УДК 621.3:005.6

EDN KUYERE

Разработка методики диагностики и прогнозирования технического состояния электропривода

И.И. Тагиров*, Р.Т. Хазиева

Уфимский государственный нефтяной технический университет, улица Космонавтов, 8, Уфа, 450062, Россия

*E-mail: alb3707@mail.ru

Аннотация. Повышение эксплуатационных характеристик двигателей, таких как эффективность и надежность, находится в прямой зависимости от создания и внедрения передовых систем диагностики. Решение данной задачи позволяет достичь ряда стратегических целей: оптимизировать конструкцию агрегатов, сократить цикл их разработки и снизить эксплуатационные издержки, что в итоге приводит к значительной экономии топливно-энергетических ресурсов. В современном индустриальном мире остро стоит проблема в диагностике и прогнозирования технического состояния электропривода. Данную проблему помогает решить математическое моделирование оценки технического состояния электропривода.

Ключевые слова: электропривод, контекстная диаграмма, декомпозиция процесса.

Development of a technique for diagnosing and predicting the technical condition of an electric drive

I.I. Tagirov*, R.T. Khazieva

Ufa State Petroleum Technical University, 8 Kosmonavtov Street, 450062, Russia

*E-mail: alb3707@mail.ru

Abstract. Improving the performance of engines, such as efficiency and reliability, is directly related to the development and implementation of advanced diagnostic systems. Solving this problem allows us to achieve several strategic goals: optimize the design of engines, reduce the development cycle, and lower operating costs, resulting in significant savings on fuel and energy resources. In the modern industrial world, there is an acute problem in diagnosing and predicting the technical condition of an electric drive. Mathematical modeling of the assessment of the technical condition of the electric drive helps to solve this problem.

Keywords: electric drive, context diagram, process decomposition.

1. Введение

Для моделирования и анализа сложных систем, чьи алгоритмы функционирования не поддаются простому формальному описанию, широко применяются специализированные методологии. Одними из наиболее признанных стандартов в этой области являются методологии семейства IDEF. Они предоставляют инструментарий для эффективного графического отображения и всестороннего анализа моделей сложных систем в различных аспектах [1]. Понятие «система» в данном контексте охватывает как взаимодействие приборов, механических устройств и технологических объектов, так и коммуникации между людьми, направленные на достижение поставленной цели.

Часто в процессе работы возникает задача не просто проанализировать отдельную проблему, но и точно определить ее местоположение в общей архитектуре процессов системы.

2. Цель исследования

Целью данной работы является одна из ключевых нотаций этого семейства IDEF0, предназначенная для построения функциональной модели. Такая модель наглядно представляет структуру системы, ее функции, а также потоки информации и материальных ресурсов, которые связывают эти функции между собой.

3. Методы и материалы исследования

Процесс разработки такой модели удобно осуществлять в виде иерархии диаграмм в стандарте IDEF0, используя специализированное программное обеспечение для построения диаграмм, такое как ERWin. Построение функциональной модели подразумевает последовательную декомпозицию (разбиение) функций системы до уровня элементарных операций с детальным описанием информационных взаимосвязей [2].

На рисунке 1 представлена контекстная диаграмма верхнего уровня «A-0», которая отображает систему как единый модуль. Эта диаграмма является вершиной иерархической модели. На ней объект моделирования представлен в виде одного блока, а граничные стрелки иллюстрируют его взаимодействие с внешней средой. Таким образом, диаграмма A-0 определяет область видимости модели и ее границы.

Рисунок 1. Контекстная диаграмма IDEF0 «Процесс разработки системы диагностики».

Принцип декомпозиции лежит в основе методологии IDEF0. Он заключается в том, что сложный процесс последовательно разбивается на составляющие его подпроцессы, и эта детализация продолжается до достижения необходимой глубины описания [3]. Каждая следующая дочерняя диаграмма, получаемая в результате такого разбиения, не выходит за рамки исходного родительского блока, но раскрывает его внутреннюю структуру с гораздо большей степенью подробности.

Ключевым аспектом принципа преобладания (или доминирования) в методологии IDEF0 является правило диагонального расположения функциональных блоков на некотнтекстных диаграммах. Согласно этому правилу, наиболее важный и значимый блок размещается в левом верхнем углу, а наименее критичный – в правом нижнем.

Для описания взаимодействий в модели применяются четыре типа связей.

Вход: объекты или информация, которые преобразуются или потребляются в ходе процесса для создания результата.

Управление: правила, стандарты или данные, которые регламентируют выполнение процесса, обеспечивая его корректный выход.

Выход: продукты, данные или материальные объекты, являющиеся прямым итогом работы процесса.

Механизм: ресурсы (например, персонал, оборудование, ПО), которые обеспечивают поддержку и выполнение функции.

4. Полученные результаты

IDEF0 предлагает подход, основанный на построении иерархии взаимосвязанных диаграмм, где каждая из них представляет собой детализированное описание отдельного элемента системы.

Основное предназначение создаваемой функциональной модели заключается в том, чтобы смоделировать и визуализировать процесс разработки.

На нулевом (контекстном) уровне модели представлен процесс «Разработка системы диагностики». Входными данными для него служат измеряемые параметры двигателя.

Управление процессом осуществляется через следующие регламентирующие документы и требования:

- технические условия на двигатель;
- действующие стандарты (ГОСТ) и инструкции;
- руководство по эксплуатации двигателя;
- установленные требования к надежности двигателя.

Реализация процесса обеспечивается комплексом механизмов, куда входят: аппаратные средства компрессорной станции и испытательного стенда; квалифицированные специалисты по диагностике оборудования; применяемые технологии и методы формирования решений; программное обеспечение, такое как ErWin, Excel и Блокнот. Выходом процесса являются результаты оценки технического состояния двигателя.

Для более детального анализа процесс разработки подвергается декомпозиции на последующих уровнях модели [4].

В результате декомпозиции процесс разработки был структурирован на три ключевых подпроцесса: фильтрация исходных данных, нормировка измеренных параметров двигателя и их последующая визуализация [5].

Декомпозиция процесса «Проведение статистической обработки данных» представлена на рисунке 2.

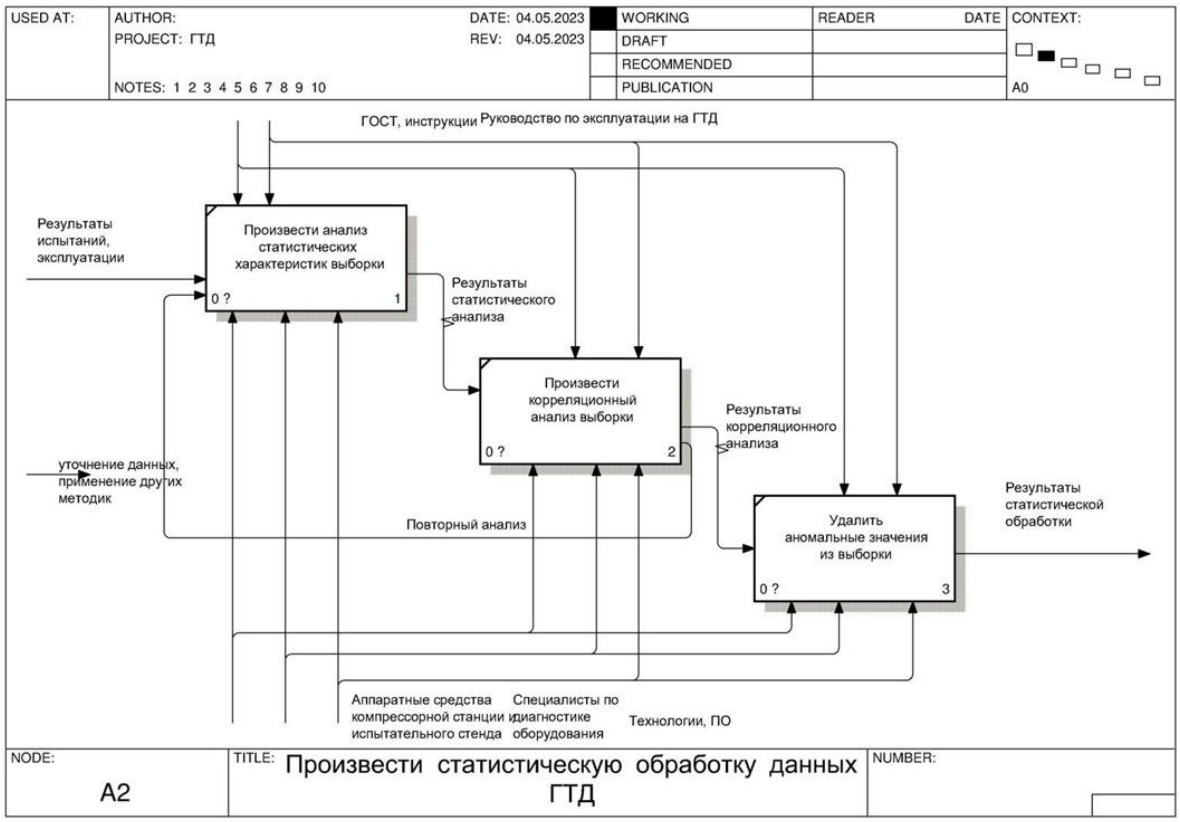

Рисунок 2. Декомпозиция процесса «Проведение статистической обработки данных».

5. Выводы

Процесс «Статистическая обработка данных» включает в себя три последовательных этапа: анализ статистических характеристик выборки, выполнение корреляционного анализа и исключение аномальных значений. Входными данными для процесса являются потоки «Результаты испытаний и эксплуатации» и «Уточненные данные и альтернативные методики». Ключевыми выходными продуктами процесса разработки являются отчет «Результаты оценки технического состояния двигателя». На основе данных результатов мы получаем итоговое заключение о возможности его дальнейшей эксплуатации. Данное заключение приводит к рациональной экономии финансовых и топливо-энергетических ресурсов.

Список литературы

1. Виноградов С.М. Стендовые испытания приводов ГПА в условиях ремонтного предприятия / С.М. Виноградов, И.В. Гаранин, В.Г. Кульчихин и др. // – М.: Изд-во Наука, 2020. – 165 с.
2. Гареев Р.Р. Определение технического состояния динамического оборудования по результатам диагностических измерений / Р.Р. Гареев, В.У. Ямалиев // Нефтегазовое дело. – 2019. – Т.10. – № 3. – С.78-82.
3. Науменко А.П. Введение в техническую диагностику и неразрушающий контроль: учебное пособие / А.П, Науменко. – Минобрнауки России, ОмГТУ: 2019. – 152 с.
4. Хазиева Р.Т. Анализ известных методов и технических решений повышения ресурсоэнергоэффективности асинхронных электродвигателей / Р.Т. Хазиева, И.Д. Каекбирдина // Тезисы доклада в сборнике 74-й научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых УГНТУ. – Уфа: изд-во УГНТУ, 28 апреля 2023. – Т. 1. – С. 547
5. Валеев А.Р. Техническая диагностика нефтегазоперекачивающего оборудования: учебное пособие / А.Р. Валеев, М.М. Велиев, Э.М. Велиев, О.М. Саубанов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2020. – 90 с.