

УДК 004.4'22

EDN [YQGYFQ](#)

Моделирование процесса создания бортового программного обеспечения в нотации IDEF0

А.В. Наумова^{1*}, Е.Д. Агафонов²

¹АО "Информационные спутниковые системы" имени академика М.Ф. Решетнёва" ул. Ленина, д. 52, ЗАТО Железнодорожск, г. Железнодорожск, Красноярский край, 662972, Россия

²Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, пр. им. газеты Красноярский рабочий, 31, Красноярск, 660037, Россия

*E-mail: naumovaav@iss-reshetnev.ru

Аннотация. Работа посвящена разработке бортового программного обеспечения (БПО) с использованием нотации IDEF0. В данной статье будут рассмотрены ключевые этапы разработки, начиная от определения целей и задач и заканчивая тестированием и эксплуатацией системы. В статье продемонстрировано, как нотация IDEF0 помогает определить функции, ресурсы и взаимодействия, необходимые для успешного создания БПО, а также визуализировать исследуемый процесс.

Ключевые слова: разработка, процесс, нотация IDEF0, модель, контроль, механизмы, бортовое программное обеспечение.

Modeling the process of creating on-board software in IDEF0 notation

A.V. Naumova¹, E.D. Agafonov^{2*}

¹"Information satellite Systems" named after Academician M.F. Reshetnev", Lenin str., 52, Zheleznogorsk, Krasnoyarsk Territory, Russia, 662972

²Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk worker ave., Krasnoyarsk, 660037, Russia

*E-mail: naumovaav@iss-reshetnev.ru

Abstract. The work is devoted to the development of on-board software using the IDEF0 notation. This article will cover the key stages of development, starting from defining goals and objectives and ending with testing and operation of the system. The article demonstrates how the IDEF0 notation helps to identify the functions, resources and interactions necessary for the successful creation of a BPO, as well as to visualize the process under study.

Keywords: development, process, IDEF0 notation, model, control, mechanisms, on-board software.

1. Введение

С увеличением числа спутников, запускаемых в космическое пространство, разработка эффективного и надежного бортового программного обеспечения является актуальной задачей для аэрокосмической отрасли. Бортовое программное обеспечение (ПО) служит основным компонентом космического аппарата (КА), обеспечивающим управление функциональными системами спутника, позволяющим выполнять его миссии и обрабатывать данные. Поэтому создание надежного и высококачественного ПО является критически важным.

В условиях сложной и многоуровневой среды, где осуществляется взаимодействие различных систем и процессов, использование структурированных методик разработки становится жизненно важным и необходимым. Одной из таких методик является нотация IDEF0, которая предоставляет возможность наглядно моделировать процессы, акцентируя внимание на функциях, входных и выходных данных, а также на взаимодействиях между элементами сложной системы.

2. Цель разработки ПО

Создание КА не может обойтись без тщательной разработки бортового программного обеспечения (БПО), которое играет одну из самых важных ролей в обеспечении функциональности и надежности космического аппарата.

Традиционный цикл разработки программного обеспечения для таких систем включает в себя несколько ключевых этапов [1, 2]:

- определение требований к ПО системы;
- разработка архитектурного проекта ПО системы;
- разработка и автономное тестирование (АТ) программного обеспечения (ПО) системы;
- системное тестирование (СТ) ПО системы в режимах системы;
- СТ ПО в режимах КА;
- сопровождение ПО системы.

Представленные этапы позволяют организовать процесс разработки и гарантировать высокое качество ПО, что критично для успешной работы космического аппарата в условиях космического пространства.

3. Модель разработки БПО

Контекстная диаграмма разработки БПО представляет собой высокоуровневый обзор системы и показывает взаимодействие исследуемого процесса с внешними элементами. Процесс изготовления БПО в нотации IDEF0 представлен на рисунке 1 [3].

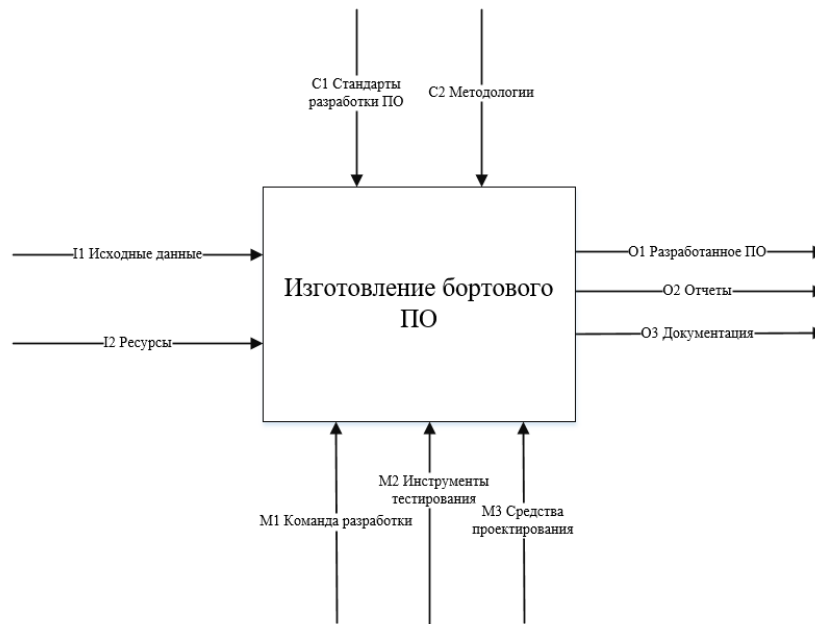


Рисунок 1. Контекстная диаграмма с ICOM-метками.

В представленной диаграмме два входа:

- исходные данные – анализ требований, получаемых от заказчиков;
- ресурсы: люди, инструменты и технологии, используемые в процессе разработки.

Выходами являются:

- разработанное ПО;
- отчеты;
- документация.

Контроль данного процесса осуществляют:

- стандарты разработки ПО;
- методологии.

Механизмы:

- команда разработки: группа аналитиков, программистов и архитекторов;
- инструменты тестирования – программные и аппаратные средства, используемые для тестирования разрабатываемого ПО;

- средства проектирования – инструменты и технологии, используемые для проектирования архитектуры и пользовательских интерфейсов.

Данная контекстная диаграмма позволяет наглядно разобраться, как взаимодействуют различные компоненты процесса, более подробно поможет разобраться диаграмма декомпозиции [4].

4. Процесс разработки бортового ПО

Для создания диаграммы декомпозиции в нотации IDEF0 основной процесс изготовления бортового ПО делится на 6 подпроцессов, рисунок 2.

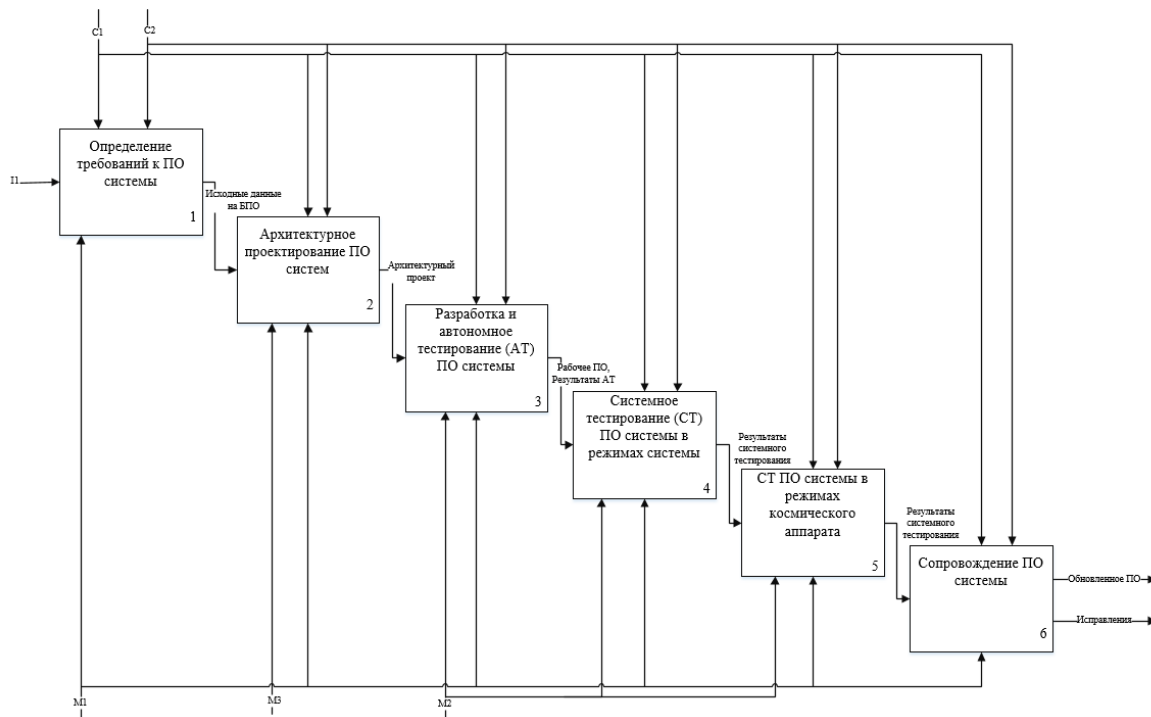


Рисунок 2. Диаграмма декомпозиции первого уровня процесса создания БПО.

Представленный процесс включает в себя 6 этапов [5]:

1. Определение требований к ПО системы

- входы: исходные данные;
- выходы: исходные данные на БПО;
- контроль: стандарты разработки и методологии;
- механизмы: команда разработки.

2. Разработка архитектурного проекта ПО системы:

- входы: исходные данные, включающие спецификацию требований;

- выходы: архитектурный проект;
- контроль: архитектурные стандарты и методологии;
- механизмы: команда разработки, средства проектирования.

3. Разработка и автономное тестирование ПО системы:

- входы: архитектурный проект;
- выходы: рабочее ПО, результаты тестирования;
- контроль: стандарты разработки и методологии;
- механизмы: разработчики ПО и инструменты тестирования.

4. Системное тестирование ПО системы в режимах системы:

- входы: рабочее ПО, результаты АТ тестирования;
- выходы: результаты системного тестирования;
- контроль: стандарты и методологии тестирования;
- механизмы: тестировщики и инструменты тестирования.

5. Системное тестирование ПО системы в режимах космического аппарата:

- входы: рабочее ПО, результаты системного тестирования;
- выходы: результаты тестирования в космических режимах;
- контроль: стандарты и методологии тестирования для космических приложений;
- механизмы: команда специалистов и инструменты тестирования.

6. Сопровождение ПО системы:

- входы: результаты тестирования;
- выходы: обновления ПО, исправления;
- контроль: стандарты и методологии сопровождения БПО;
- механизмы: команда сопровождения.

В нотации IDEF0 отсутствует возможность отображения обратных связей, что затрудняет визуализацию исследуемого процесса. Однако важно подчеркнуть, что обратная связь является критически важным элементом для повышения качества и гибкости разрабатываемого продукта.

Каждый из представленных подпроцессов играет ключевую роль в обеспечении успешной разработки программного обеспечения и охватывает все необходимые этапы от определения требований до сопровождения готового продукта.

Декомпозиция процесса позволяет более детально анализировать и управлять каждым этапом, что, в свою очередь, повышает качество продукта.

5. Выводы

Таким образом, использование нотации IDEF0 для моделирования традиционного цикла разработки бортового программного обеспечения помогает лучше понять взаимосвязи между этапами и вовлеченными участниками процесса, а также создаст условия для будущих улучшений. В перспективе планируется интеграция USE-case диаграмм и более детальная проработка каждого из подпроцессов, что позволит значительно оптимизировать технологию разработки. Это, в свою очередь, будет способствовать более качественному созданию бортового ПО.

Список литературы

1. Ноженкова, Л.Ф. Метод системного моделирования бортовой аппаратуры космического аппарата / Л.Ф. Ноженкова, О.С. Исаева, Е.А. Грузенко // Вычислительные технологии. – 2015. – Т. 20, № 3. – С. 33-45.
2. Антоненко, А. С. Модельно-ориентированная разработка бортового программного обеспечения многозвенного манипулятора в SimInTech / А.С. Антоненко, Н.А. Барышников // Перспективные системы и задачи управления: Материалы XVII Всероссийской научно-практической конференции и XIII молодежной школы-семинара, п. Домбай, 04–08 апреля 2022 года. – Таганрог: ИП Марук М.Р, 2022. – С. 106-115.
3. Федорова, Л.А. Практические вопросы идентификации и регламентации бизнеспроцессов на предприятиях ракетно-космической отрасли / Л.А. Федорова, А.В. Горбатова // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2019. – Т. 7, № 3. – С. 61-65.
4. Курганов, С. А. информационная поддержка процессов продажи программного обеспечения на основе функциональных моделей / С. А. Курганов, А. С. Кузнецов // Нанотехнологии: наука и производство. – 2024. – № 3. – С. 14-25.
5. Ломаев, Ю.С. Применение лабораторно-отрабочного образца для оптимизации разработки бортового программного обеспечения / Ломаев Ю.С., Иванов И.А. // Успехи современной радиоэлектроники. 2017 № 12. – М.: С.146-149.