Рис. 3. Спецификация модуля контроля



Рис. 4. PDM-система и поддерживаемая информация

Заключение. На практике при работе с написанием спецификаций для проекта не существует универсального решения или способа, чтобы покрыть необходимые нужды исполнителя. Каждая спецификация должна быть написана в индивидуальном порядке и соответствовать потребностям проекта и специалистов, которые будут ее читать. Спецификации выполняют следующие задачи: гарантия создания нужного продукта; обеспечить наличие контрольных точек завершения процессов и этапов; осуществлять контроль и получать обратную связь в процессе выполнения проектной задачи.

Литература

- [1] ГОСТ 15.016–2016. *Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению*. Москва, Стандартинформ, 2017, 30 с.
- [2] ГОСТ Р ИСО 9000–2015. *Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь*. Москва, Стандартинформ, 2018, 53 с.
- [3] Вичугова А.А., Вичугов В.Н., Дмитриева Е.А., Цапко Г.П., Цапко С.Г. *Методологические основы проектирования сложных наукоемких изделий и принципы построения интегрированной информационной среды на базе CALS-технологий*. Томск, ТПУ, 2013, 180 с.
- [4] ГОСТ 2.053–2013. *Единая система конструкторской документации. Электронная структура изделия. Общие положения*. Москва, Стандартинформ, 2014, 12 с.
- [5] Охтилев М.Ю., Гамов В.Ю., Черников А.Д. Создание единого виртуального электронного паспорта космической ракеты-носителя «Союз-2»: этапы, концепция и принципы построения, модель электронной структуры изделия. *Авиационная и ракетно-космическая техника*, 2018, т. 10, № 4, с. 11–23.
- [6] *Концепция T-FLEX PLM от компании «Топ Системы»*. URL: <https://www.tflex.ru/plm/> (дата обращения 25.04.2025).

The method of specifications in the design of computer-integrated production

Yukhnin Egor Alexeevich

Laguta Victor Stepanovich (*scientific advisor*)

BMSTU, Moscow, Russia

This work considers the possibilities of the specification method for organizing solutions to design tasks at various stages of the lifecycle (LC) stages of a production system (PS) under development. It proposes the use of three types of specifications. The first one is the specification of the output nomenclature in the format of electronic product structures (EPS). The second is the specification of processes that realize the required functions at the stages of the production life cycle. The third — specification of objects, on which the required processes are realized. Samples of specifications are provided for the preliminary design of a computer-integrated manufacturing (CIM) system for titanium spherical tanks (balloons). The work substantiates the choice of the T-FLEX (Russia) tool environment form a PDM-system to support design and operational processes in CIM.

Keywords: specification method, product electronic structure, processes specification, specification of objects, product data management

