

УДК 621.313:681.5

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДИАГНОСТИКИ ПОГРУЖНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ IDEF1X-ТЕХНОЛОГИИ

В. Н. ЕФАНОВ¹, А. Н. КИТАБОВ², Р. Р. НУГАЕВ³

¹efanov@mail.rb.ru, ²andrey.ugatu@mail.ru, ³nugaevrr@mail.ru

ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ)

Поступила в редакцию 8 мая 2014 г.

Аннотация. Рассмотрены вопросы проектирования информационных моделей процесса диагностики погружного оборудования на основе методологии структурного анализа (SADT-методология) с использованием IDEF1X-технологии. Проводится анализ диаграммы потоков данных, которая обеспечивает в рамках исследуемой предметной области формализацию процедуры передачи информации и позволяет грамотно сформулировать требования к информационной модели. Приводятся результаты исследования информационных процессов диагностики для трех различных уровней управления техническим состоянием погружного оборудования в нефтяной компании.

Ключевые слова: информационная модель; погружное оборудование; диаграмма потоков данных; база данных; уровень иерархии; управление техническим состоянием.

ВВЕДЕНИЕ

При эксплуатации нефтяных месторождений основной объем добываемой нефти приходится на установки электроцентробежных насосов (УЭЦН), представляющие собой сложный электрогидравлический агрегат, в состав погружной части которого входят электроцентробежный насос и погружной электродвигатель, а наземную часть составляет станция управления. При средних и больших отборах скважинной жидкости (100–150 м³/сут и более) УЭЦН являются наиболее экономичным и наименее трудоемким по обслуживанию видом оборудования для добычи нефти. В связи с этим доля использования таких установок составляет более 70 %. В то же время установка погружных центробежных электронасосов и блочных кустовых насосных станций сопровождается увеличением парка эксплуатируемых агрегатов, расширением их номенклатуры, усложнением конструкций. Указанное оборудование эксплуатируется в различных природно-климатических условиях и при использовании различных стратегий технического обслуживания. Все это приводит к увеличению частоты отказов и аварий погружного электрооборудования, а также к росту тяжести их последствий. При этом анализ работоспособности установок электроцентробежных насосов на нефтяных месторождениях Западной Сибири показал, что при эксплуатации установки выхо-

дят из строя не по предельному износу, а в результате расчленения секций электроцентробежных насосов. В результате в среднем по нефтяным месторождениям Западной Сибири отечественные погружные установки имеют наработку на отказ 300–400 суток. Любой отказ погружного оборудования вызывает необходимость проведения подземного ремонта, продолжительность которого может достигать нескольких суток, затраты на его проведение нередко сопоставимы со стоимостью электронасосного оборудования, а потери из-за простоя скважины в денежном выражении кратно его превосходят. Необходимо также учесть, что в среднем из десяти скважин, поставленных на капитальный ремонт после обрыва погружного электродвигателя, одну приходится списывать из-за полного перекрытия зон перфорации.

Сказанное обуславливает актуальность задачи повышения надежности УЭЦН за счет увеличения времени их безотказной работы. С этой целью предлагаются новые аппаратные решения, позволяющие получать максимальное количество достоверной информации о техническом состоянии оборудования. Состав таких аппаратных средств должен отвечать высоким требованиям к оперативному управлению техническим состоянием погружного оборудования с учетом многоуровневой иерархии нефтяных компаний, а также соответствовать как специ-

фическим особенностям всей области применения данного оборудования, так и индивидуальным особенностям конкретных нефтедобывающих компаний. Помимо этого, необходимо проработать весь комплекс вопросов, связанных с созданием современного математического, алгоритмического и программного обеспечения системы диагностики.

Решению сформулированных задач посвящены работы авторов [1–5]. В данной статье рассматривается задача создания объединенной информационной среды процесса диагностики с использованием современных информационных технологий, которые служат основой экономики знаний, наукоемких производств и интенсивных инноваций. В первую очередь это касается методологии SADT, позволяющей определить основные функции системы диагностики, разработать системный проект, выявить взаимосвязь между частями всей системы. Основные аспекты системного анализа достаточно подробно изложены в работах [6, 7]. В процессе создания моделей по методологии SADT мы ориентировались на результаты, представленные в [8–11], чтобы выявить основные информационные потоки, на основе которых становится возможным проектировать различного рода базы данных (БД) в составе информационной системы процесса диагностики.

ДИАГРАММА ПОТОКОВ ДАННЫХ ПРОЦЕССА ДИАГНОСТИКИ

Детальный анализ информации, которая используется в соответствующих нефтедобывающих компаниях при организации диагностических процедур, позволяет построить диаграмму потоков данных (DFD – Data Flow Diagram).

Отличительной особенностью DFD-моделей информационно-измерительных систем является возможность описания хранилищ промежуточных результатов в виде накопителей данных, которые представляют собой элементы задержки времени процесса диагностики. При этом промежуточные результаты помещаются в динамический файл, а информация, необходимая для повторного использования или являвшаяся целью операции, помещается в БД. Контекстная диаграмма потоков данных аналогична контекстной диаграмме функциональной модели, построенной на основе IDEF0-технологии, с учетом особенностей технологии DFD-моделирования. Декомпозиция контекстной диаграммы потоков данных процесса диагностики погружного оборудования представлена на рис. 1.

На данной диаграмме представлены лишь те функции, которые в значительной мере влияют на процесс формирования информационных потоков. При этом основными хранилищами данных DFD-диаграммы являются следующие накопители:

- оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) микроконтроллера, входящего в состав погружного оборудования;
- файл с данными, хранящийся в промышленном компьютере (ПК) наземной части;
- БД первичных данных;
- файл с результатами обработки первичных данных, хранящийся в ПК;
- БД обработанной информации;
- файл отчета по испытанию;
- пакет данных, сформированный для передачи диспетчерской службе компании;
- пакет данных, сформированный для передачи менеджменту компании;
- пакет данных, сформированный для принятия управленческого решения.

Первым хранилищем данных является ОЗУ микроконтроллера погружной части системы диагностики. В нем содержатся текущие значения параметров контроля (вибрация и температура), которые впоследствии передаются в наземную часть системы диагностики (ПК). Далее фигурирует накопитель данных в виде динамического файла, хранящегося в ПК («файл с данными на ПК»). Этот файл служит основой для создания и пополнения «БД первичной информации», создание и обновление которой обеспечивает выполнение первоначального этапа процесса диагностики. БД первичных данных представляет собой набор разнородной информации, структурированной в соответствии с требованиями нормальных форм БД.

На следующем шаге процесса диагностики информация, содержащаяся в «файле с данными», обрабатывается в соответствии с алгоритмом анализа параметров контроля, в результате чего генерируется очередной динамический «файл с результатами на ПК». Этот файл служит основой для создания и пополнения «БД обработанной информации». Кроме того, на этом этапе решается задача определения технического состояния погружного оборудования (результат диагностики), и, соответственно, создается очередной файл «отчет по испытанию», содержащий всю необходимую графическую и табличную информацию в форматах *.pdf, *.doc, *.docx, и т.д.

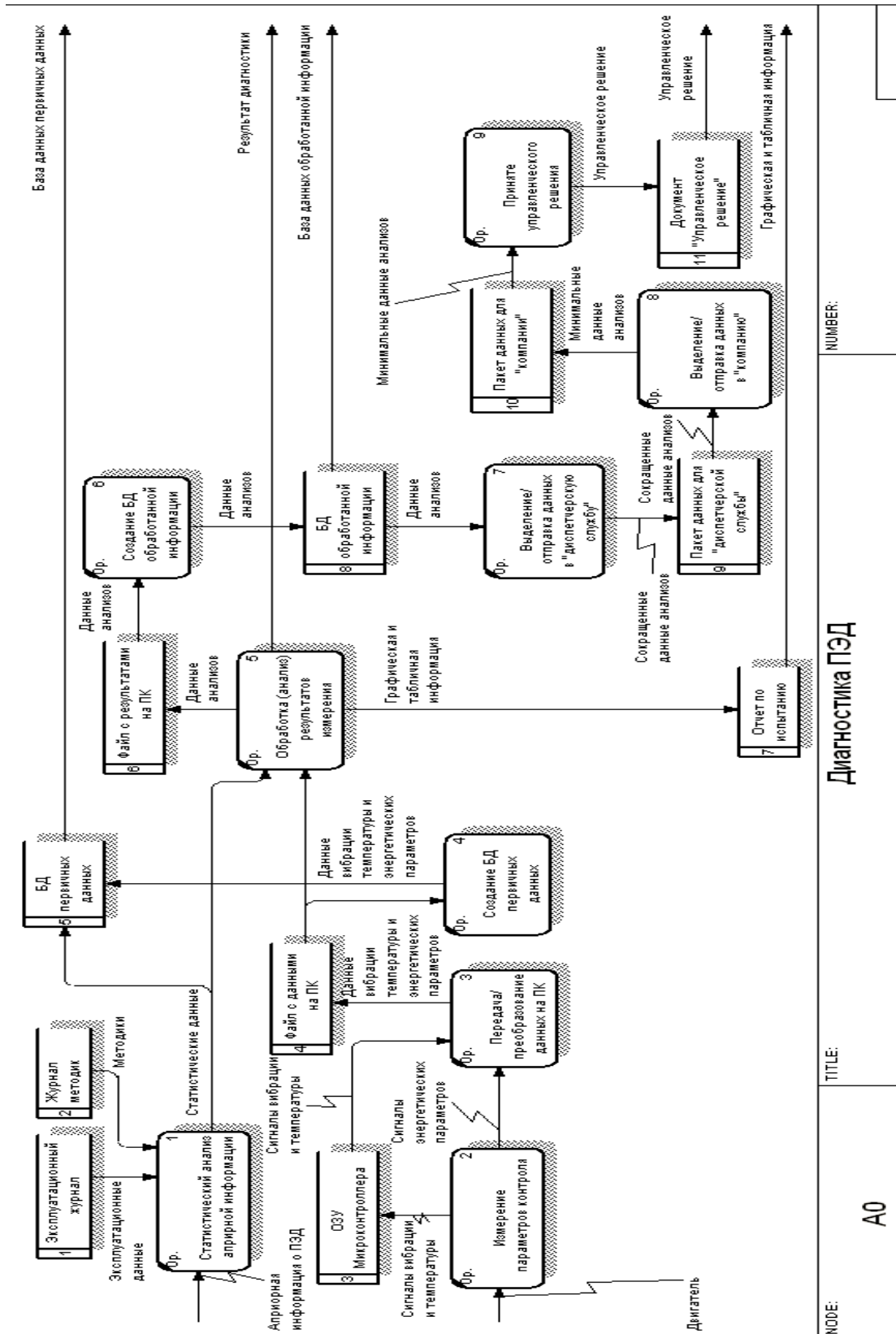


Рис. 1. Диаграмма потоков данных

Следующие два объекта приведенной DFD-диаграммы – «пакет данных для диспетчерской службы компании» и «пакет данных для менеджмента компании» – являются фрагментами БД обработанной информации. Первый из ук-

занных пакетов включает наиболее общие сведения о техническом состоянии каждого объекта диагностики. Эта информация обрабатывается аппаратными и программными средствами наземной части системы диагностики и исполь-

NUMBER: _____

Титул: А0

Диалог ПЭД

NUMBER: _____

зуется службами цехов обслуживания и ремонта. На основе этой информации формируется «пакет данных для менеджмента компании». Следует заметить, что в результате обработки информации на каждом шаге алгоритма диагностики объем данных существенно сокращается за счет их комплексирования и записи в специфических форматах, позволяющих проводить анализ технического состояния и принимать решения по обслуживанию и ремонту используемого оборудования. Соответствующие выводы, рекомендации и указания заносятся в пакет данных «управленческое решение». Таким образом, использование диаграммы потоков данных позволяет упорядочить информационные процессы, протекающие в системе диагностики, что устраняет возможные конфликты при обращении различных потребителей к общим информационным ресурсам.

ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ДИАГНОСТИКИ ПОГРУЖНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Информационная модель, которая строится в форматах SADT-методологии и IDEF1X-технологии, представляет собой совокупность сущностей и атрибутов, необходимых для создания прообраза БД в третьей нормальной форме. В частности, информационная модель используется для определения логической структуры БД, оценки требуемого объема хранимых данных, разграничения прав доступа к данным и выбора рационального способа манипулирования данными. Интегрированная информационная модель процедуры диагностики погружного оборудования включает в свой состав хранилища данных, представленные в структурированном и взаимосвязанном виде. В качестве отправной точки при разработке этой информационной модели воспользуемся результатами анализа построенной DFD-модели. Согласно этим результатам основными хранилищами данных в рассматриваемой информационной модели являются две БД:

- БД первичной информации;
- БД обработанной информации.

БД первичной информации содержит статические характеристики объектов контроля и тех диагностических процедур, которые могут быть задействованы при оценке технического состояния погружного оборудования, динамическую информацию, включающую изменяющиеся в режиме реального времени данные мониторинга всех контролируемых параметров, и ретроспективные данные, которые аккумулируют

информацию о предыстории функционирования объекта, случившихся ранее отказах, проведенных ремонтах и регламентных работах. Динамическая информация пополняется результатами проведенных испытаний, которые поступают непосредственно из системы диагностики. Ретроспективная информация служит для уточнения диагноза и результата испытания в случае, когда объем информации в БД обработанной информации недостаточен для принятия обоснованного решения. Кроме того, ретроспективная информация является фундаментом для создания динамической базы знаний в интеллектуальной системе принятия решений при оценке технического состояния погружного электрооборудования.

В свою очередь БД обработанной информации является агрегатором данных из различных источников и накопителей информации системы диагностики. В ней происходит накопление информации, начиная с информации об объекте, предоставляемой заводом-изготовителем (мощность, длина, скольжение, напряжение питания, и т. д.), включая информацию о персонале отдела диагностики компании, выполняющего операции по техническому обслуживанию и ремонту, и кончая исчерпывающей совокупностью данных, отражающих все стадии процесса диагностики. Сюда относятся результаты обработки данных, полученных в ходе измерения параметров контроля (например, для вибрации – это спектр частот), а также данные о качестве работы оборудования – наработка, выявленные дефекты и т. д. Помимо хранения информации БД обработанной информации выполняет функции анализа и организации удобного доступа к данным. Анализ проводится с помощью специализированных инструментов, позволяющих решать различные аналитические задачи идентификации возможных дефектов. Для организации доступа используется интерфейс, позволяющий сформировать четкое представление о структуре информации, в том числе с помощью визуализации данных.

Рассмотренные БД можно рассматривать как нижние уровни в иерархической базе данных нефтяной компании. Следующий иерархический уровень образует БД диспетчерской службы. Информационная модель объектов этой БД описывает совокупность атрибутов, которые содержат необходимую информацию о характеристиках месторождения, каждой единице используемого оборудования, о результатах его диагностики, сроке службы, наработке на отказ и т. д. Перечисленные характеристики позволяют формировать статистические законо-

мерности, описывающие особенности эксплуатируемого месторождения, а также прогнозировать показатели эффективности применения оборудования в условиях данного месторождения.

БД компании можно рассматривать как корневой узел такой иерархической базы данных. Она содержит структурированную информацию по группам оборудования, по совокупности месторождений или кустов скважин, эксплуатируемых данной нефтяной компанией. Стоит отметить, что информация в БД компании представлена в наиболее обобщенном виде, чтобы ей могли воспользоваться как технические специалисты, так и руководители организации.

Фрагменты информационной модели процесса диагностики погружного оборудования представлены на рис. 2–4. На рис. 2 изображена информационная модель, которая является прообразом БД первичной информации. Данная модель содержит 8 сущностей:

- обозначение;
- серийный;
- данные испытания;
- температура (сигнал);
- вибрация (сигнал);
- энергопараметры;
- анализ энергопараметров;
- время.

В данной модели 5 сущностей-родителей: обозначение, данные испытания, время, серийный номер и энергопараметры, и 3 сущности-потомка: вибрация, температура и анализ энергопараметров.

Сущность «обозначение» содержит информацию обо всех имеющихся типах оборудова-

ния (в данном примере рассматривается погружной электродвигатель «ПЭД»). При этом каждому типу оборудования (атрибут «условное обозначение») присвоен свой идентификационный номер («ID_обозначения»). Сущность «обозначение» является родителем сущности «серийный номер», в которой содержится полный список всего имеющегося оборудования данного ремонтного цеха или отдела диагностики. В данной сущности каждому серийному номеру экземпляра оборудования присвоен свой идентификатор (ID_серийный), который позволяет найти необходимый образец оборудования. Введение данной сущности обусловлено требованием информационной избыточности, так как информация в атрибуте «серийный» значительно превышает информацию в «ID_серийный».

Сущность «данные испытания» также является родителем, поскольку связана с сущностью «серийный» неидентифицирующей связью и, следовательно, данные из сущности «серийный» могут пересылаться в «данные испытания» неоднократно. Это обстоятельство характеризует периодичность и многократность испытаний, проводимых над одной единицей оборудования. Сущность «данные испытания» является «ядром» всех информационных потоков и определяет основную регламентную информацию об испытаниях, что выражено в ее атрибутах: «ID_испытания», «дата испытания», «ID_серийный», «ID_обозначения». Приведенные атрибуты позволяют точно идентифицировать необходимое испытание (по дате, по марке, по серийному номеру). «Данные испытания» является сущностью-родителем по отношению

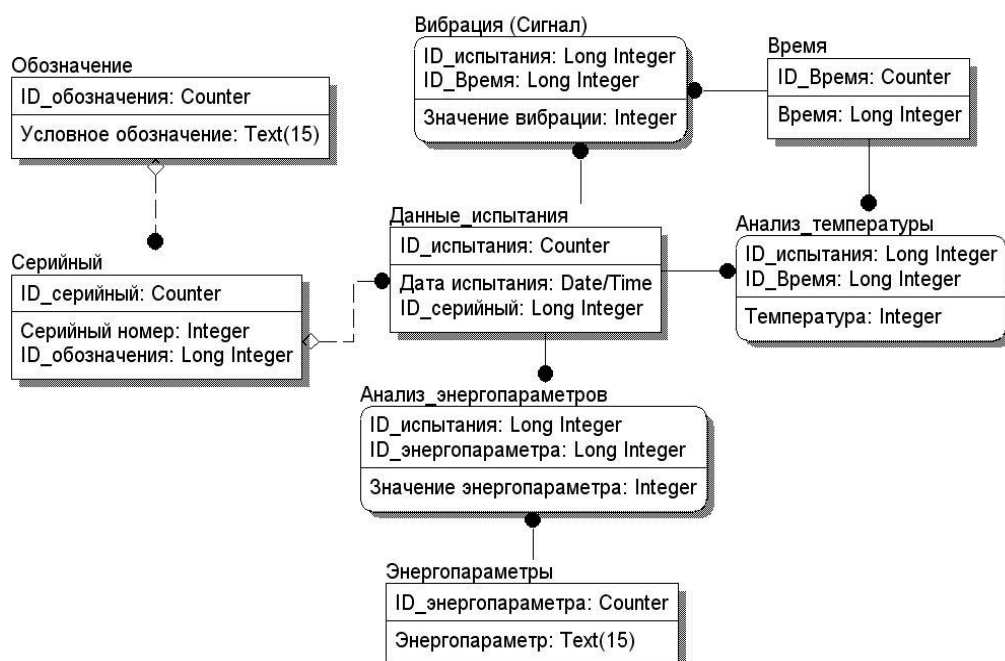


Рис. 2. Информационная модель базы данных первичных результатов

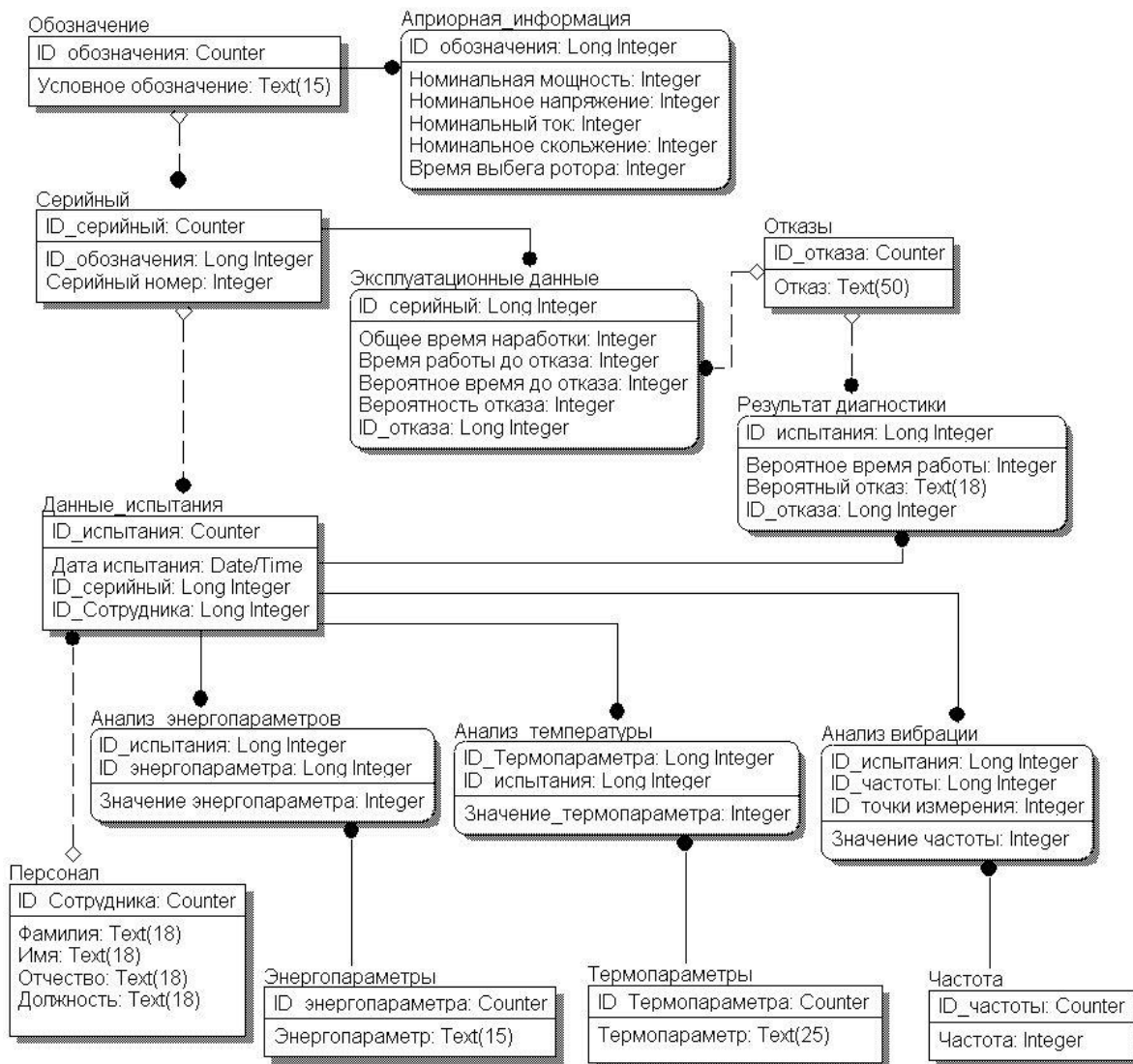


Рис. 3. Информационная модель БД обработанных данных

к «вибрация (сигнал)», «температура (сигнал)» и «анализ энергопараметров».

В данных сущностях содержится информация, поступающая с измерительной части системы диагностики в виде временных сигналов вибрации, температуры и текущих значений различных энергетических параметров. Эта информация характеризуется большим объемом данных. Сущность «Время» содержит временные отсчеты, с помощью которых фиксируется тот или иной параметр.

На рис. 3 изображена информационная модель, которая является прообразом БД обработанной информации. Она является самой сложной и наиболее информативной. В ней содержится вся информация об объекте (технические данные), данные и результаты проводимых испытаний, и т. д. Модель включает 14 сущностей:

- обозначение;

- серийный;
- априорная информация;
- эксплуатационные данные;
- данные испытания;
- анализ энергопараметров;
- анализ температуры;
- анализ вибрации;
- энергопараметры;
- термопараметры;
- частота;
- персонал;
- результат диагностики;
- отказы.

В данной модели 8 сущностей-родителей: обозначение, данные испытания, персонал, отказы, частота, термопараметры, энергопараметры, серийный и 6 сущностей-потомков: эксплуатационные данные, априорная информация,

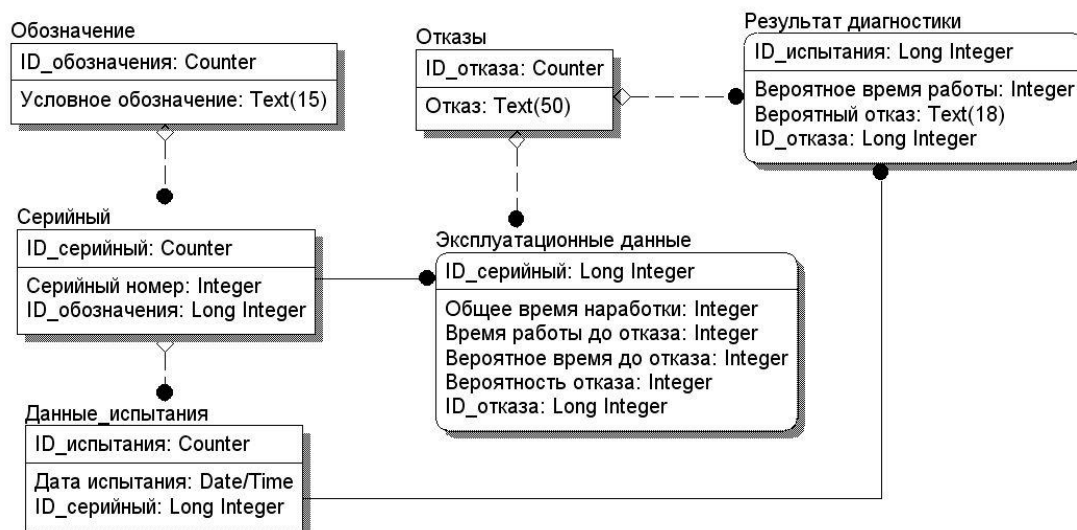


Рис. 4. Информационная модель базы данных на уровне диспетчерских служб

анализ вибрации, анализ температуры, анализ энергопараметров и результат диагностики.

Сущности «обозначение», «серийный», «анализ энергопараметров», «энергопараметры» имеют тот же набор атрибутов и, соответственно, содержат аналогичную информацию, что и в БД первичной информации.

Сущность «данные испытания» дополнена атрибутом «ID_сотрудника», поскольку связана неидентифицирующей связью с сущностью «персонал», в которой содержится информация о лицах, уполномоченных проводить испытания (фамилия, имя, отчество) с указанием записи о занимаемой должности (атрибут «должность»).

Сущность «априорная информация» содержит данные об объекте, указанные в паспорте на изделие, – это технические характеристики: номинальная мощность, номинальное напряжение, номинальный ток, время выбега ротора и т.д. Информация, содержащаяся в данной сущности, носит справочный характер и обновляется только при поступлении в эксплуатацию или снятии с эксплуатации какой-либо марки оборудования.

Сущность «эксплуатационные данные» содержит ретроспективную информацию, полученную в процессе эксплуатации оборудования: общее время наработки, время работы до отказа, вероятное время до отказа и вероятность отказа. Данная информация косвенно характеризует эффективность используемых диагностических процедур и качество выполненных ремонтно-восстановительных работ, например, на основе сравнения значений атрибутов «время работы до отказа» и «вероятное время до отказа».

Сущности «анализ энергопараметров», «анализ температуры», «анализ вибрации» содержат обработанные данные результатов испытаний. Каждая из этих сущностей является потомком соответственно сущностей «энергопараметры», «термопараметры», «частота». Информационная структура сущностей-родителей содержит информацию о тех данных, которые необходимо занести в сущность-потомок. Например, в сущности «частота» содержится список частот вибрации, полученных в ходе всех испытаний для каждого объекта диагностики, а в сущности «анализ вибрации» содержатся данные, по которым можно построить спектр вибрационного сигнала. Подобная организация сущностей позволяет компактно хранить результаты вибродиагностики в виде четырехмерного массива данных (оборудование, точка измерения, частота, значение вибрации).

Сущность «результат диагностики» содержит сжатую информацию о результатах проведенного испытания и включает в себя следующие показатели: отказ, вероятное время работы и вероятность отказа. При этом сущность «отказы» содержит перечень дефектов и неисправностей, характерных для конкретного типа оборудования.

На рис. 4 изображена информационная модель, которая является прообразом БД диспетчерской службы.

Структуру данной модели формируют 6 сущностей: обозначение, серийный, данные испытания, отказы, эксплуатационные данные и результат диагностики. Таким образом, данная БД содержит те же сущности, что и информационная модель БД обработанной информации,

за исключением сущностей, используемых для хранения априорной информации и результатов обработки измерительной информации.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Использование методологии IDEF1X при разработке информационной модели диагностики погружного оборудования устраняет избыточность структуры базы данных, которая потенциально может нарушать целостность данных. В результате были получены информационные модели, которые являются прообразами нормализованных реляционных баз данных. На их основе может быть разработана специализированная предметно-ориентированная информационная база данных, предназначенная для поддержки принятия решений при оценке технического состояния погружного оборудования. Разработанный комплекс информационных моделей позволяет определить логическую структуру БД на всех уровнях иерархии нефтяной компании, что в свою очередь создает предпосылки для внедрения OLTP-системы, предназначенной для ввода, структурированного хранения и обработки информации в режиме реального времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Китабов А. Н., Токарев В. П.** Информационно-измерительная система диагностики погружного электродвигателя // Вестник УГАТУ. 2011. Т. 15, № 1 (41). С. 153–164. [A. N. Kitabov, V. P. Tokarev, "Information-measuring system diagnostics submersible engine," (in Russian), *Vestnik UGATU*, vol. 15, no. 1 (41), pp. 153-164, 2011.]
2. **Ефанов В. Н., Китабов А. Н.** Вибрационная диагностика погружного электрооборудования с применением аппарата непрерывного вейвлет-преобразования // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2013. № 6. С. 56–62. [V. N. Efanov, A. N. Kitabov, "Vibration diagnostics of electrical submersible using the apparatus of the continuous wavelet transform," (in Russian), *Devices and systems. Management, monitoring, diagnostics*, no. 6, pp. 53-62, 2013.]
3. **Ефанов В. Н., Китабов А. Н.** Анализ метрик в задачах распознавания дефектов погружного электрооборудования // Динамика сложных систем – XXI век. 2013. № 2. С. 94–98. [V. N. Efanov, A. N. Kitabov, "Analysis of the metrics in pattern recognition of defects submersible electrical equipment," (in Russian), *Dynamics of complex systems – 21st Century*, no. 2, pp. 94-98, 2013.]
4. **Ефанов В. Н., Китабов А. Н.** Система поддержки принятия решений в задачах диагностики погружного электрооборудования // Контроль. Диагностика. 2013. № 8. С. 65–70. [V. N. Efanov, A. N. Kitabov, "The decision support system in the diagnostics of electrical submersible," (in Russian), *Control. Diagnostics*, no. 8, pp. 65-70, 2013.]
5. **Ефанов В. Н., Китабов А. Н.** Использование прецедентов в задаче выявления тренда параметров погружного электрооборудования // Промышленные АСУ и контрол-

леры. 2013. № 9. С. 39-45. [V. N. Efanov, A. N. Kitabov, "The use of precedents in the problem of identifying the trend parameters of electrical submersible equipment," (in Russian), *Industrial process control and controllers*, no. 9, pp. 39-45, 2013.]

6. **Антонов А. В.** Системный анализ: учебник для вузов. М.: Высшая школа, 2004. 454 с. [A. V. Antonov, *Systems analysis: a textbook for high schools*. Moscow: Higher School, 2013.]

7. **Тарасенко Ф. П.** Прикладной системный анализ. М.: КноРус, 2010. 219 с. [F. P. Tarasenko, *Applied System Analysis*. Moscow: KnoRus, 2010.]

8. **Вендров А. М.** CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем. М.: Финансы и статистика, 1998. 176 с. [A. M. Vendrov, *CASE-technology. Modern methods and tools for designing information systems*. Moscow: Finance and Statistics, 1998.]

9. **Маклаков С. В.** BPwin и ERwin. CASE-средства разработки информационных систем. М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2001. 304 с. [S. V. Maklakov, *BPwin and ERwin. CASE - tools for information systems*. Moscow: DIALOG-MIFI, 1998.]

10. **Федоров Н. В.** Проектирование информационных систем на основе современных CASE-технологий. М.: Изд-во МГИУ, 2008. 279 с. [N. V. Cheremnykh, *Information systems based on modern CASE-technologies*. Moscow: Publishing Moscow State Industrial University, 1998.]

11. **Черемных С. В.** Моделирование и анализ систем. IDEF-технологии: практикум. М.: Финансы и статистика, 2005. 192 с. [N. V. Cheremnykh, *Modeling and analysis. IDEF-Technology: Workshop*. Moscow: Finance and Statistics, 2005.]

ОБ АВТОРАХ

ЕФАНОВ Владимир Николаевич, проф. каф. электроники и биомедицинских технологий. Дипл. инж.-электр. (УАИ, 1973). Д-р техн. наук по упр. в техн. системах (УГАТУ, 1995). Иссл. в обл. создания интеллектуальных комплексов бортового оборудования.

КИТАБОВ Андрей Николаевич, науч. сотр. каф. инф.-измер. техники. М-р техн. и технол. (УГАТУ, 2011). Иссл. в обл. диагностики погружного оборуд. и инф. систем для нефтяных компаний.

НУГАЕВ Радик Рауфович, доц. каф. инф.-измер. техники. Дипл. инж.-электр. (УАИ, 1979). Канд. техн. наук по элементам и устройствам выч. техники (УАИ, 1988). Иссл. в обл. создания микропроцессорных приборов и систем.

METADATA

Title: Information model of diagnostic for submersible equipment on the basis of ideo1x-technologies.

Authors: V. N. Efanov, A. N. Kitabov, R. R. Nugaev

Affiliation:

Ufa State Aviation Technical University (UGATU), Russia.

Email: ¹efanov@mail.rb.ru, ²andrey.ugatu@mail.ru, ³nugaevrr@mail.ru

Language: Russian.

Source: Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa State Aviation Technical University), vol. 18, no. 3 (64), pp. 153-161, 2014. ISSN 2225-2789 (Online), ISSN 1992-6502 (Print).

Abstract: The article discusses the design of information models of submersible equipment diagnostic process based on the methodology of structural analysis (SADT- methodology) using IDEF1X- technology. The analysis of data flow diagrams, which provides a framework of the study domain sufficient transparency of the transmission of information and allows correctly formulate requirements for information model. The result of the study of information processes diagnostics for the three different levels of government technical condition of submersible equipment in the oil company.

Key words: Information model; submersible equipment; data flow diagram; database; the level of hierarchy; control technical condition.

About authors:

EFANOV, Vladimir Nikolaevich, Prof., Dept. of Electronics and biomedical technologies. Dipl. Electronic Engineer (UAI, 1973). Ph. D., Control System, (UAI, 1977). D.Sc. (Full Doctor), Control in Technical System (USATU, 1995). Research in the area of avionics system intellectualized.

KITABOV, Andrey Nikolaevich, research associate, Dept. of Information and measuring equipment. Master of Engineering and Technology (USATU, 2000). Research in the area of diagnostics submersible equipment and information systems for the oil companies.

NUGAEV, Radik Raufovich, Ass. Prof., Dept. of Information and measuring equipment. Dipl. Electronic Engineer (UAI, 1979). Ph. D., elements and computer technology devices, (UAI, 1988). Research in the area of synthesis of microprocessor devices and systems.