



DOI: <https://doi.org/10.15688/NBIT.jvolsu.2020.3.4>

УДК 681.5:366.438

ББК 32.966

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ И ЭЛЕКТРОННАЯ ПАСПОРТИЗАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Азиза Амануллаевна Кадырова

Кандидат технических наук,
заместитель директора Межотраслевого центра стратегических инноваций и информатизации
aziza.kaa@innovation.uz, aziza.kaa@mail.ru
ул. Университетская, 2, офис 214, 100095 г. Ташкент, Узбекистан

Аннотация. В статье рассматриваются и анализируются требования нормативных документов к эксплуатационной документации, порядок систематизации сведений по техническому устройству в течение всего периода его эксплуатации. Предложены принципы структурирования оборудования опасных производственных объектов.

Ключевые слова: цифровизация, техническое устройство, мониторинг, промышленная безопасность, эксплуатационная документация.

Стабильная безаварийная работа промышленных предприятий с опасными производственными объектами во многом зависит от надежной работы основного (технологического) оборудования, что обеспечивается проведением своевременных освидетельствований, технических обслуживаний и ремонтов в рамках автоматизированных систем управления техническим обслуживанием и ремонтами оборудования опасных производственных объектов (АСУ ТООиР ОПО). В этом плане электронная паспортизация оборудования или иначе создание электронных ремонтно-эксплуатационных паспортов (РЭП) является важнейшей составной частью работ по созданию АСУ ПБ.

Создание ремонтно-эксплуатационных паспортов оборудования обусловлено необходимостью цифровизации и охвата всего жизненного цикла работы оборудования: от установки до его списания. Ремонтно-эксплуатационный паспорт оборудования ОПО является источником информации по всем па-

раметрам эксплуатации: технического обслуживания, ремонтов, причин и продолжительности простоев, замен узлов и деталей, модернизации и передвижениях оборудования, финансовых затрат, аналитических выводов по различным срезам.

Остановимся на двух технологиях планирования ремонтов оборудования:

– первый из них, ремонт по техническому состоянию, базирующийся на информации о фактическом состоянии узлов и деталей оборудования. При этом контроль технического состояния выполняется с периодичностью и в объеме, установленными в нормативно-технической документации, а объем и момент начала ремонта определяется техническим состоянием изделия;

– вторая технология основана на учете наработок оборудования и его составных узлов (элементов). В этом случае остановка на ремонт осуществляется в соответствии с требованиями нормативно-технической документации.

Отметим, что в обоих случаях необходимо структурирование технологического оборудования на блоки, узлы, детали. Как правило, каждый узел, каждый элемент имеют свои номинальные ресурсы работы. Например, если оборудование состоит из сотен или нескольких тысяч элементов и узлов, то налицо наличие ровно такого же числа номинальных сроков службы. Для решения задачи автоматизированного учета наработки элементов и узлов оборудования необходимо в первую очередь воссоздать в памяти ЭВМ взаимосвязанную структуру узлов и деталей соответствующего технологического оборудования.

Отсюда ясно, что главные факторы сложности данного уровня производственных модулей – это прежде всего структурная сложность, недостаточное развитие методов математического моделирования технологического оборудования, отсутствие удобных с точки зрения использования ЭВМ моделей, позволяющих учитывать изменения в реальном масштабе времени наработок и остаточных ресурсов узлов и деталей и реализации автоматического мониторинга состояния оборудования, оптимального планирования и ремонтов оборудования [1–8].

Отмеченные выше обстоятельства подчеркивают особую актуальность исследований по созданию структурных методов моделирования, анализа и синтеза проектируемых и внедряемых в промышленности интегрированных автоматизированных систем управления и их взаимосвязанных внутриуровневых и межуровневых компонентов (систем).

В зависимости от целей моделирования могут быть синтезированы математические модели разных типов. В данной статье рассматриваются особенности построения теоретико-множественных графовых математических моделей, позволяющих воспроизвести в памяти компьютера оборудование и технологические сети (комплексы оборудования) ОПО как соответствующие иерархически упорядоченным взаимосвязанным множествам элементов с учетом изменения их эксплуатационных показателей во времени. Построенные в соответствии с этим принципом математические модели являются основой для решения на компьютере задач автоматизации процессов планирования и управления ремон-

тами, прогнозирования состояния оборудования на основе автоматического формирования динамически изменяющихся электронных баз данных (БД), учитывающих изменения эксплуатационных показателей.

Структурирование технологического оборудования ОПО

Воссоздание в памяти компьютера структуры оборудования, множеств взаимосвязанных узлов и деталей с соотнесенной к ним информацией о сроках службы (номинальных ресурсах), а также алгоритмов учета динамики простоев, наработок, остаточных ресурсов является необходимой основой для решения проблемы прогнозирования состояния оборудования, оптимизации планирования и управления ремонтами на базе разработанных информационного и программного обеспечений.

Принципы структурирования оборудования

В основу структурирования оборудования положены следующие основные принципы:

1. Оборудование для целей математического моделирования рассматривается с теоретико-множественных позиций.
 2. Оборудование представляется в виде многоуровневой иерархической структуры.
 3. Структурирование оборудования осуществляется до уровня далее неделимых элементов.
 4. Каждому элементу (узлу) оборудования ставится в однозначное соответствие его идентификационный номер.
 5. Помимо идентификационного номера каждый элемент (узел) оборудования имеет свои отличительные признаки, количественные или весовые характеристики, номинальный ресурс.
 6. В качестве адекватной понятию «структура» и теоретико-множественной форме представления оборудования принимается ориентированный граф.
 7. Структура технологической сети определяется как объединение множества графов единиц технологического оборудования.
- С учетом вышеизложенного, можно предложить в качестве достаточно универсальной семиуровневую схему структуриро-

вания единиц технологического оборудования (см. рисунок).

Количество уровней 7:

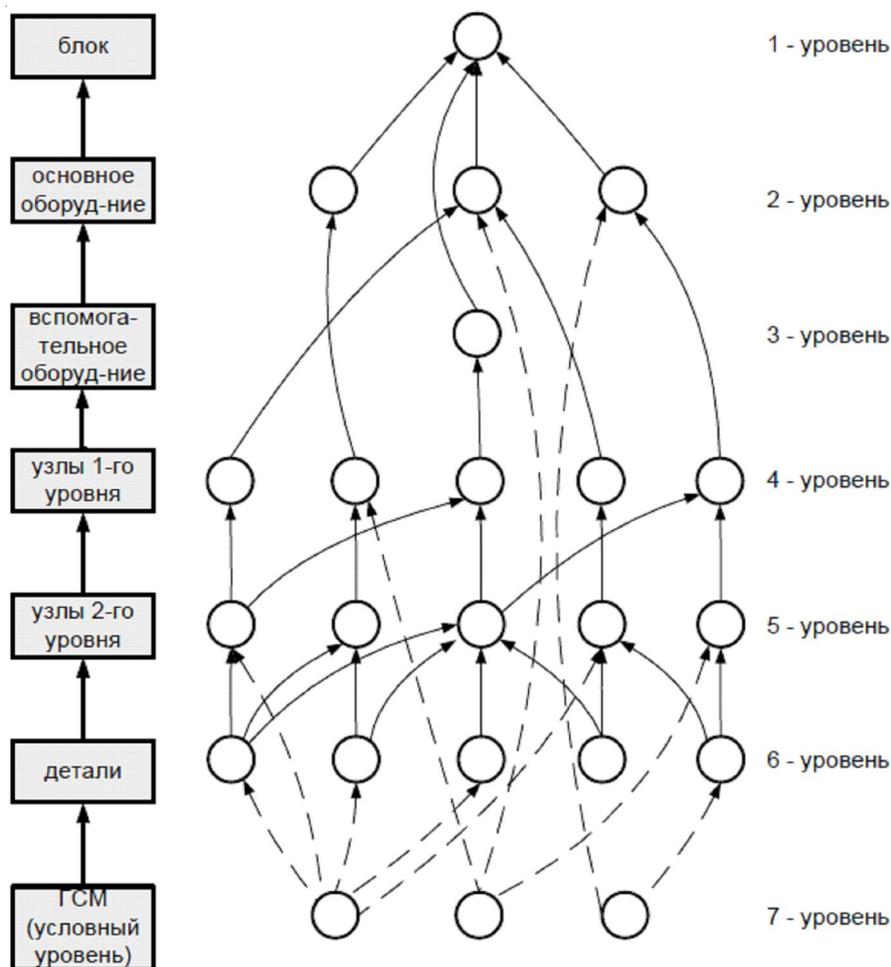
- блок (1-й уровень);
- основное оборудование (2-й уровень);
- вспомогательное оборудование (3-й уровень);
- узлы (4-й уровень);
- узлы (5-й уровень);
- детали (6-й уровень);
- условный 7-й уровень – ГСМ.

Стандартизация формы представления информации о технологическом оборудовании

Воссоздание в памяти ЭВМ структуры и состава технологического оборудования требует упорядочения информации в рамках стандартных таблиц, задающих однозначное соответствие между оборудованием, узлами,

детальями и характеризующими их показателями. Возможная структура стандартизованной таблицы с учетом структурирования оборудования имеет вид (см. таблицу).

Паспорт технического устройства, безусловно, является основным эксплуатационным документом. В случае его утери (уничтожения) паспорт ТУ, его характеристические сведения должны быть обязательно восстановлены. Наличие основной эксплуатационной документации (паспортов, формуляров), сопровождающей техническое устройство в течение всего периода его эксплуатации, достоверность и грамотность ведения такой документации крайне важны для обеспечения продуктивного мониторинга технического состояния ТУ в течение всего назначенного срока службы, а возможно, и сверх такого срока. Мониторинг технического состояния оборудования, на опасных производственных объектах необходим не толь-



Макросхема многоуровневой схемы моделирования оборудования (а); граф-модель макросхемы (б)

Стандартизованная таблица оборудования

Наименование	Уровень сборки	Признак узла, детали (1 или 0)	Обозначение, тип, характеристики	Обозначение сборочного чертежа, ГОСТа	Материалы	Вес (кг)	Кол-во (шт.)	Срок службы	Дата установки	Дата замены	Всего заменено на дату запроса, причины замены	Способ установки
XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX

ко для контроля функционирования технических устройств в соответствии с их технологическим назначением, но и для поддержания необходимого уровня производственной безопасности на опасных производственных объектах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кадырова, А. А. Методы моделирования и исследования нелинейных и логико-динамических систем управления / А. А. Кадырова. – Ташкент : Янги аср авлоди, 2010. – 186 с.
2. Кадыров, А. А. Анализ методов математического моделирования дискретных динамических систем управления / А. А. Кадыров, А. А. Кадыров, А. А. Кадырова // Международная научно-практическая конференция «Инновация-2012»: сб. науч. ст. – Ташкент, 2012. – С. 223–226.
3. Кадыров, А. А. Декомпозиционные основы моделирования и исследования систем управления на базе динамических графов / А. А. Кадыров. – Ташкент : Иктисод-молия, 2015. – 226 с.
4. Кадыров, А. А. Динамические множества, графы и гиперграфы / А. А. Кадыров // Автоматическое управление. – Ташкент : Изд-во ТашПИ, 1979. – Вып. 273.
5. Кадыров, А. А. Теория разнотемповых дискретных систем управления / А. А. Кадыров. – Ташкент : Изд-во ТашГТУ, 2013. – 168 с.
6. Муромцев, Д. Ю. Анализ и синтез дискретных систем / Д. Ю. Муромцев, Е. Н. Яшин. – Тамбов : Изд-во ТГТУ, 2012. – 120 с.
7. Kadirov, A. A. Imitative Simulation of Structurally Complex System Based on Dynamic Graphs / A. A. Kadirov // System Analysis. – 1990. – № 5. – P. 35–43.
8. Kadirova, D. R. Complex Discrete Systems Graph Simulation / D. R. Kadirova, A. A. Kadirova // Journal of Multimedia and Information System. – 2015, Sep. – Vol. 2, № 3. – P. 263–274. – DOI: <http://dx.doi.org/10.9717/JMIS.2015.2.3.263>.

REFERENCES

1. Kadyrova A.A. *Metody modelirovaniya i issledovaniya nelineynykh i logiko-dinamicheskikh sistem upravleniya* [Methods of Modeling and Research of Non-Linear and Logical-Dynamic Control Systems]. Tashkent, Yangi asr avlodi Publ., 2010. 186 p.
2. Kadyrov A.A., Kadyrov A.A., Kadyrova A.A. *Analiz metodov matematicheskogo modelirovaniya diskretnykh dinamicheskikh sistem upravleniya* [Analysis of Methods of Mathematical Modeling of Discrete Dynamic Control Systems]. *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Innovatsiya-2012»: sb. nauch. st.* [Proceedings of International Scientific and Practical Conference Innovation-2012]. Tashkent, 2012, pp. 223-226.
3. Kadyrov A.A. *Dekompozitsionnye osnovy modelirovaniya i issledovaniya sistem upravleniya na baze dinamicheskikh grafov* [Decomposition Bases for Modeling and Research of Control Systems Based on Dynamic Graphs]. Tashkent, Iktisod-moliya Publ., 2015. 226 p.
4. Kadyrov A.A. *Dinamicheskie mnozhestva, grafy i gipergrafy* [Dynamic Sets, Graphs, and Hypergraph s]. *Avtomaticheskoe upravlenie* [Automatic Control]. Tashkent, TashPI Publ., 1979, iss. 273.
5. Kadyrov A.A. *Teoriya raznotempovykh diskretnykh sistem upravleniya* [The Theory of Multiple-Time-Scale Discrete Control Systems]. Tashkent, TashGTU Publ., 2013. 168 p.
6. Muromtsev D.Yu., Yashin E.N. *Analiz i sintez diskretnykh sistem* [Analysis and Synthesis of Discrete Systems]. Tambov, TGTU Publ., 2012. 120 p.
7. Kadirov A.A. *Imitative Simulation of Structurally Complex System Based on Dynamic Graphs*. *System Analysis*, 1990, no. 5, pp. 35-43.
8. Kadirova D.R., Kadirova A.A. *Complex Discrete Systems Graph Simulation*. *Journal of Multimedia and Information System*, 2015, vol. 2, no. 3, pp. 263-274. DOI: <http://dx.doi.org/10.9717/JMIS.2015.2.3.263>.

DIGITALIZATION OF ENTERPRISES AND ELECTRONIC CERTIFICATION OF EQUIPMENT OF HAZARDOUS PRODUCTION FACILITIES

Aziza A. Kadyrova

Candidate of Sciences (Engineering),
Deputy Director of Center for Strategic Innovations and Informatization
aziza.kaa@innovation.uz, aziza.kaa@mail.ru
Universitetskaya St, 2, office 214, 100095 Tashkent, Uzbekistan

Abstract. Stable trouble-free operation of industrial enterprises with hazardous production facilities largely depends on the reliable operation of the main (technological) equipment, which is ensured by timely inspections, technical services and repairs within automated control systems for the maintenance and repair of equipment of hazardous production facilities. In this regard, the electronic certification of equipment or otherwise the creation of electronic repair and maintenance passports is the most important part of the work on the creation of a digital enterprise. The creation of repair and maintenance certificates of equipment is due to the need for digitalization and coverage of the entire life cycle of the equipment: from installation to its decommissioning. The repair and operational passport of equipment of hazardous production facilities is a source of information on all parameters of operation: technical maintenance, repairs, causes and duration of downtime, replacement of components and parts, modernization and movement of equipment, financial costs, analytical conclusions on various cross-sections. The article discusses and analyzes the requirements of regulatory documents for operational documentation, the order of systematization of information on technical equipment during the entire period of its operation. The principles of structuring the equipment of hazardous production facilities are proposed.

Key words: digitalization, technical device, monitoring, industrial safety, operational documentation.