

References:

1. *Nikanorov. S.P.* Safety research. – Moscow: Concept, 1998. – 623 p.
2. *Getmanova A.D.* Logic textbook / second ed. – Moscow: Vlados, 1995. – 303 p.
3. ICAO Safety Management Manual (Doc 9859) AN/474, Fourth Edition. Canada, p. 182 (2018).
4. *Plotnikov N.I.* Methods of resource modeling of organizational objects / Kwasiborska A., Skorupski J., Yatskiv I. (eds.). ATE 2020: Advances in Air Traffic Engineering. – Springer, Cham, 2021. – P. 116-130. – DOI: 10.1007/978-3-030-70924-2\_10.

---

DOI: 10.25728/iccss.2023.81.66.011

**Чинакал В.О.**

**Проблемы обеспечения безопасности управления сложными промышленными объектами при модернизации производства в современных условиях**

**Аннотация:** Рассматриваются основные проблемы совершенствования интегрированных систем контроля и управления сложными распределенными промышленными объектами (СРПО) при поэтапной модернизации в условиях санкций и импортозамещения. С учетом этих условий и требований повышения безопасности и эффективности управления СРПО анализируются возможности применения различных подходов на этапах проектирования и модернизации типовых АСУТП и АСОДУ на базе технологий усовершенствованного мониторинга и управления.

**Ключевые слова:** сложные технологические объекты, безопасность управления, усовершенствованный мониторинг, усовершенствованное управление, АСУТП, АСОДУ

## **Введение**

Одним из перспективных направлений в повышении безопасности и эффективности управления сложными распределенными промышленными объектами (СРПО) в классе непрерывных технологических производств (НТП) является совершенствование автоматизированных систем контроля и управления предприятием (АСУП) и входящих в нее типовых систем АСУТП и АСОДУ [1]. В результате совершенствования этих систем образуются современные интегрированные системы усовершенствованного мониторинга и управления (ИСУМУ).

При разработке таких систем широко применяются различные современные технологии и средства «цифровизации» и интеграции. Планировалось, что «цифровизация» должна охватывать все уровни контроля и управления СРПО от полевого в АСУТП до уровня планирования в рамках АСУП [1].

Однако, период всеобщей эйфории от перспектив повальной «цифровизации» в промышленной сфере РФ видимо заканчивается. По крайней мере, возникли серьезные проблемы для многих отечественных СРПО в нефтегазовой, химической, энергетической, металлургической, оборонной и целом ряде других отраслей и производств. Наступили суровые и, судя по всему, длительные санкционные будни. Обострились традиционные проблемы разработчиков и заказчиков АСУТП и АСУП [1, 2].

### **1. Основные проблемы**

В число основных обострившихся традиционных проблем чаще всего входят:

- запчасти для замены изношенного основного и вспомогательного технологического оборудования (ТО) западных и российских фирм;
- модернизация технологического оборудования, приборов, систем мониторинга и управления без прекращения работы основного производства;
- переход на новые современные технологии производства продукции, включая новые технологические процессы, режимы работы и новые установки;

- поддержка и обновление системного и прикладного алгоритмического (АО) и программного обеспечения (ПО);
- повышение эффективности контроля и управления СРПО;
- обеспечение производственной, технологической, информационной, экологической, и других видов безопасности;
- оперативная оценка состояния СРПО, включая мониторинг ключевых технологических параметров (КТП) установок, контроль и диагностику состояния технологического оборудования (СТО) и аппаратно-программных средств (АПС);
- модернизация и/или создание новых АПС для существующих и новых проектируемых систем контроля и управления в АСУТП и АСУП;
- подготовка квалифицированных кадров для работы с новыми системами и средствами.

Теперь к этим проблемам добавились новые, связанные с поддержкой работы уже действующих систем и при проектировании новых в условиях импортозамещения всего и вся. Труднее всего приходится тем, кто уже начал какую-то серьезную модернизацию чего либо, и находится на одном из промежуточных этапов. Тем, кто только планирует проекты модернизации, также приходится тщательно анализировать и корректировать планы модернизации с учетом ограниченных возможностей выбора способов импортозамещения. Выбор способа существенно зависит еще и от того, кому и что приходится замещать – технологическое оборудование, или компьютерное «железо», или «софт». Для рационального выбора стратегии модернизации АСУТП и АСУП в условиях импортозамещения необходим дополнительный анализ проблем, подходов и методов.

## **2. О некоторых способах импортозамещения**

Способ 1. В начале эры цифровизации многие надеялись осуществить ее уже хорошо освоенным способом (ХОС) – привлечь западные фирмы, купить технологии, оборудование, приборы, АПС и готовые системы для промышленного контроля, эффективного и безопасного управления СРПО. Пусть фирмы поработают на всех этапах – обследуют, предложат, разработают, поставят, внедрят, обучат, обеспечат сопровождение, запчасти, обслуживание и модернизацию. Вот все само и «цифровизируется» и

модернизируется, и все проблемы сами решатся на любом этапе (за хорошие нефтегазовые деньги!).

В современной же реальности ХОС-способ «эффективных» менеджеров в полном объеме больше не работает. Теперь придется заниматься всем этим самим, лавируя между возможностями российского импортозамещения и параллельным, серым и прочими видами полуподпольного импорта.

Способ 2. Использование продукции отечественных фирм, разрабатывающих и выпускающих почти современные приборы, средства и системы автоматизации. Можно импортозамещаться и «цифровизироваться»? Очень осторожно. Многие отечественные разработчики и проектировщики использовали слишком большую долю западных компонентов – в «железе» комплектующие, в системном и прикладном софте западное лицензионное АО и ПО. Некоторые фирмы-«импортозамещатели» занимались просто русификацией интерфейса и документации готовых западных систем. Но эра беспредельного аутсорсинга прошла. Теперь с этим новые дополнительные проблемы, а надежды на китайское или аналогичное полное свое импортозамещение технологий, электроники и АПС пока все же ограничено и больше в планах, отчетах и отдельных рапортах.

Например, в публикации РЖД [3] заявили о формировании десяти рабочих групп для перехода на отечественное ПО по 35 классам. Уже создано более ста независимых от импорта цифровых систем по трем направлениям работ в плане импортозамещения. Первое – внедрение отечественных решений вместо иностранных аналогов (вот и способ 3). Второе – свои разработки на независимых от импорта решениях без иностранных компонентов (способ 4). Третье – разработка и замена отдельных компонентов, но не «ядра» иностранных цифровых платформ (это способ 5).

Хорошо, но не ясно только одно – с помощью какого системного и прикладного российского или западного софта (системные средства, SCADA-системы, пакеты разработки и т.д.) все это разработано, на чьих АПС это реализовано, какая и чего там доля в 100%, ничего не сказано. А если завтра при очередном обновлении ПО через интернет наши бывшие «партнеры» заодно и заблокируют работу того или иного своего ПО (например, как Siemens в связи с санкциями)? А если поэтапная модернизация уже

идет, и нужно заменить или добавить микросхемы или приборы, запчасти, ПО, которые больше не поставляют, то, что тогда делать, как заканчивать и чем отчитываться?

### **3. Об оценках уровня импортозамещения**

До сих пор идут дискуссии о том, как этот самый уровень импортозамещения (УИЗ) определять, чтобы и работало, и проценты УИЗ в отчетах были «хорошие».

Действительно, какие параметры или характеристики и в каких единицах нужно взять, чтобы представить уровень, да еще и средний (пусть и по классам ПО), в виде процентов? По стоимости, по штукам, по мегабайтам, по количеству определенных компонентов, по функциям или просто экспертным путем? Доходит до экзотических предложений. На одной из конференций даже предлагали оценивать импортозамещение по весу российских и западных компонентов. А что, дешево и сердито, а главное, просто. Берем 200-300 грамм китайских микросхем, вставляем в толстый стальной корпус потолще, килограмм на 10-12, объявляем промышленное исполнение, ПО загружаем из старых (досанкционных) запасов, рапортуем о проценте уровня импортозамещения почти под 100%.

Но есть и вполне разумные предложения и исследования по формированию полезных оценок, необходимых для управления процессами импортозамещения в РФ. Например, в [4] для определения уровня зависимости продукции от применяемых иностранных комплектующих разработан сводный комплексный коэффициент уровня импортозависимости (СКУИЗ). В формуле расчета коэффициента учитываются разные значимые факторы. Коэффициент показывает уровень импортозависимости изделий радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) от применяемой в них электронной компонентной базы (ЭКБ) иностранного производства. Авторы приводят результаты сравнительного анализа применимости ЭКБ в изделиях МО по РФ, НАТО, ЕС и стран Юго-Восточной Азии.

Следует отметить, что сравнительные оценки УИЗ для ПО, полученные по стоимостным или штучным (компонентным) параметрам, очень приблизительны. Они должны проводиться с учетом эквивалентности по функционалу, скорости, надежности

работы и дополнительным затратам на АПС, требуемые для реализации ПО.

Не менее сложная ситуация с оценками УИЗ для ПО при использовании в нем не декларируемого постороннего АО, чужих программ, пакетов ППО и систем.

В сложных случаях и при недостатке данных для оценки УИЗ можно использовать различные варианты экспертных оценок и методов. Например, можно использовать методику в [1], используемую для экспертной оценки уровня автоматизации производства при выборе различных проектов.

#### **4. Особенности поэтапной модернизация АСУТП и АСОДУ**

Для создания системы ИСУМУ на СРПО необходимо иметь некоторый минимальный (базовый) уровень автоматизации в виде действующих типовых систем АСУТП и системы оперативно-диспетчерского управления (АСОДУ). Проведение поэтапной модернизации базового уровня этих систем позволяет в итоге создать систему ИСУМУ, но для очередных этапов модернизации необходим анализ УИЗ.

Разрабатываемая ИСУМУ реализуется в рамках традиционной 3-х уровневой структуры АСУП СРПО [1]. Верхний уровень АСУП реализован на базе стандартной ERP- системы [1], обменивающейся плановыми и оперативными данными с АСОДУ и с различными службами СРПО. АСОДУ в свою очередь обменивается оперативными данными с нижним уровнем АСУП, включающим АСУТП. Каждая АСУТП реализует оперативный обмен информацией с соответствующими объектами контроля и управления СРПО.

Рациональная последовательность основных этапов модернизации АСУТП и АСОДУ до уровня системы ИСУМУ включает следующие этапы.

1. Создание типовых АСУТП со стандартным набором решения типовых задач контроля и управления на СРПО и типовой АСОДУ тоже со стандартным набором типовых функций, задач и ПО [1].

2. Разработка для АСУТП систем усовершенствованного управления APC (Advanced Process Control), использующих данные от систем измерения и виртуальных анализаторов для оптимизации текущего управления на прогнозирующей модели [1].

3. Разработка для АСУТП подсистемы усовершенствованного мониторинга – AMS+ (Advanced Monitoring System Plus), использующей лабораторные данные и оперативные данные от систем измерения режимных параметров установок [5-7].

4. Разработка АО и ПО для ИСППР в АСОДУ для расчета обобщенных оценок КТП и СТО СРПО и проведения ситуационного анализа состояния оборудования СРПО и КТП.

В результате выполнения всех этапов модернизации традиционная система АСОДУ дополняется интегрированной системой ИСУМУ.

#### Литература:

1. *Ицкович Э.Л.* Перспективная автоматизация агрегатов предприятий технологических отраслей. – М.: Горячая линия–Телеком, 2018. – 544 с.

2. *Чинакал В.О.* Проблемы проектирования подсистем оперативного оценивания состояния сложных промышленных объектов / Материалы 15-ой международной конференции CAD/CAM/ PDM – 2015 «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта». – М.: ИПУ РАН, 2015. – С. 71-73.

3. В РЖД заявили о создании более ста независимых от импорта цифровых систем. – URL: <https://finance.rambler.ru/importozameshchenie/51648248-v-rzhd-zayavili-o-sozdanii-bolee-sta-nezavisimyh-ot-importa-tsifrovyyh-sistem/> (дата обращения 24.10.2023).

4. *Кохно П.А., Кохно А.П.* Определение уровня зависимости продукции от применяемых иностранных комплектующих // Вестник Московского университета МВД России. – 2021. – №3. – С. 298-306.

5. *Чинакал В.О.* Об одном подходе к повышению производственно-технологической безопасности управления сложными промышленными объектами / Проблемы управления безопасностью сложных систем: материалы XXX Международной конференции. 14 декабря 2022 г., Москва. – Москва: ИПУ РАН, 2022. – С. 284-291.

6. Онлайн-диагностика машинного оборудования. – URL: <https://www.emerson.com/documents/automation/product-data-sheet->

csi-6500-chassis-options-deltav-ru-ru-38896.pdf (дата обращения 20.09.2023).

7. Чинакал В.О. Создание систем усовершенствованного мониторинга и управления для повышения эффективности и безопасности управления сложными промышленными объектами / Проблемы управления безопасностью сложных систем: материалы XXIX Международной конференции. 15 декабря 2021 г., Москва. – Москва: ИПУ РАН, 2021. – С. 493-499.

---

---