

УДК 528:629.78

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ  
УЗБЕКИСТАН*О.М. Набиев, И.В. Нестеров, А.И. Нестерова, З.М. Исламов*

Бугунги кунда юкори технологияли саноат олдигатобора юксак масалалар кўйилмоқда. Шу жумладан, маҳсулотни такомиллаштириш, янги бозорларга чиқиш, рентабелликни ошириш ва ҳоказолар бўйича. Уларни ечиш учун ҳийла такомиллашган ёндашув, технология ва воситалар талаб қилинади. Рақамлаштириш, ҳам ишлаб чиқариш ва бизнес-моделни оптималлаштириш нуқтаи назаридан, ҳам ишлаб чиқариш жараёни ишончилиги ва сўнгги маҳсулот сифатини ошириш нуқтаи назаридан, кўплаб масалаларни ҳал қилади. Рақамли технологияларнинг қўлланилиши, охир оқибат, маҳсулотнинг бозорга чиқиш муддатларини 10-20%га қисқартириш ва ишлаб чиқариш унумдорлигини 20-30%га ошириш имконини беради.

**Таянч иборалар:** рақамлаштириш, саноат, хавфсизлик, иктисодиёт, сифат, ишончилилик, SCADA.

Сегодня перед высокотехнологичной промышленностью ставятся все более высокие задачи. В том числе, по совершенствованию продукции, выходу на новые рынки, повышению рентабельности и т.д. Для их решения требуются более совершенные подходы, технологии и инструменты. Цифровизация предприятия решает множество задач: как с точки зрения оптимизации производственной и бизнес-модели, так и с точки зрения повышения надежности производственного процесса и качества конечной продукции. В конечном счете применение цифровых технологий позволит сократить сроки выхода продукта на рынок на 10-20% и повысить производительность на 20-30%.

**Ключевые слова:** цифровизация, промышленность, безопасность, экономика, качество, надежность, SCADA.

Today, the high-tech industry is facing ever higher challenges. Including, improvement of products, entering new markets, increase of profitability, etc. To solve them, more advanced approaches, technologies and tools are required. Digitalization solves many problems: both in terms of optimizing the production and business model, and in terms of improving the reliability of the production process and the quality of the final product. Ultimately, the use of digital

technology will reduce the time of the output into the market by 10-20% and increase productivity by 20-30%.

EASU (Unified Automated Control System) of an enterprise is an integrated system that generates control actions on a digital enterprise as a result of data analysis and optimal regulation. As a result of the digitalization of an industrial enterprise, a digital enterprise with the EASU is created, in which the enterprise becomes informationally transparent and optimally (according to various criteria - energy efficiency, product quality, productivity) controlled in real time.

It is important to note that since each industrial enterprise has its own current level of development of the management system, then digitalization for each enterprise has its own specifics.

**Keywords:** digitalization, industry, security, economics, quality, reliability, SCADA.

## I. ВВЕДЕНИЕ

Цифровизация промышленного предприятия – это процесс преобразования существующей системы управления с помощью информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), при котором создается цифровой двойник предприятия для анализа и выработки оптимальных решений по управлению предприятием. Цифровой двойник – это постоянно меняющийся цифровой профиль предприятия, содержащий исторические и актуальные оцифрованные данные о всех производственных и финансово-экономических процессах предприятия. Далее по тексту цифровой двойник промышленного предприятия будет называться цифровым предприятием.

ЕАСУ (Единая автоматизированная система управления) предприятия – это интегрируемая система вырабатывающая управляющие воздействия на цифровое предприятие в результате анализа данных и оптимального регулирования. В результате цифровизации промышленного предприятия создается цифровое предприятие с ЕАСУ, при котором предприятие становится информационно прозрачным и оптимально (по различным критериям- энергоэффективности, качества продукции, производительности) управляемым в режиме реального времени.

Важно отметить, что поскольку у каждого промышленного предприятия свой текущий уровень развития системы управления, то и цифровизации у каждого предприятия имеет свою специфику..

## II. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

На рис.1. представлена типовая структура цифрового промышленного предприятия.



Рис1. Концептуальная иерархическая ЕАСУ- структура цифрового промышленного предприятия

Структура ЕАСУ является пирамидой, состоящей из следующих слоев (уровней).

1. Основание фундамента всей пирамиды – это системы АСУТП, АСКУЭ для непосредственного управления технологическими процессами и энергоресурсами. На этом уровне формируется первичный цифровой слой предприятия в результате оцифровки параметров технологических процессов с датчиков, счетчиков электроэнергии и расходомеров и сохранением их в БД - Хранилище 1-уровня.

2. АСОДУ цеха – это уровень автоматизированного оперативно-диспетчерского управления производством цеха (координация управления всеми технологическими процессами цеха и вспомогательными процессами обеспечения производства, такими как энергоресурсы и т.д.). Он предназначен для достижения следующих основных производственных целей - обеспечение объема производства и заданного качества продукции с минимальными затратами энергоресурсов и материалов.

Этот слой формируется в результате создания единого Хранилища данных 2-уровня, консолидирующего данные из БД 1-слоя и LIMS (информационная система управления лабораторными данными). За счет этого удается выполнить оптимальное планирование производства цеха, оптимизировать потребление энергоресурсов и обеспечить заданное качество продукции. Хранилище 2-уровня поддерживает протокол OPC для экспорта данных.

3. АСОДУ предприятия (MES в западной терминологии) – это уровень автоматизированного оперативно-диспетчерского управления производством всего предприятия (координация управления всеми технологическими процессами и процессами обеспечения производства, такими как энергоресурсы и т.д.). Здесь, происходит достижение тех же целей (обеспечение объема производства и заданного качества продукции с минимальными затратами энергоресурсов и материалов), но уже в масштабе всего предприятия.

Этот слой формируется единым Хранилищем данных 3-уровня, консолидирующего данные с Хранилищ 2-уровня всех АСОДУ цеха, центральной системы АСКУЭ предприятия и центральной системы LIMS. За счет этого появляется возможность оптимального планирования производства, оптимизации потребления энергоресурсов, обеспечения заданного качества продукции и сквозного учета и баланса производства во всех технологических переделах (от получения сырья, изготовления заготовок до получения и отгрузки готовой продукции). Хранилища 3-уровня поддерживают протокол SOAP для экспорта данных.

4. ERP - мир производственных процессов предприятия в масштабе стратегического планирования, управления цепочками поставок, системами взаимодействия с заказчиками и т.д. Этот слой формируется Хранилищем данных, консолидирующих данные с Хранилища 3-уровня и финансово-экономических систем.

Авторы успешно использовали данную иерархическую модель ЕАСУ для практической реализации в цифровизации промышленных предприятий в различных отраслях промышленности Узбекистана применение которых описаны в работах [1,2,3]

### **Основные проблемы цифровизации промышленного предприятия.**

Проблемы информационного обеспечения в создании АСОДУ цеха.

В ряде крупных промышленных предприятий порядка 50-70% систем, успешно эксплуатируемые АСУТП и АСКУЭ построены 10-15 лет назад, на ИКТ тех времен. И сейчас существует сложность их интеграции в виду использования закрытых специфических протоколов обмена. Для их интеграции, иностранные компании предлагают провести замену этих систем АСУТП, АСКУЭ на современные, с поддержкой современных международных стандартов (OPC, МЭК), что потребует финансовых затрат.

Проблемы информационного обеспечения в создании АСОДУ предприятия.

Для создания АСОДУ предприятия необходимо интегрировать разнородные системы АСОДУ цехов, все системы АСКУЭ, LIMS в единую информационно-управляющую систему оперативно-диспетчерского управления всем производством – АСОДУ предприятия. Это серьезная проблема, ибо существующие системы АСОДУ цехов в большинстве своем построены на принципах частичной автоматизации, без единой технической политики, имеют закрытые БД.

Проблемы информационного обеспечения в создании ERP предприятия.

Имеется множество стандартных программных пакетов SAP/R3, но основная проблема – это интеграция ERP с уровнем АСОДУ предприятия. Без этой интеграции с АСОДУ внедрение ERP в промышленные предприятия малоэффективно (по экспертным международным оценкам потеря эффективности ERP может достигать до 50%), ибо при формировании основного слоя данных для стратегического планирования и управления предприятием в ERP, используются данные с уровня АСОДУ предприятия.

Проблемы программно-математического обеспечения.

Для эффективного функционирования АСОДУ необходимо разработать математические модели для оптимизации загрузки производственных мощностей, оптимального оперативного планирования на основе оперативного расчета и анализа KPI, оптимизации технологических процессов на основе математических моделей.

**Программно-технические комплексы производства ООО “ASU-Engineering” для создания ЕАСУ промышленных предприятий.**

К настоящему времени ООО “ASU-Engineering” создала национальную системную и прикладную платформу для создания программно-технических комплексов ЕАСУ на базе своего сертифицированного программного комплекса SCADA “Integrator”.

SCADA “Integrator” позволяет провести полную цифровизацию любого промышленного предприятия с минимальными финансовыми затратами за счет:

- встроенного программно-математического обеспечения СДД (сервер доступа к данным) для создания современных систем АСУТП, АСКУЭ работающих с любыми типами контроллеров PLC, счетчиками электроэнергии, газа, воды, пара и поддержкой открытых международных протоколов интеграции (OPC, МЭК, ModBus);
- встроенного программного пакета LIMS для полной автоматизации лабораторий по контролю за качеством продукции;

- встроенного программного обеспечения Архивариус для создания единых Хранилищ данных 2-уровня и 3-уровня путем поддержки широких интеграционных возможностей, позволяющих объединять любые разнородные функционирующие системы АСУТП, АСКУЭ разных производителей от созданных в 2000гг. до самых современных, в систему АСОДУ цеха и АСОДУ предприятия с экспортом данных в ERP;

- встроенной поддержки интеграции с пакетом математических вычислений MatLab, что позволяет встраивать в ЕАСУ любые математические алгоритмы обработки и анализа данных для создания математических моделей оптимизации загрузки производственных мощностей, оптимального планирования на основе оперативного расчета и анализа KPI, оптимизации технологических процессов на основе математических моделей.

На рис. 2 приведена АСОДУ крупного промышленного предприятия, созданная на SCADA “Integrator”.



Рис 2. АСОДУ крупного промышленного предприятия созданная на SCADA “Integrator”

### III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цифровизация промышленных предприятий на базе системной и прикладной отечественной платформы SCADA “Integrator” позволит обеспечить:

- национальную безопасность, так как все стратегические системы управления будут создаваться, в основном, на национальном программном продукте (имеющем исходный программный код с возможностью встраивания специфических требований по защите);

- локализацию производства ПТК для АСУТП, АСКУЭ, АСОДУ от 70% за счет национального системного и прикладного ПО. Остальные 30% - это затраты на приобретение импортных комплектующих;
- существенную экономию финансовых затрат за счет максимального использованием уже ранее внедренных систем АСУТП, АСКУЭ в предприятиях и низкой стоимости программно-математического обеспечения по сравнению с импортными аналогами.

Создание систем АСОДУ на SCADA “Integrator” [4] обеспечивает управление производством в реальном масштабе времени, решает проблемы эффективной загрузки производственных мощностей, управления качеством продукции, контроля состояния и распределения производственных и энергетических ресурсов, производственной логистики и управления основными производственными фондами, комплексного сквозного учета сырья и готовой продукции.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Набиев О.М., Нестерова А.И. Автоматизированная система оперативно-диспетчерского управления отраслью НХК “Узбекнефтегаз” // Совместный выпуск по материалам научно-практической конференции “Современные управляющие и информационные системы”, Журнал «Проблемы информатики и Энергетики» № 4, 2003, сборник научных трудов “Вопросы кибернетики”, сборник научных трудов “Алгоритмы” вып.167, сборник научных трудов “Вопросы моделирования и информатизации экономики” вып.23 стр 16 -21.
- [2]. Набиев О.М., Нестеров И.В., Нестерова А.И. Концепция создания национальной единой автоматизируемой системы контроля и учета электроэнергии Республики Узбекистан // Журнал «Проблемы информатики и Энергетики» № 2, 2018 стр.15-25.
- [3]. Набиев О.М., Нестеров И.В. Концепция создания сети SmartGrid в энергосистеме Узбекистана // Журнал «Проблемы информатики и Энергетики» № 3, 2019 стр.36-41.
- [4]. Хакбердиев Д.М., Шамсиев Ш.Ж., Нестерова А.И. Создание Единой автоматизированной системы оперативного диспетчерского управления производством АО “УЗНЕФТЕГАЗДОБЫЧА” на базе системной платформы SCADA “INTEGRATOR” (АСОДУ “Узнефтегаздобыча”) // Журнал «NEFT va GAZ» № 3, 2018 стр 53-57.