

УДК 004.9

В.А. Емельянов

Севастопольский институт банковского дела УБД НБУ, Севастополь

## ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СОЗДАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

Обоснована необходимость разработки методологии создания интеллектуальных информационных технологий (ИИТ) для систем технической диагностики (СТД). Разработаны функциональные IDEF0 модели, на основании которых выделен основной спектр функциональных задач процесса создания СТД, базирующихся на обработке визуальной информации. Описаны основные этапы создания СТД, согласно разрабатываемой методологии создания ИИТ.

**Ключевые слова:** функциональное моделирование, IDEF0, методология, системы диагностики, информационные технологии, интеллектуальные технологии.

### Введение

На протяжении всего цикла металлургического производства постоянно производится доставка жидких чугуна и стали в доменный, конвертерный, сталеплавильный и другие цеха. Доставка на металлургических предприятиях жидкого чугуна и стали осуществляется при помощи специального металлургического оборудования: передвижных миксеров для транспортировки чугуна; ковшей для перевозки стали; ковшей для перевозки чугуна.

Кроме данного оборудования в цехах используются специальные ковши для разливки жидкого металла, которые имеют схожее строение с перечисленным оборудованием.

К эксплуатации и диагностике данного оборудования предъявляются высокие требования, связанные с влиянием высоких температур, характерных жидкому металлу, более 1000°C. Высокие температуры, влиянию которых подвергается данное металлургическое оборудование, вызывают риск разрушения такого оборудования, что чревато значительными материальными убытками и человеческими жертвами. Следовательно, необходимым является создание таких информационных технологий и систем, которые смогут обеспечить диагностику и поддержку принятия решений об эксплуатации такой группы металлургического оборудования.

**Постановка задачи.** Анализ отечественных и зарубежных источников [1 – 4] позволяет сделать вывод о том, что в существующих информационных системах и технологиях практически отсутствует возможность мониторинга и технической диагностики рассматриваемого футерованного оборудования. Кроме того, на основании источников [4 – 7], можно сделать вывод о том, что создание таких систем диагностики носит хаотичный и несистемный характер, т.е. разработка той или иной информаци-

онной системы диагностики такого оборудования связана со случившейся аварией на конкретном оборудовании, с целью предотвращения ее повторения. Следует отметить, что в данное время отсутствуют какие-либо методики и рекомендации по созданию информационных технологий и систем поддержки принятия решений для процесса технической диагностики, рассматриваемого футерованного оборудования металлургических предприятий.

Таким образом, актуальным является разработка методологии создания интеллектуальных информационных технологий поддержки принятия решений в процессе технической диагностики футерованного оборудования металлургических предприятий.

### Функциональное моделирование методологии создания ИИТ для СТД

Первым шагом при создании методологии является функциональная декомпозиция с выделением основных ее этапов.

На теоретико-множественном уровне процесс создания ИИТ может быть представлен как:

$$FM = \langle F, PR, MP, R, P, O, RS \rangle, \quad (1)$$

где  $F = \{f_i, i = \overline{1, I}\}$  – множество функций процесса

технической диагностики;  $PR = \{pr_j, j = \overline{1, J}\}$  – множество задач, реализуемых в процессе создания

ИИТ (например, создание интеллектуальных моделей и методов для диагностики);  $MP = \{mp_l, l = \overline{1, L}\}$  –

множество определяемых свойств и характеристик ОД;  $R = \{r_k, k = \overline{1, K}\}$  – множество результатов процесса технической диагностики;  $P = \{p_m, m = \overline{1, M}\}$  –

персонал, отвечающий за создание ИИТ;

$O = \{o_n, n = \overline{1, N}\}$  – множество объектов и процессов

технической диагностики;  $RS = \{rs_t, t = \overline{1, T}\}$  – множество отношений между компонентами  $\langle F, PR, MP, R, P, O \rangle$ .

Функциональная модель (рис. 1) является основой содержательного представления системного моделирования процесса создания ИИТ для СТД.

Функциональная модель IDEF0 декомпозируется на иерархию диаграмм, образующих следующие функциональные блоки:

- 1 Создание функциональной модели ИИТ.
- 2 Разработка моделей и методов ИИТ для обработки изображений ОД.
- 3 Создание интеллектуальных методов и моделей ИИТ для решения ситуаций с ОД.
- 4 Разработка информационной модели и архитектуры интеллектуальной СТД-СОИ.
- 5 Разработка инструментальных средств ИИТ.
- 6 Оценка эффективности ИИТ.

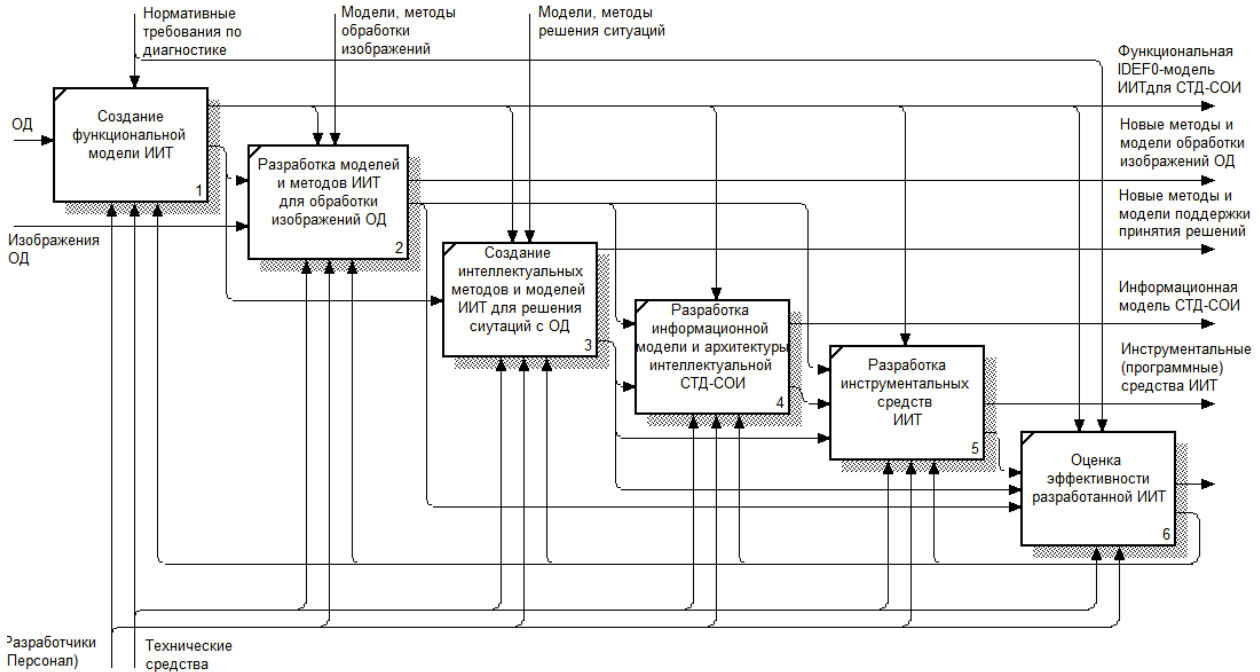


Рис. 1. Функциональная модель создания ИИТ для СТД

Декомпозиция функционального блока 1 дает иерархию диаграмм (рис. 2), где в качестве выполняемых функций отмечены:

- 11 Теоретико-множественное описание ОД.

Строится функциональная (DFD) и информационная (ER) модели предметной области. При построении функциональной модели выявляются первичные структуры данных, которые преобразуются в сущности ER-модели.

- 12 Формирование ТЗ диагностики и списка оцениваемых свойств ОД.

Создается техническое задание (ТЗ) на диагностику на основании модели предметной области и нормативных требований диагностики, а также создается список свойств и характеристик ОД, которые необходимо определить, уточнить или спрогнозировать в процессе диагностики.

- 13 Формирование списка моделей, методов и средств ИИТ для диагностики.

На основании сформированного списка требуемых свойств и нормативных требований диагностики, формируется список моделей и методов ИИТ, реализация которых позволит выполнить требуемые задачи диагностики для конкретного ОД.

- 14 Формирование требований для основных этапов обработки информации.

На данной фазе выполняются следующие работы:

- определяются функции, которые должна выполнять разрабатываемая информационная система;
- определяются наиболее приоритетные функции, требующие разработки в первую очередь;
- проводится описание информационных потребностей;
- ограничивается масштаб проекта создания ИИТ;
- определяются временные рамки для каждой из последующих фаз.

Результатом фазы анализа и планирования требований будет список функций разрабатываемой информационной системы с указанием их приоритетов и предварительные функциональные и информационные модели.

- 15 Создание функциональной модели ИИТ включает.

Формирование функциональной модели ИИТ для СТД, описывающей процесс диагностики в виде иерархии функций, связанных между собой входящими/исходящими потоками информации, управляющими воздействиями, исполнителями.

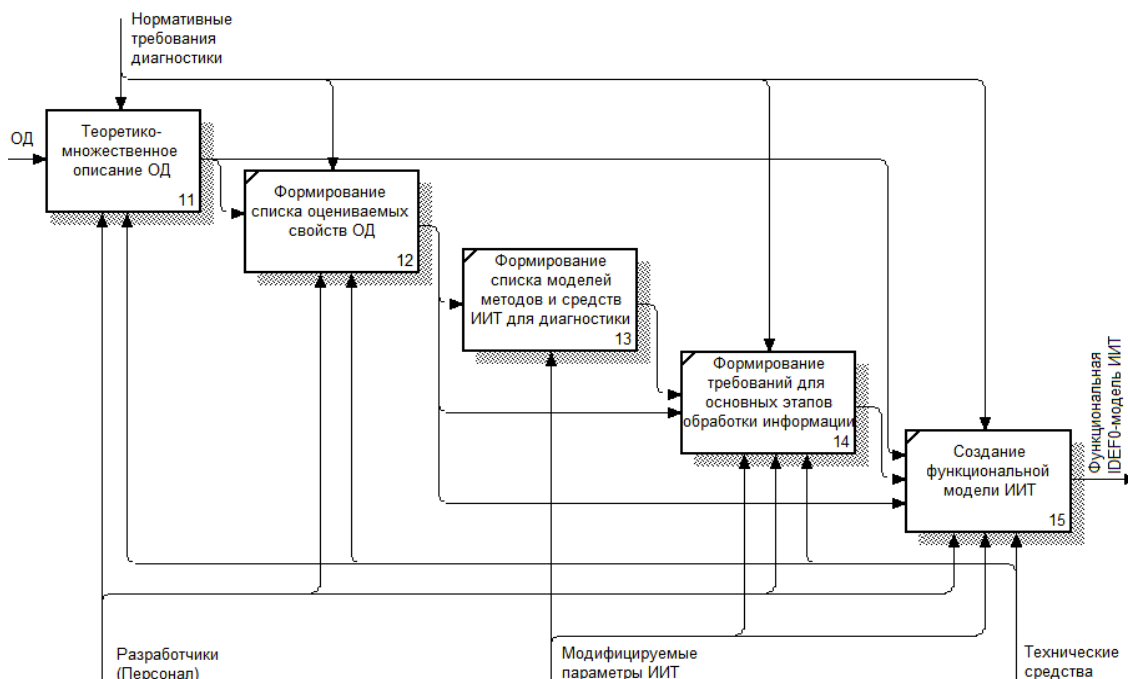


Рис. 2. Декомпозиция блока «Создание функциональной модели ИИТ»

Необходимость введения в методологию блока 2 вызвана тем, что диагностику рассматриваемого оборудования рационально проводить на основе анализа изображений термограмм оборудования [8].

По аналогии функциональная декомпозиция блока 2 на рис. 1 представлена на рис. 3 в виде иерархии состоящей из таких компонент:

21 Создание моделей и методов предварительной обработки изображений ОД.

22 Создание интеллектуального метода определения характеристик ОД .

23 Создание профиля обработки изображений ОД.

24 Оценка эффективности разработанного профиля обработки изображений ОД необходим для проверки адекватности предложенных методов и моделей обработки изображений ОД.

Детализация блока 3 на рис. 1 показана на рис. 4, где процесс «Создание интеллектуальных

методов и моделей ИИТ для решения ситуаций с ОД» следующими функциональными блоками:

31 Создание интеллектуального метода оценки свойств и состояния ОД, необходимого для оценки свойств ОД согласно нормативным требованиям.

32 Создание интеллектуального метода решения ситуация с ОД, необходимый для поиска варианта решения сложившейся ситуации с ОД относительно его эксплуатации согласно его вычисленным свойствам и характеристикам.

33 Создание интеллектуального метода прогнозирования состояния ОД, необходимого для определения свойств и характеристик ОД в динамике и прогнозирования их изменения.

34 Оценка эффективности разработанных методов ИИТ, предназначенная для проверки адекватности разработанных интеллектуальных методов согласно нормативным требованиям.

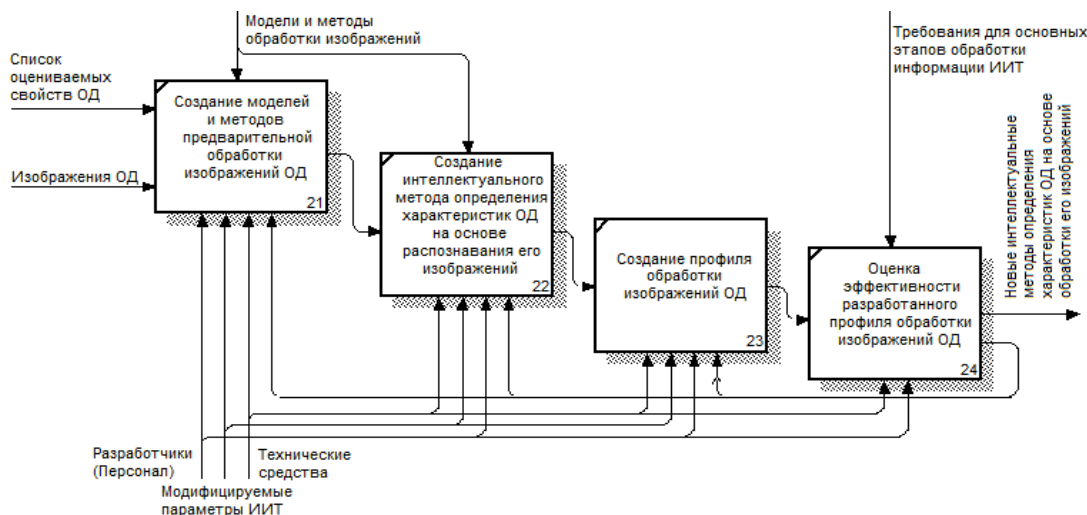


Рис. 3. Декомпозиция блока 2

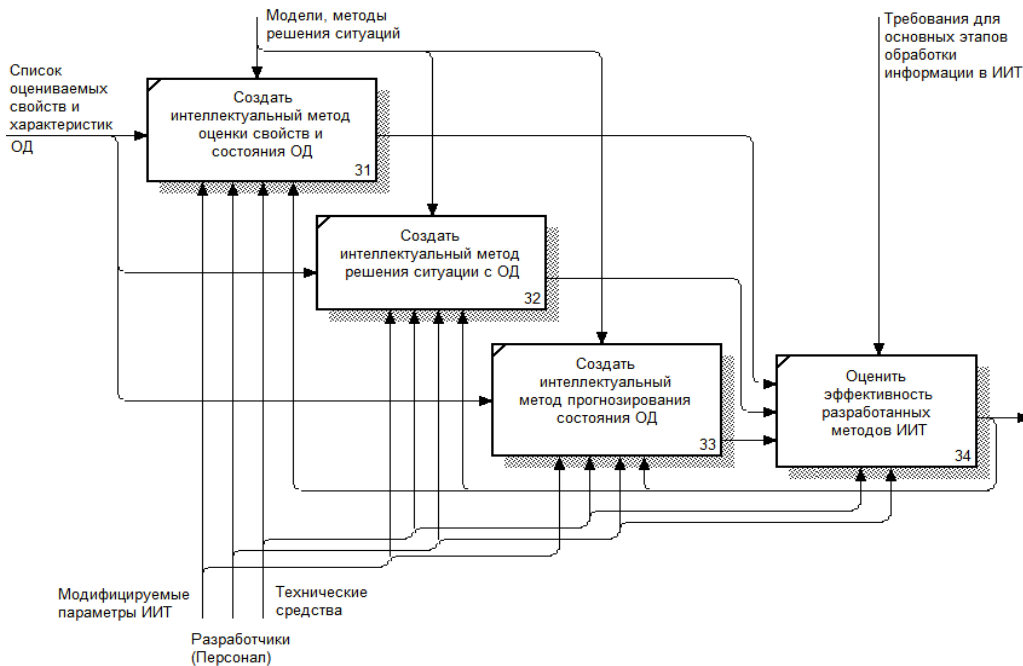


Рис. 4. Декомпозиция блока 3

По аналогии функциональная декомпозиция блока 4 на рис. 1 представлена в виде иерархии диаграмм, где:

41 Формирование требований и ограничений к функционированию СТД.

Принимается решение, из каких приложений (подсистем) будет состоять система. Формируются требования и ограничения по этапам диагностики для предлагаемой СТД, определяются требования к аппаратным ресурсам.

42 Создание информационной модели системы.

Формируется информационная модель, в том числе производится выделение объектов, описание их поведения и связей друг с другом. Создается описание информационного пространства выполнения процесса диагностики, содержащего информационные объекты (сущности), их свойства (атрибуты), отношения с другими объектами (связи). Создаются абстрактные подсистемы необходимые для функционирования СТД.

43 Разработка структурной схемы СТД.

Осуществляется формирование архитектуры СТД. На основании абстрактных подсистем создаются и описываются конкретные программные и аппаратные компоненты СТД. Описываются внешние по отношению к СТД источники и адресаты данных, логические функции, потоки данных и хранилища данных.

Завершается физическое проектирование системы, а именно:

- определяется необходимость распределения данных;
- производится анализ использования данных;
- производится физическое проектирование базы данных;
- определяются способы увеличения производительности;
- завершается разработка документации проекта;

– производится структурирование (моделирование) данных, в том числе создание концептуальной модели структуры базы данных, автоматическая генерация физической модели БД и др.

Архитектура СТД документируется в виде DFD, где функции представляют компоненты приложений с указанием используемой информации.

Блок 5 состоит из:

51 Формирование требований и ограничений к функционированию инструментальных средств ИИТ, включает выбор среды разработки инструментальных средств, определение требований к аппаратным ресурсам, определение требований пользователя, совокупность утверждений относительно атрибутов, свойств или качеств инструментальных средств, подлежащих реализации.

52 Создание объектной модели инструментальных средств ИИТ, включает в себя описание назначения инструментальных средств и их функции, концептуальную модель, которая отображает основные классы, реализующие действия и физическое представление объектной модели отражающей физические компоненты инструментальных средств и их взаимосвязь.

53 Создание инструментальных средств ИИТ в среде разработки

Разработка в среде RAD на основе объектной модели инструментальных средств в виде программного обеспечения (ПО) (визуальное программирование), реализующего разработанные интеллектуальные модели и методы ИИТ для СТД.

54 Экспериментальная оценка эффективности инструментальных средств ИИТ, включает:

- тестирование ПО, с целью проверки соответствия между реальным и ожидаемым поведением программы, осуществляемое на конечном наборе тестовых ОД.

– оценка ПО и его компонентов с целью определения удовлетворяют ли результаты разработки условиям, сформированным в ТЗ.

Последним этапом создания ИИТ является ее проверка на эффективность, декомпозиция которой приведена включает:

61 Экспериментальная оценка методов и моделей для определения свойств ОД на основе его изображений, включает проверку этапов ИИТ для осуществления следующих функций технической диагностики:

- определение количественных характеристик ОД, на основе распознавания его изображений;
- определение множества свойств ОД, на основе полученных количественных характеристик.

62 Экспериментальная оценка методов и моделей ИИТ для диагностики состояния, включает проверку этапов ИИТ для осуществления следующих функций технической диагностики:

- анализ и оценка полученных свойств ОД,
- анализ ситуации с ОД и поддержка принятия решения относительно состояния ОД и дальнейшей его эксплуатации.

63 Экспериментальная оценка методов и моделей для прогнозирования состояния ОД, включает проверку этапов ИИТ для осуществления следующих функций технической диагностики:

- анализ и определение динамики изменения свойств и характеристик ОД;
- составление прогноза об эксплуатации ОД.

64 Ввод корректив в функциональную модель ИИТ и разработанные модели, методы и средства ИИТ, предназначен для формирования модифицируемых параметров ИИТ, на основании которых производится корректирование разработанных моделей, методов и средств ИИТ, а также включает в себя определение показателя эффективности ИИТ в целом.

моделей процесса создания ИИТ для СТД, что позволило выделить основной спектр функциональных задач процесса создания СТД и их информационное сопровождение, а также позволяет обоснованно сформировать требования к их реализации в составе ИИТ.

## Список литературы

1. Суков Г.С. Модернизация и комплексное оснащение современным оборудованием предприятий металлургии / Г.С. Суков, Ю.Н. Белобров, Н.Н. Попов, В.А. Держинский // Металлургия: Тенденции развития. – 2008. – №03. – С. 4-7.
2. Бигус Г. Техническая диагностика опасных производственных объектов / Г. Бигус, Ю. Даниев. – Наука, 2010. – 418 с.
3. Czichos H. Handbook of Technical Diagnostics / H. Czichos. – Springer, 2013. – 566 p.
4. Gerasimos R. Intelligent Industrial Systems: Modeling, Automation and Adaptive Behavior / R. Gerasimos. – Industrial Systems Institute & National Technical University of Athens, 2010. – 601 p.
5. Martino M. Refractory Lining for Oxygen Converters: Recent Experiences in this Field / M. Martino, M. Fenu, A. Anfosso // Proceedings of 5-th European Steelmaking Conference, 26-28 June, 2006, Aachen, Germany. – Dusseldorf: Steel Institute VDEh, 2006. – P. 229-233.
6. Костюков А.В. Повышение операционной эффективности предприятий на основе мониторинга в реальном времени / А.В. Костюков, В.Н. Костюков. – М.: Машиностроение, 2009. – 192 с.
7. Сафарбаков А.М. Основы технической диагностики деталей и оборудования / А.М. Сафарбаков, А.В. Лукьянов, С.В. Пахомов. – Иркутск: ИрГУПС, 2007. – 110 с.
8. Емельянов В.А. Интеллектуальная компьютерная система диагностики технического состояния передвижных миксеров на основе обработки визуальной информации / В.А. Емельянов, Н.Ю. Емельянов // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2013. – №3. – С. 73-80.

Поступила в редколлегию 12.03.2014

## Выводы

Таким образом, на основе SADT-методологии и IDEF-технологий разработан комплекс системных

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В. С. Харченко, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». Харьков.

## ФУНКЦІОНАЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ СТВОРЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ СИСТЕМ ТЕХНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ

В.О. Ємельянов

Обґрунтовано необхідність розробки методології створення інтелектуальних інформаційних технологій (ІІТ) для систем технічної діагностики (СТД). Розроблено функціональні IDEF0 моделі, на підставі яких виділено основний спектр функціональних завдань процесу створення СТД, які базуються на обробці візуальної інформації. Описано основні етапи створення СТД, згідно розроблюваної методології створення ІІТ.

**Ключові слова:** функціональне моделювання, IDEF0, методологія, системи діагностики, інформаційні технології, інтелектуальні технології.

## FUNCTIONAL MODELING OF THE INTELLIGENT INFORMATION TECHNOLOGY CREATION PROCESS FOR TECHNICAL DIAGNOSTICS SYSTEMS

V.A. Iemelianov

The creating necessity of the methodology for development of intelligent information technology systems for technical diagnostics has been substantiated. IDEF0 functional models have been developed. The main ranges of the functional tasks of the technical diagnostic systems creating process which based on the visual information processing have been described. The basic steps for creating technical diagnostic systems according to the developing methodology for creation of intelligent information technologies for technical diagnostic systems have been described.

**Keywords:** functional modeling, IDEF0, methodology, diagnostic systems, information technology, intelligent technology.