



Вертикальна інтеграція систем керування на виробництві

Стан та перспективи розвитку

АНАЛІТИЧНИЙ ЗВІТ

ТК

185

ПРОМИСЛОВА АВТОМАТИЗАЦІЯ



Вертикальна інтеграція систем керування на виробництві

Стан та перспективи розвитку

АНАЛІТИЧНИЙ ЗВІТ

ТК	185
ПРОМИСЛОВА АВТОМАТИЗАЦІЯ	

З М І С Т

Резюме звіту	05
1. Огляд напрацювань в проекті aCampus. Залучення ринку	07
1.1. Вертикальна інтеграція – як головна сфера застосування стандартів	07
1.2. Огляд аналітичних напрацювань в проекті	09
2. Командна робота – як головна стратегія в інтеграції знань	11
3. Головні виклики вертикальної інтеграції	16
4. Погляди світових експертів на вертикальну інтеграцію в контексті Індустрії 4.0 ..	33
5. Де Україна в глобальному дискурсі про інтеграцію та MOM	42
6. Наступна ітерація	46



Резюме звіту

Розумні виробництва у всіх варіаціях чи визначеннях Індустрії 4.0 – це інтегровані виробництва. Інтеграція відбувається по різних ланцюжкам створення цінності чи життєвого циклу – технології, обладнання, продукту чи замовлення. Найбільш затребуваним в Україні є вертикальна інтеграція виробництв – від польового рівня (датчики, виконавчі механізми в окремих технологічних вузлах) й до систем керування на рівні всього підприємства. Це склалось історично – більшість галузей мають чисельний та великий парк інсталюваних систем автоматизованого керування технологічним обладнанням, включно з імпортними лініями та машинами. «Зверху» до цього

добавляється великий парк інсталюваних систем ERP від різних постачальників та різновидів. Відповідно потреба об'єднання та інтеграції різних підсистем «знизу» (від АСУТП) та зверху (з рівнем ERP) гостро стоїть в великих промислових групах впродовж останніх 10+ років. Ця інтеграція безпосередньо впливає на якість функцій керування виробництвом (простежування, якість, диспетчеризація, управління складськими запасами, технічне обслуговування тощо), а також на якість систем обліку, моніторингу, аналітики та оптимізації ключових показників ефективності (КПЕ) – як виробничих, так затим і фінансово-економічних.

Наші опитування, фокус-групи та глибинні інтерв'ю в проекті aCampus показують цілу палітру думок та викликів щодо питань вертикальної інтеграції. Ми швидко виявили найбільш очевидні питання, як наприклад, гостру необхідність **автоматизованого обліку чи уніфікації КПЕ** на національному рівні. Натомість, є чимало питань по яким думки експертів розходяться: від усвідомлення труднощів інтеграції, необхідності єдиних стандартів й до питань цифрового стрибка, поки що тут важко досягти єдності.

Огляд зарубіжних джерел показує також відмінність українського дискурсу від такого в розвинутих країнах. Багато з питань, які ми ще тільки вирішуємо, там давно вирішені й їх актуальні питання звучать по-іншому. Це говорить про різницю в рівнях зрілості, що є цілком логічним, враховуючи наше відставання у впровадженні цілого ряду технологій та рішень

вертикальної інтеграції. Цінність цього звіту полягає в тому, що ми розділили всі ці акценти по різних категоріям. Ми чітко класифікуємо питання (виклики), де єдність досягнута та рішення зрозумілі. Й відділяємо від них ті, по яким експерти ще мають домовитись. Це природний та необхідний процес зростання та набуття зрілості. Для його прискорення, ми рекомендуємо 3 методи: 1) кращого залучення найбільш важливих категорій, зокрема, глобальних вендорів, 2) активізації та взяття на себе більшої відповідальності провідних промислових груп, 3) кращої взаємодії різних експертних груп між собою.

Маємо надію що цей звіт буде корисний різним експертним групам та фахівцям ринків промислових АСУ–ІТ. Зворотній зв'язок, покращення та залучення – звертайтеся на info@appau.org.ua.



Огляд напрацювань в проекті aCampus. Залучення ринку

1.1. Вертикальна інтеграція – як головна сфера застосування стандартів

В рамках проекту aCampus ми розглядаємо взаємозв'язок 5 стандартів, які мають відношення до вертикальної інтеграції наступним чином, Рис. 1. Перші три стандарти ISO 22400, IEC 62264 та IEC61512 дуже тісно перетинаються між собою й відносяться до сфери інтеграції АСУТП з MOM, а також MOM з ERP. Два безпекові стандарти мають пряме відношення до систем рівня АСУТП, й також до нових

архітектур рівня MOM, які мають враховувати вимоги безпеки до розподілених, сучасних архітектур, що реалізуються на технологіях промислового інтернету речей.

В рамках проекту aCampus стояло завдання прояснення викликів та стану як по кожному з 5 стандартів, так і знаходження спільних точок зростання.

В цьому звіті ми більше акцентуємо увагу на зоні керування виробництвом (MOM – Manufacturing Operation Management), де більше всього перетинаються 2 стандарти: ISO 22400 (управління КПЕ) та IEC 62264 (модель керування виробництвом). Водночас, чимало висновків є спільними для всіх 5 стандартів.

1. Виробничі KPI
2. Інтеграція систем управління
3. Рецептні процеси АСУТП

ENTERPRISE LEVEL

ISO 15704 Enterprise Architecture Requirements
ISO 19439 Enterprise Integration
ISO 19440 Enterprise Integration
ISO 20140 Automation Systems and Integration
OAGIS
BPMN, DMN, PMML
B2MML

MOM LEVEL

IEC 62541, IEC 62837
IEC 62264 (ISA 95)
ISO 22400
OAGIS
PMML
DMIS, QIF

SCADA LEVEL

IEC 62541 (OPC UA)
IEC 61512 (ISA 88)
Modbus
BatchML, PACKML
IEC 62541 (OPC UA)

DEVICE LEVEL

MT Connect
IEC 61158 (EtherCAT, PROFINET)
IEC 61784
Modbus / Profibus
PROFenergy
IEC 62591 / HART
IEC 62541 (FDI)

ERP

MOM

HMI / DCS

FIELD DEVICE

IEC 62443 –
Кібербезпека

IEC 61508 –
Функційна
безпека

Рис. 1. 5 стандартів в проєктів аСампус в піраміді вертикальної інтеграції

1.2. Огляд аналітичних напрацювань в проекті

Методика та плани проекту аСампус передбачали чіткий та конкретний фокус на викликах українського ринку й по відношенню до світового розвитку. Формулювання подібного переліку викликів – й в кожній з 5 сфер різних стандартів, – складне завдання, особливо, враховуючи відносну новизну стандартів,

слабку обізнаність ринку та традиційно низьку готовність кінцевих замовників (виробничі підприємства) надавати зворотній зв'язок. В цьому контексті й на кінець листопада 2019 року в проекті аСампус були виконані наступні завдання:

01

Опитування

Онлайн опитування проведені по всім 5 стандартам, їх результати винесені на сайт tk185.appau.org.ua

02

Інтерв'ю

Проведені фокусні інтерв'ю, в яких взяли участь більше 20 експертів ринку. Велика частина цих інтерв'ю зафіксована у вигляді публічних статей на сайтах tk185.appau.org.ua та appau.org.ua, а також у вигляді цитат в білих книгах стандартів.

03

Івенти

В рамках проекту аСампус, а також в рамках інших напрямів діяльності АППАУ було проведено 9 групових, експертних зустрічей, в яких обговорювались стандарти та питання налагодження колективної роботи експертів, зокрема мова про наступні події восени 2019 року:

4 вересня відбулось [засідання клубу «5-ий елемент»](#) вперше порушив питання синхронізації КПЕ. **18 вересня** відбувся [широкий обмін спеціалістами 2-х холдингів Інтерапайп та Метінвест](#), на яких також розглядалось питання вертикальної інтеграції та стандартів. **25 жовтня** на [семінарі по простежуваності в Харчовій промисловості](#) знову підіймалось питання стандартів МЕК 62264 та МЕК 61512. **11 жовтня** – відбувся спеціальний семінар на [тему вертикальної інтеграції](#). **18 жовтня** відбулось [2-ге засідання клубу «5-ий елемент»](#) на якому предметно розглянуто досвід Інтерапайп в формування показників КПЕ. **25 жовтня** відбувся [семінар по стандарту ISO 22400](#). **11 листопада** була сформована робоча група по кібербезпеці ОТ, й на якій також було визначено [свій перелік завдань](#). **11 листопада** також відбулась веб-конференція експертів ТК 185, на якому більш детально були розглянуті [предметні питання вертикальної інтеграції](#). **20 листопада** обговорювались питання колективної співпраці та оптимізації методів роботи експертів ТК 185 (звіт в роботі).

04

Білі книги

Випущені 5 білих книг

05

Кейси

До форуму TRANS4MATION АППАУ також випустила спеціальний [бенчмаркінговий кейс-стаді по Інтерапайпу «Курс на Індустрію 4.0»](#), в якому є розділ, що описує їх КПЕ та вклад в них технологій.

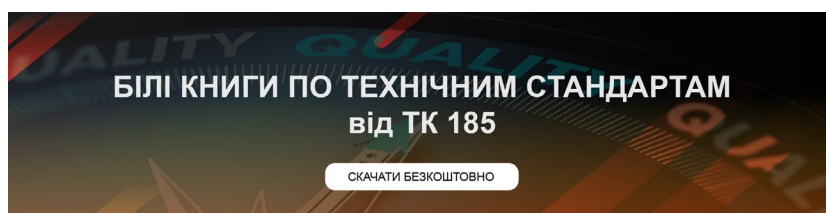




Рис. 2. Фото з зустрічі 11 жовтня по вертикальній інтеграції АСУТП-MES-ERP

Загалом, ці зустрічі відвідали більше 150 різних фахівців промислових АСУТП-ІТ, а інформація про них по онлайн каналам охоплює аудиторію близько 1000 фахівців.

Все-ж, в рамках заданого контексту, головними результатами цих зустрічей та обговорень слід вважати не стільки ознайомлення ринку з базовими положеннями стандартів, як:

01 База знань

Початкове формування бази знань у вигляді доступних стандартів (українською), білих книг, презентацій, звітів та зафіксованих думок експертів.

02 Виклики

Кристалізацію ключових питань розвитку (викликів) у відповідних сферах впливу стандартів

03 Експерти

Формування справжніх експертних команд



Командна робота – як головна стратегія в інтеграції знань

Від початку аСампус розглядав як головний внутрішній та зовнішній виклик проекту реалізацію командної роботи широкого кола експертів. Питання ставилось таким чином з урахуванням зовнішнього контексту, який визначається наступними факторами:

- **Закритістю та зайвою академічністю напрацювань Закладів Вищої Освіти (ЗВО).** ЗВО традиційно й багато генерують освітнього та просвітнього матеріалу – як методичні посібники, книги, статті тощо. Водночас, частіше

всього, ці речі на українському ринку мають 3 суттєві недоліки: 1) вони є надто академічними, щоб сприйматись фахівцями ринку, 2) вони дуже рідко звертаються та інтегрують думки ринкових експертів, які практично впроваджують ті чи інші інновації, 3) вони назагал погано промотуються (розповсюджуються) по ринку. Зрештою, і якщо говорити про цей контент в області нових технологій АСУТП-ІТ, то варто також відзначити дуже обмежену кількість подібного матеріалу

від ЗВО. Оскільки в проєкті приймають участь 5 ЗВО (КПІ, ХАІ, НУХТ, КНУБА та НУБІП) й, згідно, ролей в проєкті вони є головними, початковими «генераторами» відповідних документів, велика увага приділялась саме усуненню цих недоліків.

- **В свою чергу, великі холдинги, які мають власні напрацювання також не відзначаються великою відкритістю.** Майже всі великі холдинги в Україні створюють свої потужні бази знань та корпоративні школи або академії. Водночас, в області стандартів проєкту аСампус ці знання є радше закритими, тому їх «витягування» та аналіз є само по собі значним викликом.
- **Назагал, рівень командної роботи інших експертних груп АППАУ чи інших корпоративних груп, наприклад, вендорів, є на низькому рівні.** Головним свідченням цього є низький рівень фінальних напрацювань у вигляді готових практичних посібників, рекомендацій, кейс-стаді та білих книг тощо. Причин цьому є кілька, але назагал ми говоримо про загальну низьку культуру

співпраці українських фахівців в більшості технічних сфер.

Відповідно до цього аналізу, аСампус запропонував кілька важливих змін в області співпраці експертів:

- 1) Разом краще усвідомлювати, що [ми живемо в епоху економіки знань](#), й відповідно мають значно вирости навички колективної співпраці
- 2) Ознаками переходу в відкриту економіку знань є доступ до спільних баз знань та баз стандартів, а також безперервний потік просвітнього та освітнього контенту. По відношенню до цієї планки, український ринок промислових АСУ-ІТ все ще залишається в минулому столітті: інформація закрита, не систематизована, не об'єднана в бази, погано комунікована.
- 3) Для переходу на цей рівень, жодна окремо взята організація не має достатніх ресурсів.

Вихід з цього становища полягає тільки в колективній співпраці по управлінню знаннями

Для розвитку такої співпраці й в умовах вкрай обмежених ресурсах експертів високої кваліфікації та дефіциту їх часу, головним фактором успіху є правильний розподіл ролей між експертами різних категорій учасників ринку.

Зокрема, АППАУ запропонувала розподіл по 5 ключовим ролям

й реалізувала цей підхід в групі стандарту ISO 22400.

В цілому, такий підхід добре себе зарекомендував в перших 3-х місяцях проекту. Найбільш успішно робота експертів проявилась в рамках колективних обговорень на семінарах та групових зустрічах

Типи експертів



Вихідні продукти (Deliverable)

ВПРОВАДЖЕНИЙ СТАНДАРТ, МЕТОДИКА АБО ТЕХНОЛОГІЯ

Рис. 3. Розподіл експертних ролей в проекті

	Генератор контенту	Упорядник контенту (куратор змісту)	Корегувальник (критик)	Методист (інструменти)	Тестувальник (перевірка на практиці)
Ролі / Функції	Пише аналітичні статті, білі книги, гайди	Упорядковує всі матеріали, визначає кращі, рекомендує	Надає критичний зворотній зв'язок з коментарями	Аналізує та синтезує кращі практики у вигляді інструментів	Тестує нові підходи та інструменти в себе

Новий експертний контент та інструменти > БАЗА ЗНАНЬ

Стандарт та глосарій	РТ *	О. Савицька	О. Савицька, Є. Ковнір	—	—
Статті, блоги	РТ, Є. Ковнір	О. Степанець	**	—	—
Аналітичні звіти	РТ	О. Юрчак, О. Савицька	А. Лаврухін (IT-Enterprise)	—	—
Білі книги	РТ	О. Некрашевич	М. Романов	—	—
Кейс-стаді	Інтерпайп	О. Юрчак	**	—	—
Успішні історії	Інтерпайп	О. Юрчак	**	—	—
Інструменти	**	TBD	*	М. Тютюнник	Є. Ковнір
Практичний посібник (гайд)	РТ, М. Тютюнник, Є. Ковнір	TBD	М. Тютюнник, М. Романов	М. Тютюнник, Є. Ковнір	—

Рис. 4 Розподіл експертних ролей по завданням проекту в групі ISO 22400



Рис. 5. Колаборативна команда, зліва направо – Юрчак Олександр (АППАУ), Євген Ковнір (ДТЕК), Олена Некрашевич (КПІ), Олена Савицька (КПІ), Максим Тютюнник (АППАУ, куратор напрямку Харчової промисловості), Антон Забелін (Данон). Ця команда продовжує співпрацю в рамках проекту, аналогічні команди створюються по 4-м іншим стандартам.



Головні виклики вертикальної інтеграції

Отже, якими є головні виклики вертикальної інтеграції підприємств? Чи усвідомлюють їх керівники? Чи однаковим їх сприйняття на рівні топ-менеджменту та директорів

та фахівців АСУ-ІТ? І саме головне – як компанії приймають ці виклики?

Наші висновки про все це наступні.

ВИКЛИК № 1: ВІДСУТНІСТЬ АВТОМАТИЗОВАНОГО ОБЛІКУ СТАНУ ВИРОБНИЦТВА НА ПІДПРИЄМСТВАХ УКРАЇНИ

Автоматизований облік стану технологічних вузлів та передача даних «наверх» – в системи MES та ERP є головною проблемою у вертикальній інтеграції в Україні та найбільш явним уособленням проблеми так званого «людського фактору». На сьогодні, переважна більшість підприємств в Україні використовують ручний ввід даних в ERP та в системах рівня MOM. Мова про введення сотень / тисяч параметрів ручним способом в таблицях excel, в процеси яких задіяні десятки, а на великих підприємствах сотні людей.

Помилки введення, відсутність точних даних, а інколи й зумисне спотворення (по причинам зловживань, а також фіктивної «правильної» звітності) спричиняють низьку достовірність даних. А отже й довіра керівників до них є низькою. Про це свідчать і результати опитування АППАУ, де

менше третини респондентів заявила про існування автоматизованого обліку.

Як ця проблема відображається на рівні стандартів та керування виробництвом?

Візьмемо для прикладу питання розрахунку КПЕ. Згідно стандарту ISO 22400 дані для розрахунку КПЕ можуть обліковуватись як ручним, так і автоматизованим чином. Наприклад, є більше 10 параметрів нижнього рівня які обліковуються в часовому вимірі, рисунок відображує частину з них.

Якщо технологічних вузлів – десятки та сотні, то ясно, що ручний облік перетворюється в рутинне, важке завдання, й де щоденні помилки та спотворення даних – гарантовані.

Отже, й КПЕ будуть неточними. Що й відбувається насправді.

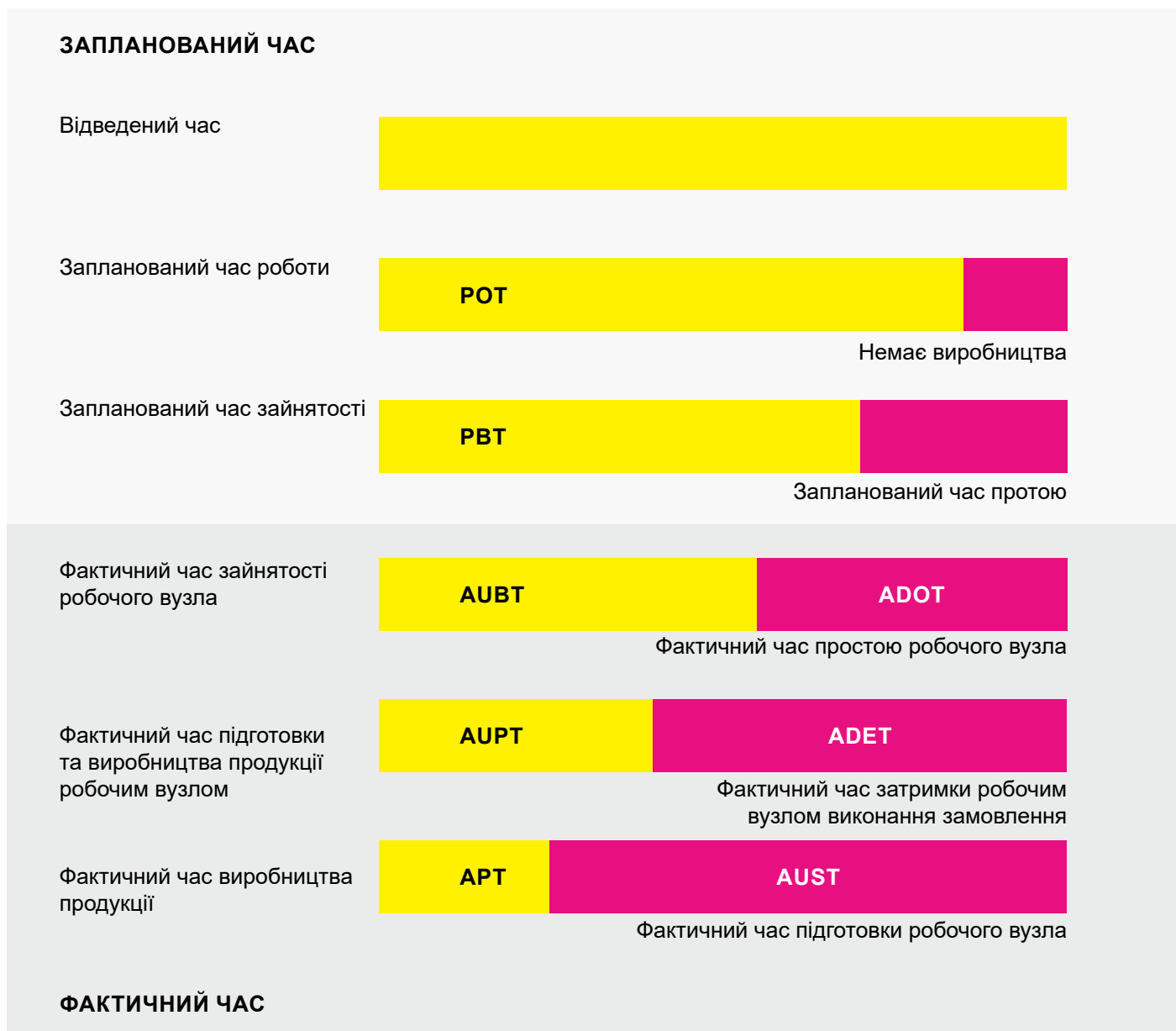


Рис. 6. Часова діаграма роботи робочих вузлів згідно ISO 22400

КОМЕНТАРІ ЕКСПЕРТІВ



Сергій ЧУПРИКОВ,
заступник керівника напрямку
промислової автоматизації
ТОВ «Метінвест Діджитал»

Облік простоїв ведеться в нас в ERP і переважна частина даних вноситься в ці системи ручним введенням. Це в свою чергу веде до зниження якості отримуваної інформації. Також це обмежує використання та можливості аналітичних систем й де вже починається також застосування елементів штучного інтелекту. Тому в холдингу «Метінвест» намічена цільова програма впровадження системам класу MES, що дозволяють полегшити доступ до даних реального часу, які є в класичних АСУТП наших заводів. При цьому найбільш критичні джерела даних будуть облаштовані різного роду пристроями автоматичного введення даних із застосуванням, в тому числі, Industrial Internet of Things (IIoT) і з дотриманням вимог інформаційної безпеки. «Метінвест Діджитал» розробляє наразі детальні плани по прискореному впровадженню та масштабуванню подібних новацій по всьому холдингу.



Антон ЗАБЄЛІН,
Данон Україна

Після введення повністю автоматизованого обліку окремі КПЕ впали вдвічі – це показує наскільки «достовірними» були дані ручного обліку. Такі самі свідчення надають фахівці з «Інтерпайп Україна»



Максим РОМАНОВ,
провідний консультант
бельгійської компанії Bright Eye,
що впроваджує MES-системи

Фактично, наша компанія не працює з підприємствами де немає автоматизації 1-го та 2-го рівнів (АСУТП)

Між тим, середній рівень автоматизації технологічних процесів в Україні в великих холдингових структурах добувних галузей, металургії, нафтогазу, енергетики є на рівні 50%. Отже, очевидно – ми не можемо говорити про успішну вертикальну інтеграцію без найшвидшого переходу на автоматизований облік. Інші опитування свідчать, що в галузях як харчова та фармацевтична промисловість, виробництво будматеріалів,

більшість технологічних процесів є автоматизованими. Але є проблеми з інтеграцією. Треба відмітити, що автоматизований облік передбачає передачу даних наверх, однак повне інтегрування передбачає передачу інформації вниз по ієрархії, як мінімум команди (наприклад запуск технологічного вузлу або робочого центру) і завдання (скільки чого треба зробити, рецепт і т.п.)

Як компанії приймають цей виклик

Назагал, виклик автоматизованого обліку є добре усвідомленим більшістю керівників великих підприємств. Програми прискореної автоматизації, обліку та диспетчеризації є на порядку денному сотень компаній в Україні. Водночас, з рівнем автоматизації $\leq 50\%$ й з урахуванням вартості необхідних капіталовкладень вирішити швидко це технологічне

відставання компаніям важко. Особливо там, де мова йде про старі виробництва. Великі холдинги з металургії, енергетики та транспорту вимушені миритись з ручним обліком й шукають також інші методи покращення операційної ефективності, зокрема, впроваджуючи методи ощадливого виробництва.

ВИКЛИК № 2. ТРУДНОЩІ ІНТЕГРАЦІЇ РІЗНИХ ПІДСИСТЕМ В ЄДИНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

Хоча ми ставимо його на 2-е місце, варто зазначити, що серед всіх викликів тут зазначених, цей – **найменш зрозумілий та узгоджений між експертами**. Про що мова? Ми говоримо про інтеграцію різних підсистем як по вертикалі, так і на одному рівні управління підприємством (МOM).

- **Кейс №1** – у вас є десятки або й сотні різних підсистем (контролерів) на рівні 1 та 2 (АСУТП), з яких потрібно збирати релевантну інформацію та передавати на рівень MOM
- **Кейс №2** – у вас є різні підсистеми на рівнях 3 та 4 (MOM – ERP), з якими так само потрібно інтегруватись, рис.

В обох випадках ми маємо протилежні точки зору експертів. Одні інтегратори кажуть, що збір релевантних даних та їх обробка на рівні MOM – ERP є дуже трудомістким завданням, інші –

про те що це рутинна робота, але яка не є обтяжливою з точки зору задіяння ресурсів чи фінансів. Певний консенсус досягнутий в нараді експертів 11 листопада щодо критерію розміру інтегратори погодились, що для невеликої кількості систем АСУТП (до 5–7 вузлів), інтеграція не є складною. Але зовсім інша справа коли мова йде про десятки та сотні вузлів, які можуть генерувати сотні тисяч та мільйони параметрів.

Водночас, навіть цей «проміжний» консенсус був відкинутий іншим великим інтегратором рівня MES-ERP, для них взагалі проблем інтеграції не існує!

Тим не менше, всі інтегратори погоджуються в тому, що наявність єдиного стандарту (-ів) для завдань інтеграції значно полегшило б роботу їх компаній.

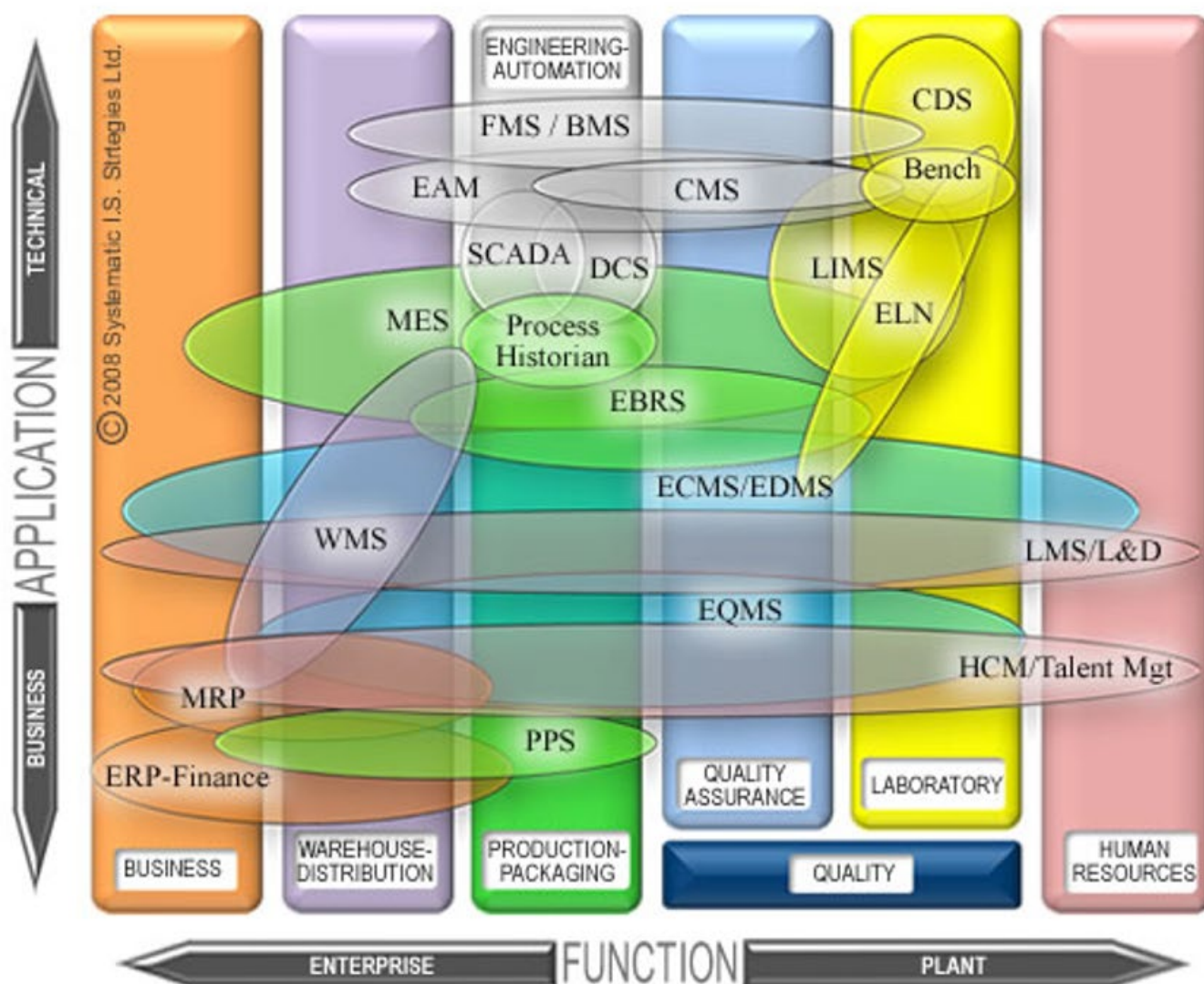


Рис 7. Різні системи керування на підприємстві

MES = Manufacturing Execution System, EBRs = Electronic Batch Record System, LIMS = Laboratory Information Management System, ELN = Electronic Laboratory Notebook, CDS = Chromatography Data System (or Network Data System), SCADA = Supervisory Control And Data Acquisition, DCS = Distributed Control System, EAM = Enterprise Asset Management, CMS = Calibration Management System, FMS = Facilities Management System, ECMS = Electronic Content Management System, EDMS = Electronic Document Management System, EQMS = Electronic Quality Management System, HCM = Human Capital Management (System), LMS = Learning Management System
 L&D = Learning & Development (System), PPS = Production Planning System, Talent Mgt = Talent Management (System), WMS = Warehouse Management System, MRP = Material Requirements Planning, ERP = Enterprise Resource Planning, Bench = lab bench-top equipment proprietary software & firmware

КОМЕНТАР ЕКСПЕРТА



Володимир ПАТРАХІН,
технічний директор
Індасофт-Україна

В цілому, я згідний, що в залежності від проекту, масштабу та необхідної функціональності системи, вона може бути побудована різними способами. Головне, щоб розробники впроваджували стандартизовані, відкриті рішення, щоб у майбутньому Замовник міг змінити концепцію. Наприклад, архів реального часу диспетчерської системи має бути дуже гнучким та масштабованим від вбудованого рішення під Linux для Edge рішень, до корпоративних багатосерверних систем на мільйони параметрів, мають бути підтримуватися новітні інтерфейси збору, такі як OPC UA, MQTT та S2S in Cloud, режими роботи архіву у якості хмарного сервісу з кіберзахищеною авторизацією UAA по технології REST API. Клієнтські додатки диспетчерських систем мають бути різнобічними від монопольного до термінального, ефективними (ISA101 compliance), заточеними під мобільні девайси (HTML5), швидкими, універсальними для даних реального часу SCADA, історії різних форматів, SQL, MES, IIoT.

Так чи інакше, має бути рівень, де сирі дані реального часу, отримані хоч по OPC UA, хоч іншим методом, мають перетворюватися у бізнес-значущу інформацію. В основі будь-якої MES є певна база (архів) та «движок» розрахунків на ній.

Як компанії реагують на цей виклик інтеграції різних підсистем

Як це слідує з вищесказаного – по-різному. Ті, хто його усвідомлює, набагато серйозніше відносяться до інтеграційних стандартів, вони справді шукають методи оптимізації та зниження витрат на інтеграцію.

Натомість, ті, хто каже про несуттєві втрати на інтеграції, зазвичай ігнорують питання стандартів й не хочуть його розглядати (точніше, не бачать потреби витрачати свій час). Між тим, як ми бачили в [білій книзі по MEK 62264](#) економія витрат

на інтеграції згідно головного американського експерта Деніса Брендла може сягати від 50% і вище.

Як це поєднується з позицією наших окремих інтеграторів, які кажуть про несуттєвість часових та інших витрат – залишається не зовсім зрозумілим.

Так чи інакше, ця дискусія породила та добре висвітлила іншу проблему, більш глибокого рівня.

Адже повне ігнорування проблем інтеграції автоматично веде до повного ігнорування стандартів: навіщо вирішувати проблему, яка не існує?

Ця ситуація є викликом для ТК 185 – видається очевидним, що інтегратори які «не розуміють та не визнають саму проблему інтеграції» просто не обізнані зі стандартами. Як влучно зауважує американська агенція LNS, «замовники не знають що вони не знають». Це саме можна віднести й до будь яких користувачів

в нових областях знань. Досвід просування стандартів МЕК 61512 та МЕК 62264 показує, що як тільки інтегратори глибше знайомляться з цими стандартами, їх погляди змінюються на протилежні.

Отже, вся проблема в тому, як залучити та навчити

ВИКЛИК № 3: СИНХРОНІЗАЦІЯ КПЕ РІЗНИХ РІВНІВ, КЕРУВАННЯ НИМИ ТА АРГУМЕНТАЦІЯ

Синхронізація цільових показників та фактів виконання КПЕ теоретично існує на тих самих 3-х рівнях:

- АСУТП – точний облік та керування технологічними параметрами.
- MOM – облік – керування виробничими КПЕ.
- ERP – облік – керування фінансово-економічними КПЕ.

Відповідно, при неточному обліку нижнього рівня (АСУТП) невірними будуть й КПЕ верхніх. Але мова не тільки про відсутність точного обліку через низький рівень автоматизації технологічних вузлів. Часто невірні методики розрахунку також ведуть до інтеграційних «розривів» на рівні КПЕ. Зокрема, в цілому ряді підприємств ми бачили розрив між виробними та фінансово-економічними КПЕ.

Тобто, навіть використовуючи правильні виробничі стратегії, проводячи правильну модернізацію та маючи автоматизовані лінії – цехи, керівники не можуть показати прямий зв'язок та вплив на кінцеві фінансові показники. А як відомо, перших осіб та власників фінансові КПЕ цікавлять в першу чергу.

Ця проблема стосується й чисельних підрядників, розробників, інноваторів та системних інтеграторів АСУТП-ІТ. Маючи в своєму арсеналі найсучасніші засоби та рішення, які безпосередньо впливають на виробничі КПЕ, вони не можуть доказати керівникам підприємств «що це дає». Подібні інструменти та методики існують у західних інжинірингових компаній та великих вендорів. З 2014 року АППАУ намагається їх залучити до розділення свого

досвіду та інструментів. На жаль, ці спроби не мають успіху – в Україні переважають філії «продавців», де інжиніринговий та економічний консалтинг практично відсутній.

При цьому дуже помітною є різниця в культурі західних та вітчизняних підприємств. Наприклад, найбільш знаменитим серед виробничих КПЕ є показник ЗЕО (Загальна Ефективність встановленого

Обладнання, англ. – OEE). Його ріст безпосередньо впливає на показники маржинальності та прибутку. Тому покращення ЗЕО є імперативом для більшості західних підприємств, в той час, як в Україні цей зв'язок потрібно щоразу аргументувати та доказувати.

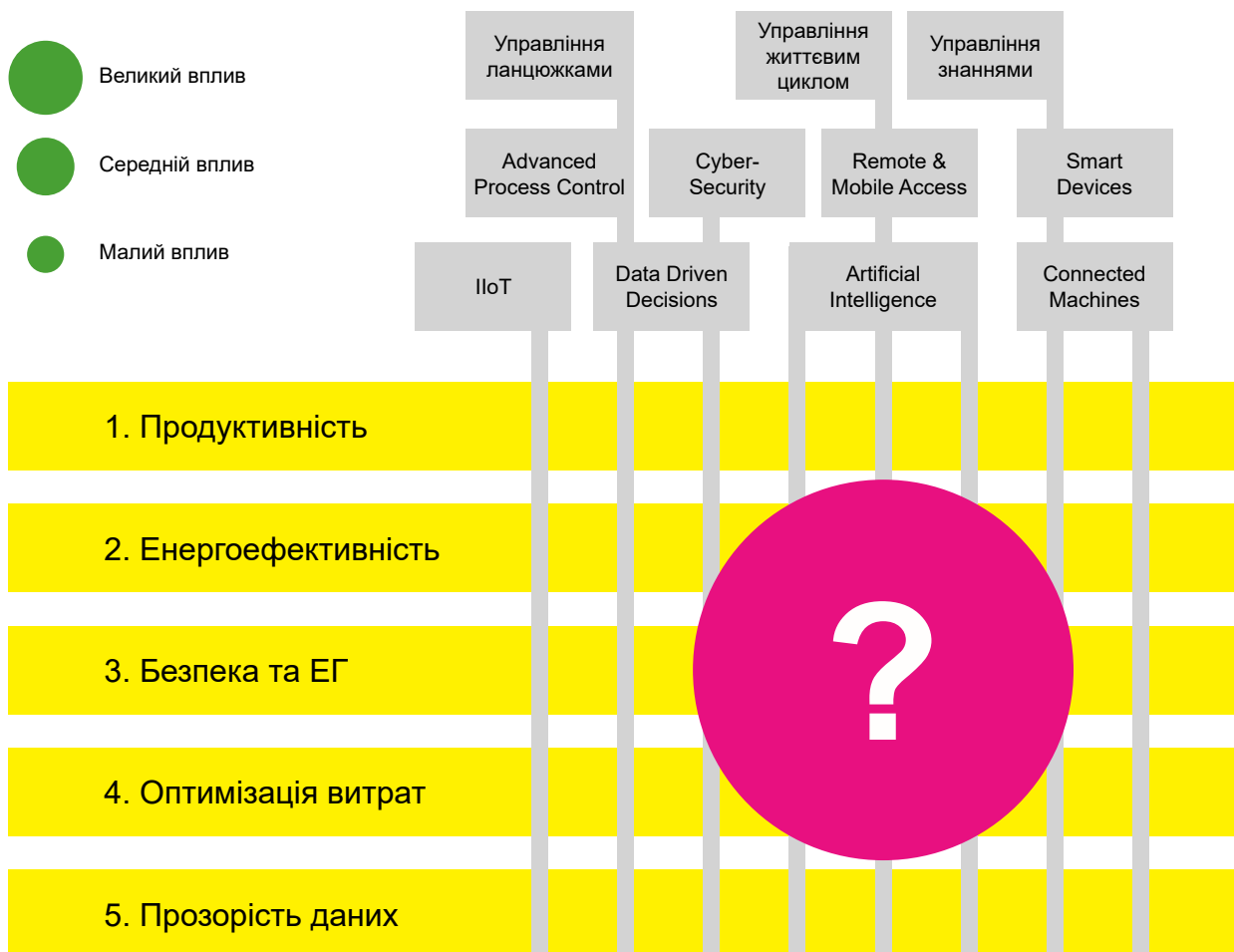


Рис. 8. Цей слайд демонструвався на більшості зібрань АППАУ з 2015 по 2017 рік. Ми так і не змогли досягти від провайдерів продуктів та рішень відповіді на питання «що це дає?» – тобто який вплив на виробничі та фінансово-економічні показники дають нові технології. Навіть емпірично – на рівні «великий – середній – малий» (вплив), оцінок в Україні майже немає.

КОМЕНТАР ЕКСПЕРТІВ



Володимир МИХАЙЛОВ,
технічний директор IT-Enterprise

Ми багато спілкуємось з замовниками різних країн по світу й маємо сотні клієнтів в Україні. Різниця в виробничій та економічній культурі проявляється якраз на рівні виробничих КПЕ. В Україні нам потрібно щоразу пояснювати ази КПЕ, тоді в західній культурі люди відразу запитують про наші можливості покращення ОЕЕ



Ольга СКРИПНИК,
директор компанії Proleit

Наша компанія є міжнародною й ми працюємо на різних ринках. Рівень проникнення MOM-систем в Україні в разі поступається навіть Російській Федерації, не кажучи вже про країни Східної Європи. Особливо нас вражають моменти, коли замовники навіть купують MOM-рішення в складі повних нових цехів, але потім ними не користуються. Їх головні інженери отримують в реальному часі ОЕЕ, й просто не знають що з ними робити. Такий рівень виробничої та бізнес-культури, на жаль, домінує на цьому ринку

Як компанії реагують на цей виклик

Цей зв'язок КПЕ і який має безпосереднє відношення до завдань інтеграції, неодноразово декларувався великими українськими замовниками як один з головних викликів.

Особливо, важливим це є для керівників служб АСУТП, яким важко доказувати необхідність

інвестицій на їх рівні. Але на жаль, «віз і нині там» – реакція більшості провайдерів є дуже слабкою.

Особливість української ситуації полягає в тому, що насправді подібні важливі інструменти існують давно від західних провайдерів й навіть перекладені. Ось ролик від компанії Emerson від 2012, який

і досі актуальний для багатьох підприємств. По силі переконання, демонстрації складності контексту сучасного підприємства, розуміння його викликів, правильного управлінського фокусу він і досі неперевершений серед подібних відомих нам засобів просвіти ринку (просто клікніть за посиланням на Рисунок нижче).

Але велика проблема в тому, що більшість вендорів в Україні не вважають за потрібне робити цю просвіту та освіту ринку, тоді як локальні провайдери продуктів чи послуг не мають відповідних інструментів. Окремо, можна говорити про проблему маркетингу як в прикладі з Емерсон вище, і який мав би відповідати за розповсюдження подібних матеріалів – в Україні його (маркетингу) просто не видно. Команда проекту аСампус сприймає цю ситуацію як виклик, і в нас

стоїть завдання вироблення таких інструментів.

Варто відмітити також іншу реакцію лідерів нашого руху 4.0 та АППАУ. Компанія IT-Enterprise приділила максимум уваги роз'ясненню «що таке ОЕЕ» на недавньому форумі Trans4Mation, який зібрав в листопаді 2019 р. більше 500 замовників. Пояснення про розрахунки, їх вплив на фінансово-економічні КПЕ надавались в 2-х презентаціях IT-Enterprise, а також окремо у виступі їх кращого замовника, компанії Interpipe. Цей зв'язок, з демонстрацією впливу технологій також демонструвався в [новому кейс-стаді](#), який підготовлений спільно АППАУ, IT-Enterprise та Interpipe.

Подібна реакція є лідерською, але ще дуже поодинокую на загальному фоні ігнорування цього виклику провайдерами ринку.

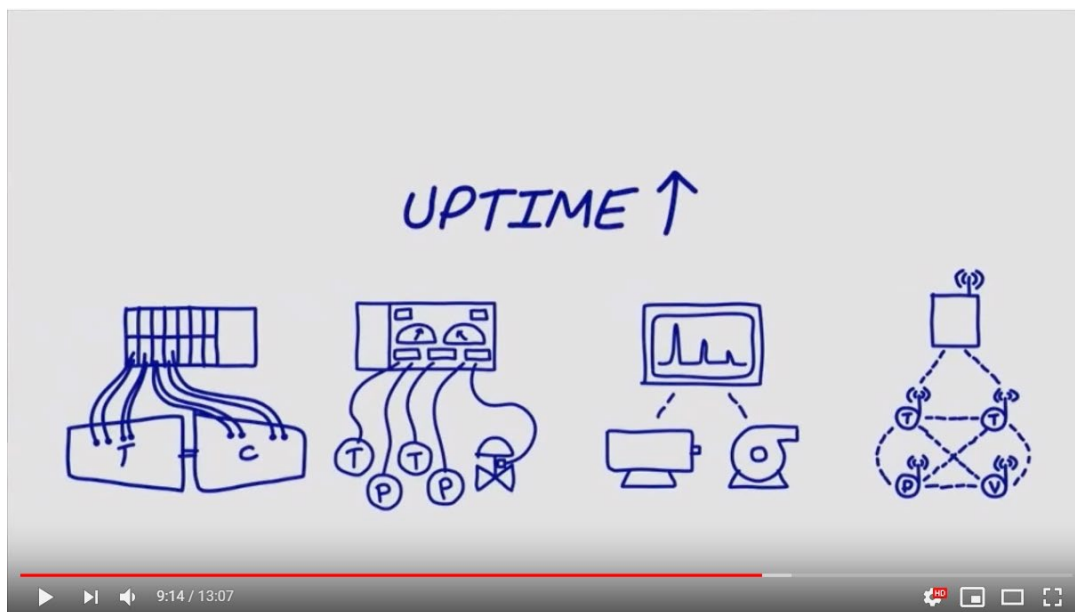


Рис. 9. Ролик демонструє зріле підприємство з високим рівнем автоматизації і навіть діючими системами ЕАМ. Й де в менеджерів служб АСУ присутній брак розуміння причинно-наслідкових зв'язків в обслуговуванні, а також дієвих інструментів впливу.

ВИКЛИК № 4: ЯК ЗДІЙСНИТИ ЦИФРОВИЙ СТИБОК

В дискусіях експертів також сплила проблема «стрибка» – яким чином долати бар'єр автоматизованого обліку (виклик № 1) та інтеграції різних підсистем (виклик № 2), в умовах тотальних фінансових та інших обмежень. Ця проблема стосується, перш за все, великих холдингових структур в металургії, нафтогазі та енергетиці. Необхідні завдання модернізації та автоматизації не вирішувались тут десятиліттями. Й сьогодні, в епоху Індустрії 4.0, коли всі вже заговорили про повну інтеграцію виробництв та обробку даних штучним інтелектом, виявилось, що обробляти нічого.

Необхідно спочатку інвестувати мільярди в польовий рівень. В більшій половини обладнання на цьому рівні в таких структурах бракує сучасних датчиків та інших вимірювальних пристроїв. Коштів на це немає, й перспективи багатьох холдингів, залежних від кон'юнктури на світових ринках на 2020 не радують.

Відповідно, компанії шукають інші шляхи. Зокрема, холдинги як ДТЕК та Метінвест практикують програми відкритих інновацій, а

також ощадливого виробництва, де фокус та пріоритети зміщуються з традиційних підходів тотальної автоматизації на:

- Виявлення вузьких місць в продуктивності та усунення їх зміною бізнес-процесів та методами роботи.
- Уніфікації та стандартизації найбільш ефективних рішень.
- Переходу на сучасні, більш нові та дешеві засоби обліку – автоматизації.
- Включення алгоритмів обробки даних та машинного навчання, які дозволяють обійтись тими даними, що є.

В цій сфері також триває професійна дискусія. Ряд експертів вірять, що тривалі зусилля по вказаних напрямам, креативність та інноваційність можуть дати значний приріст операційної ефективності підприємств. Інші відносяться скептично – «як ви не викручуйте, але без точних розрахунків, довго-середньо строкових планів модернізації та автоматизації та відповідних інвестицій, без отримання цифрових даних, все це нагадує дешевий спектакль та «гру» в інновації».

КОМЕНТАР ЕКСПЕРТА



Євген КОВНІР,
провідний експерт компанії ДТЕК
по lean-виробництву

Конечно, сейчас много разговоров о том, что пора от lean переходить к digital lean, то есть, все те же методы, но на основании цифровых данных. Для меня это как рок и хард рок – те же аккорды, но гитары подключаются через другие «примочки», что оказывает другой эффект. Раньше человек выбраковывал заготовки, а теперь это делает computer vision. Раньше человек записывал в бумажную ведомость тоннаж вагона и вносил потом в SAP, а теперь данные автоматически попадают в систему. Эффект – в улучшении системы сбора данных, но не в улучшении самого производственного процесса. Просто теперь проблемы и отклонения оценены более точно. Но никакой диджитал механизм не сможет подсказать, как снизить, например, процент дефекта пайки электронной платы, который так точно распознал искусственный интеллект. Здесь требуется классический lean: команда проекта, диаграмма потенциальных причин возникновения дефекта на листе ватмана, мозговой штурм и проверка многих гипотез вручную.

Як компанії реагують на цей виклик

Як слідує з вищенаведеного – по-різному. В АППАУ ми оцінюємо шанси великих підприємств здійснити цифровий стрибок з подібними підходами (тобто, без суттєвих фінансових впливань), як дуже незначні. Хоча це не заперечує, що резерви росту за рахунок інших методів вже вичерпані. Безперечно, вони ще є. Але кардинально й в стратегічному змаганні глобальної Індустрії 4.0 це не вирішує проблем відставання українських підприємств.

Натомість, ми бачимо іншу реакцію, та кращі шанси на ріст в 4.0 на малих та середніх підприємствах, вони більш гнучкі та можуть легше вирішувати питання фінансування. Натомість, проблема цих підприємств – це низький рівень а або відсутність спеціалістів. Вони однозначно потребують зовнішньої, кваліфікованої допомоги в побудові своїх дорожніх карт діджиталізації.

ВИКЛИК № 5: ВИСОКІ МІЖФУНКЦІОНАЛЬНІ БАР'ЄРИ

Перешкодою для успішної інтеграції виробництв є також «людський фактор» – високі крос- чи між-функціональні бар'єри всередині підприємств. Наші респонденти неодноразово вказували на ці перешкоди різних рівнів:

- Між технічною дирекцією та топ-менеджментом та власниками.
- Між керівниками АСУТП та ІТ.
- Між «цифровиками» (АСУТП та ІТ) та «нецифровиками» (технологи, фінансистами) тощо.

Відсутність консенсусу, спільного бачення та цілей щодо інтеграції виробництв призводить до «лоскутної» автоматизації зі всіма негативними наслідками:

- Відсутність єдиного бачення щодо сучасних архітектур АСУ-ІТ, які мають забезпечувати ту саму інтеграцію.
- Відповідно, саме звідси починається відсутність інвестицій в такі фундаментальні речі, як цифрова інфраструктура підприємства.
- Змагання за бюджет між ІТ-департаментами та АСУТП, й де частіше всього перемагають ІТ-шники, оскільки знаходяться «ближче» до керівництва (саме ERP забезпечує для топ-менеджменту контроль фінансових КПЕ). Це призводить до перекосів як зазначали в виклику №1 – інвестиції в ERP вже сягнули за багато мільйонів, а дані вводяться вручну – польовий рівень не автоматизований.
- Також перешкоди в баченні та спілкуванні є між CISO (кібер-

безпека) та АСУТП. Перші звикли оперувати поняттями кібербезпеки ІТ-інфраструктури, тоді як специфіка кібербезпеки в ОТ (АСУТП) та специфічні рішення тут – інші.

Подібні перешкоди долаються кількома способами як:

- Узгодження єдиних планів діджиталізації підприємства.
- Командною роботою різних департаментів.
- Введенням позиції CDO – директора по діджиталізації з відповідними повноваженнями та зонами відповідальності.

Більшість передових підприємств це добре знає, водночас топ-менеджмент не поспішає з відповідними рішеннями. Наприклад, на сьогодні в Україні позиції CDO в секторах Промисловості чи Енергетики відкриті в лічених компаніях.

Іншим методом вирішення цієї проблеми є лідерство одного з топ-менеджерів, наприклад, як це робить Інтерпайп, де куратором стратегічних проєктів по діджиталізації є директор з економіки та фінансів Денис Морозов.

Подібні показники та інтеграції стали можливими завдяки подоланню чисельних між-функціональних перешкод, запорукою якого стало лідерство топ-менеджера компанії. Це також зафіксовано в [кейсі по Інтерпайпу](#).

КОМЕНТАР ЕКСПЕРТА



Максим ТЮТЮННИК,
провідний експерт АППАУ
по Харчовій промисловості
та TOiP, коментує візит
на Інтерпайп великої групи
спеціалістів в вересні 2019

Я впервые вижу на украинском предприятии системные решения всех трех столбов производства – тех. обслуживания, качества в реальном времени и оперативного планирования. Это очень показательный пример также тесной интеграции производственных КПО с финансово-экономическими. И при помощи разработки украинского происхождения! Важно отметить также образцовую интеграцию данных со SCADA системы (Wonderware) с MES (Q-met) и далее с модулями APS и ERP от IT-Enterprise (SmartEAM и SmartFactory). Подобная интеграция, которая учитывает 22 тыс параметров от датчиков в автоматическом режиме – редкость на украинских предприятиях, и тем более в металлургии.

Як компанії реагують на цей виклик

Більшість великих компаній мають топів, які пройшли навчання по MBA, й де чимало навчають тому, як долати між-функціональні перешкоди та налагоджувати командну роботу. Також тут пропагують лідерство. На ринку є також маса інших джерел знань та впливу в цій сфері.

Тим не менше, цей виклик залишається одним з найскладнішим в українському бізнесі, й наша тема інтеграції – просто один з прикладів

цієї великої, можна навіть сказати, культурної проблеми. Українцям важко взаємодіяти та домовлятися між собою. Навички командної роботи мали б закладатись ще в Зкладах вищої освіти, але на жаль, там продовжують готувати «технарів» й дуже мало приділяють уваги навичкам комунікацій та командної роботи.

Повертаюсь до теми інтеграції виробництв, скажемо, що прикладів успішного, командного створення

дорожніх карт діджиталізації, чи окремих великих проектів в цій сфері (вертикальної інтеграції) по нашим даним, дуже мало.

Іншим свідченням цієї культурної закритості є **відсутність взаємодії, широких комунікацій та-чи хоча б активної участі директорів АСУ-ІТ підприємств в ініціативах АППАУ та Індустрії 4.0.** По-суті, головними акторами асоціації і які дбають за розвиток в Україні є **системні інтегратори та вендори, але не замовники.** Ця ситуація також кардинально відрізняється від західного світу, де саме замовники виступають лідерами змін й фінансують діяльність подібних організацій. Кілька великих активних промислових підприємств, які входять в АППАУ чи ТК 185 є радше виключенням з правила, що підтверджують

правило – замовникам «глибоко фіолетово» що і як відбувається поза межами їх підприємств. В цьому ж контексті, чимало наших експертів фіксують спротив менеджменту середньої ланки. Тобто, навіть коли топи чи менеджери управляючих компаній «за» нові зміни та перетворення, «в полях» ситуація виглядає зовсім по-іншому.

В АППАУ ми розпочали вирішувати цю проблему через активізацію роботи з підприємствами через залучення директорів АСУ-ІТ в клуб «5-ий елемент». Одна з цілей клубу – формування світогляду майбутніх CDO. Перші засідання показали необхідність та корисність такого формату спілкування. Зокрема, в 1-ому засіданні ми багато акцентували на формуванні [галузевого бачення директорів АСУ-ІТ.](#)



Погляди світових експертів на вертикальну інтеграцію в контексті Індустрії 4.0

Кіберфізична взаємодія різних підсистем неможлива без уніфікації та стандартизації. І це питання найбільш гостро проявляється в інтеграційних процесах – по вертикалі, чи горизонталі, чи інших життєвих циклах.

В західному світі існують сотні робіт та досліджень щодо тем

вертикальної інтеграції та впливу стандартів. Частіше всього ці роботи пов'язані також з розвитком систем MOM (MES, EAM, LIMS тощо), які тією самою з'єднуючою ланкою між АСУТП та ERP. Чи співпадає сучасний дискурс провідних експертів західного світу з тим, що ми ведемо в Україні? Навіть без досліджень, можна здогадатись, що

різниця буде, і значна – адже рівень зрілості ринків абсолютно різний. Але в чому конкретно ця різниця та які інсайти – напрямки дій ми можемо для себе витягти?

В якості головних джерел для бенчмаркінгового аналізу ми послуговувались роботами німецької ZVEI, яка випускає position papers по Індустрії 4.0, та 2-х провідних дослідницьких агенцій зі США – LNS Research та Aberdeen Group. Існує маса інших джерел, й також, звісно, роботи провідних вендорів. Але й цих 3-х джерел цілком достатньо щоб зрозуміти головні тренди. Вони є наступними.

Тренд № 1. Вертикальна інтеграція буде повністю базуватись на стандартах, а MOM повністю інтегрується в фреймворки Індустрії 4.0

Німецький комітет Індустрії 4.0 підготував детальний position paper «**Industrie 4.0: MES – Prerequisite for Digital Operation and Production Management**», в якому детально розкривається нинішнє та майбутнє становище MOM та роль стандарту MEK 62443. Цей документ створений у співпраці експертів Honeywell, Bosch, Rockwell Automation, ZVEI, Siemens, Emerson та багатьох інших компаній.

Якщо коротко пройтись по головним тезам цього документу, то на поверхні наступне:

- Загальний ландшайп цифрових систем керування виробництвом стає більш складним та цифровим: збільшується кількість цифрових систем, фізичні об'єкти стають більш

«розумними», зменшується кількість кваліфікованої робочої сили, а населення старіє, зростають можливості та обчислювальні потужності обробки даних, зростають вимоги до кібербезпеки.

- В цьому контексті, Індустрія 4.0 є відповіддю на чисельні виклики інтегрованого, розумного виробництва, але в чіткій відповідності до принципів.
 - 1) Стандартизація: відкриті стандарти є основою кібер-фізичної взаємодії інтегрованих, розумних виробництв.
 - 2) Керування складними системами буде базуватись на модульних принципах з'єднання фізичного та цифрового світів.
 - 3) Має бути підготовлена цифрова інфраструктура, включно з мережами та хмарними рішеннями.
 - 4) Нові архітектури мають враховувати всі вимоги щодо безпеки та кібербезпеки.
 - 5) Нові рішення змінять організацію та модель робочих місць.
 - 6) Відповідно, важливим вже стає постійне професійне навчання та тренінги.
 - 7) Єдині регуляторні (нормативно-правові) рамки покривають країни та континенти.

Стандарт MEK 62264 наводиться далі ZVEI як приклад стандартизації, й з кількома іншими він є основою моделі RAMI, яка вже частково описана в білій книзі ТК 185 по цьому стандарту, й ми не будемо повторюватись. Натомість, цікавою є аргументація ZVEI, чому MES мігрує до MOM та на які виклики

відповідає більш сучасне поняття MOM:

- 1) Цілісність та зростання обсягів даних. Доступність всіх релевантних даних, впродовж життєвого циклу й для подальшої обробки алгоритмами є однією з ключових цілей Індустрії 4.0. Сучасні MOM знаходяться на перетині всіх цих різних циклів й таким чином стають центральною ланкою для об'єднання - координації різних ланцюжків, Рис.
- 2) Зміна організаційних структур. Злиття цифрових (IT) з управлінськими завданнями змінює розподіл ролей та функцій всередині організацій. Змінений характер завдань та вимоги командної роботи, які зростають в рази не потребують дуже чіткого визначення меж зон відповідальності, як це було раніше. Натомість, розумне виробництво та Індустрія 4.0
- адресують до значно більшої модуляризації та гранулювання виробничих підприємств. Роль MOM-систем в цих нових структурах полягає в тому, щоб служити «медіаторами» між цими модульними, динамічно адаптованим виробництвом та орг. структурами.
- 3) Нові бізнес-моделі та сервіси. Зміна бізнес-моделей на сервісні також потребуватиме змін в виробництв, орг. структурах та ланцюжках цінності. На слуху у промисловців такі поняття як сервісні моделі, використання шерингових компонентів, крос-виробничі процеси тощо. Нові системи MOM мають відповідати на ці очікування.
- 4) Big Data. Кількість даних, що нестримно зростає так само накладає свої вимоги до нових MOM систем, зокрема в тому як вони надають дані до інших систем (як ERP) й наскільки ця інтеграція відповідає новим вимогам світу біг дата. А також

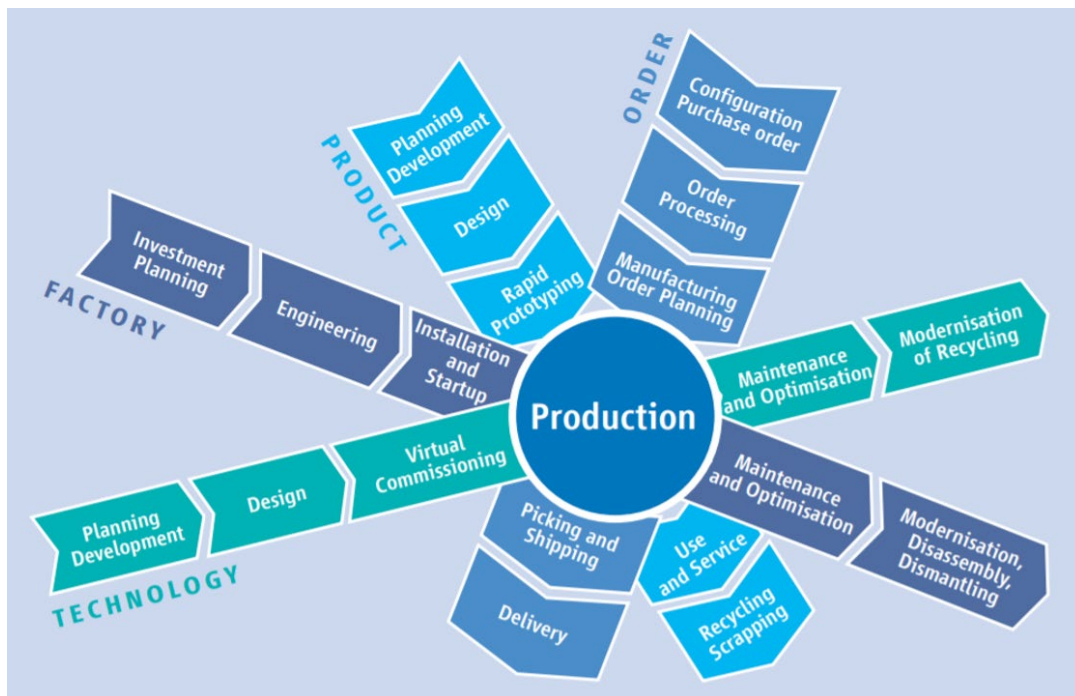


Рис. 11 Чотири життєвих цикли виробництва – технології, продукту, обладнання, замовлення

тому, наскільки інформація яка заходить в MOM підлягає правилам аналізу та обробки біг дата.

- 5) Зміна інформаційної структури. З ростом інтелекту «речей» функції MOM все частіше з'являються у вигляді частини цифрового двійника устаткування, чи навіть продукту. Тенденція інформаційного обміну поступово йде в напрямку від класичних пірамідальних структур (інтеграція систем АСУТП-MOM-ERP) до розподілених (компоненти з функціями АСУТП, MOM та ERP взаємодіють між собою безпосередньо). Це приводить до зменшення інформаційного навантаження на проміжні вузли піраміди, які по факту для великої кількості даних слугують тільки передавачами. Крім того, це зменшує ризик втрати даних

та їх дублювання. Слід також відмітити, що така розподіленість зменшує кількість додаткового апаратного та програмного забезпечення.

Документ далі приводить і ряд інших вимог – щодо зміни характеру окремих завдань MOM, керування всім виробництвом та якістю тощо. Окремий розділ присвячений структурі RAMI, де ми бачимо всі частини стандарту MEK 62264. На закінчення експерти ZVEI підкреслюють, що значення MOM в епоху 4.0 буде не зменшуватись, а зростати – мова йде вже не про просте виконання (execution) виробничих замовлень які поступають «зверху», а про повноцінне та оптимальне виконання всіх модулів, які визначені на рівні MOM.

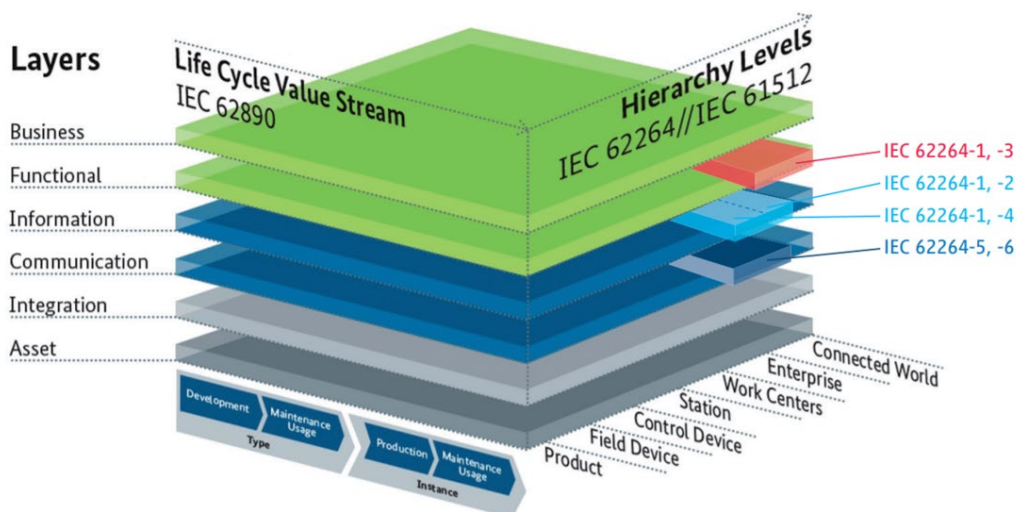


Рис. 12 Модель RAMI

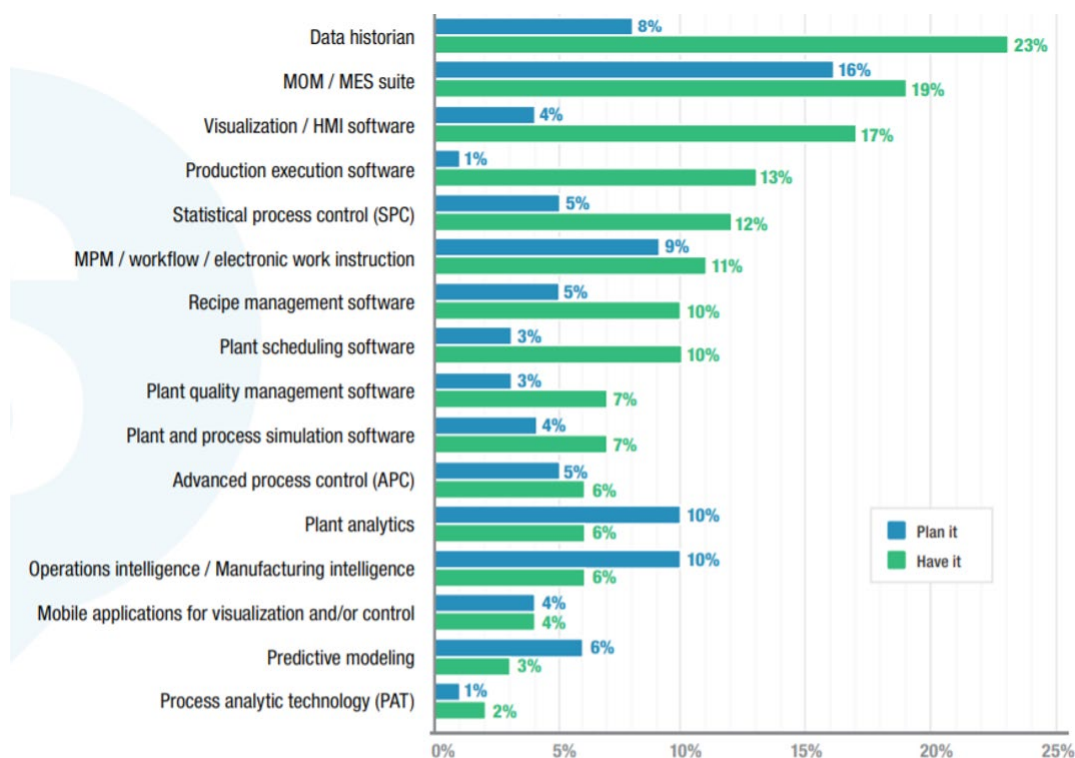


Рис. 13 Результати опитування LNS в 2016

Тренд № 2. Перехід до платформ ІІТ

Найбільш яскраво освітлює цю тему біла книга LNS «**Jumpstart Digital transformation with MES. The Road to Manufacturing Operations Maturity in the IIoT Age**» базується на опитуванні 300 респондентів в 2016 р. й наводить чимало цікавих інсайтів щодо стану в області MOM, і вертикальної інтеграції.

Перші відповіді про поточне проникнення ПЗ розвіюють сумніви щодо необхідності єдиних баз даних – в лідерах йде Data Historian і ми розуміємо, що дані туди «зливаються» з АСУТП. Але далі як бачимо, йдуть MOM-системи, й по планам придбання вони є лідерами.

Далі LNS наводить свою шкалу зрілості замовників, які впроваджують MOM. Тут ми бачимо 5 рівнів – від випадкового, й до найбільш зрілого, на якому мова йде про управління стандартами та очікуваннями. Ліва частина Рис. показує кількість проаналізованих кейсів.

Підприємства які вийшли на рівень 5 мають кращі КПЕ, наприклад по вчасній доставці вони знаходяться на позначці 90%. LNS також аналізує різні підходи до переходу MOM на нові архітектури в документі вони названі умовно «життями».

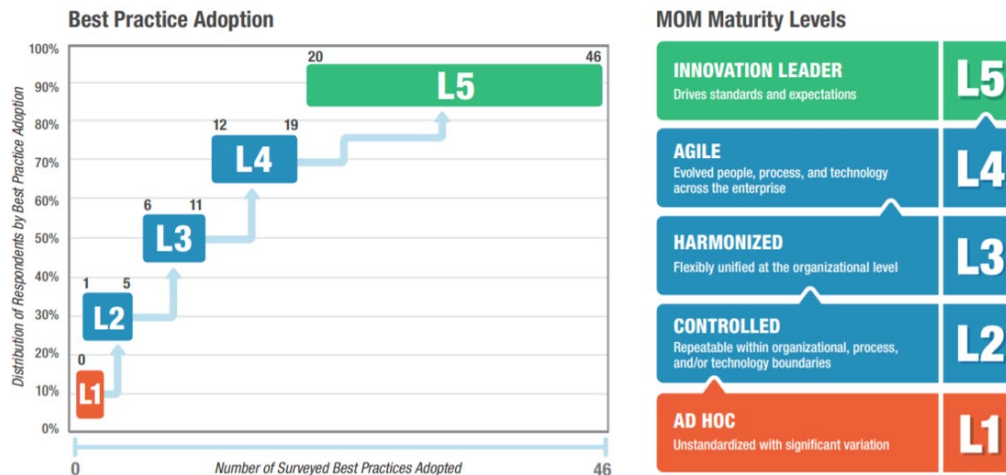


Рис. 14

Тут є цікавими наступні висновки:

- 1-ше життя: 80% підприємств взагалі немає MOM – систем *.
- В 2-му житті мова йде про монолітні MOM системи, які 100% відповідають стандарту ISA 95 (MEK 62264) й мають всі модулі. LNS при цьому зазначає, що такі речі дуже рідко можуть собі дозволити підприємства з малого бізнесу.
- В 3-му житті мова йде про cloud-based MOM – в будь-якому хмарному середовищі.
- 4-те життя – це про розподілену MOM (по різним базам).
- в 5-му житті, ми бачимо платформу ІІТ, яка містить тільки деякі застосунки MOM.

* Примітка: ці дані відрізняються від даних інших джерел – наприклад, ARC наводить цифри по 40% проникнення MES в розвинутих країнах.

- в 6-му – мова йде про повну інтеграцію MOM на ІІТ платформу.

- в 7-му мова про MOM 4.0, але де MOM як система з чіткими межами ... зникає! Власне як і розчиняються чіткі межі між ОТ та ІТ. Мова про повну цифрову трансформацію, де функції MOM стають розподіленими та інтегрованими до ще більш високого ступеню.

LNS не приводить приклад такої архітектури й ми можемо тільки здогадуватись про що мова.

Щодо характеристик або вимог до MOM, цю тему добре аналізує Aberdeen Group за посиланням. Зокрема, аналітики групи, й базуючись на опитуваннях, визначають наступні ключові вимоги до MOM.

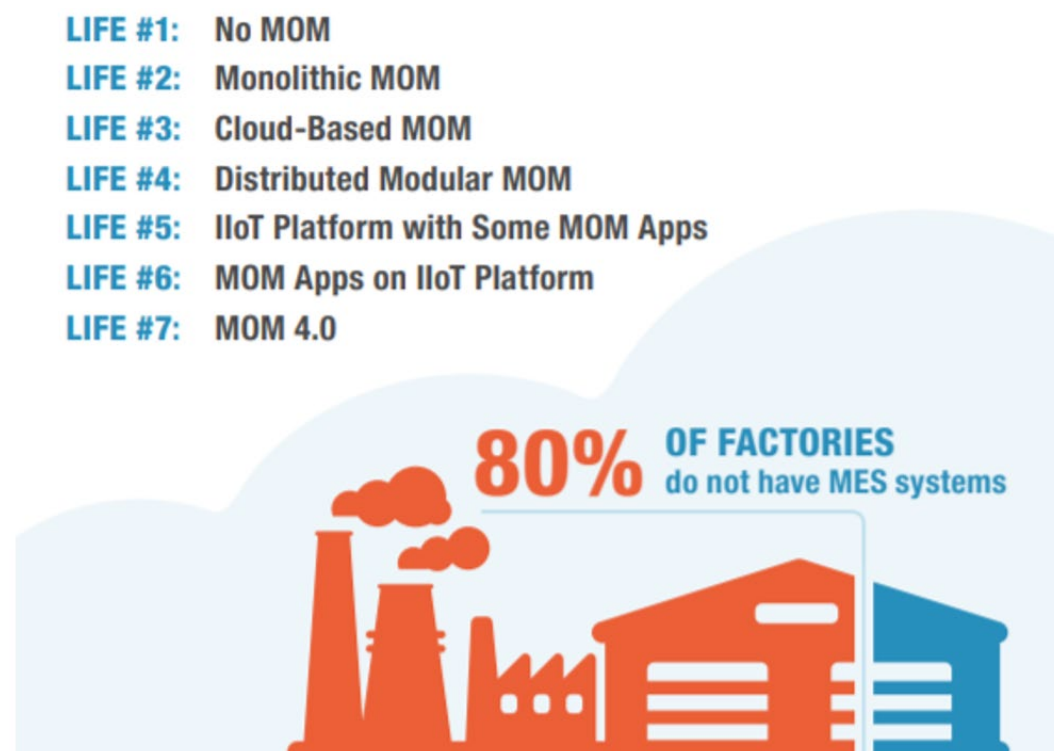


Рис. 15

MANUFACTURING OPERATIONS MANAGEMENT

Future: Integration and Collaboration Platforms

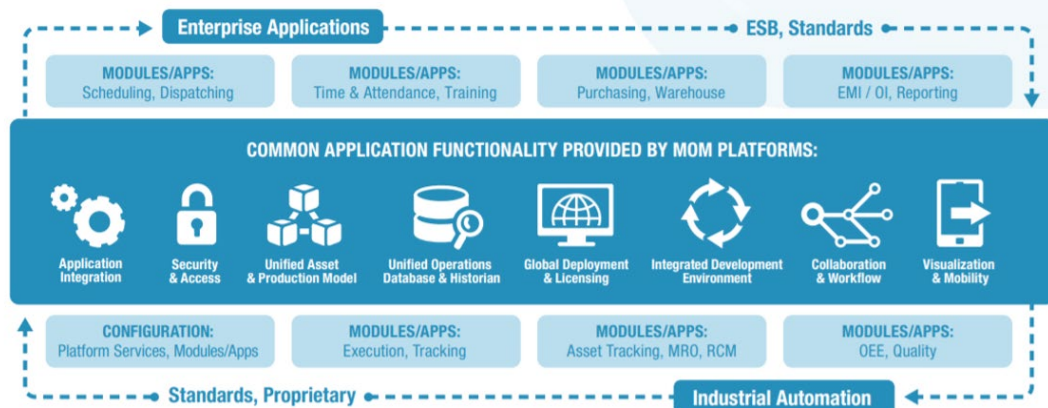


Рис. 16

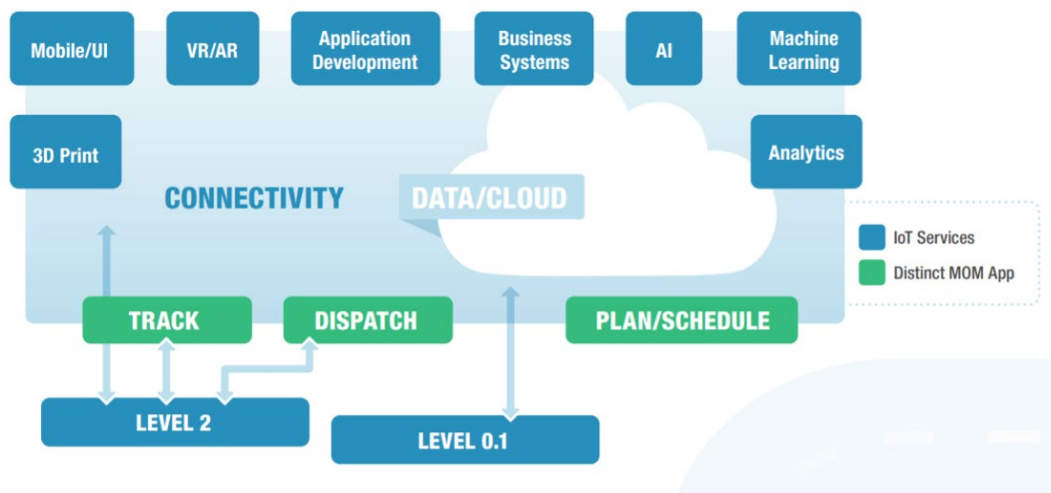


Рис. 17

- 1) Необхідність збору, агрегації даних в реальному часі. Отримання цих даних – від датчиків і в реальному часі, – може відкривати очі виробникам на багато цікавих речей. ПоТ надає в цьому суттєві переваги.
 - 2) Здатність інтегруватись з іншими системами як ERP. Не потребує коментарів.
 - 3) Можливості MOM по керуванню виробництвом та якістю. Мова про гнучкість MOM швидко реагувати на зміни зовнішнього середовища, що відображається у зміні замовлень, ритму виробництв, входження нових продуктів, нових вимог до якості тощо.
 - 4) Аналітика в реальному часі. Ця здатність є дуже цінною для виробників. Моніторинг в реальному часі широкого переліку процесів надає їм можливість вчасно реагувати та упереджувати помилки.
 - 5) Можливість міграції в хмарне середовище. Про це вже раніше достатньо сказано в роботах LNS. Тут відмітимо тільки економічні переваги такого рішення для МСБ.
 - 6) Можливість відображення даних на мобільних пристроях. Отримання даних звідусіль і в будь-який час також є стійкою тенденцією у всіх застосуваннях. Машини не можуть все-ж обходитись без людей, тому отримання даних на мобільні покращує ці відносини людей з машинами. Візуалізація даних також покращує безпеку людей та їх доступність для впливу. Aberdeen Group відзначає, що Best-in-Class – компанії з кращими операційними результатами, що впроваджують MOM/MES мають й кращі показники по всім зазначеним вище характеристикам.
- В контексті українського виклику високих між-функціональних

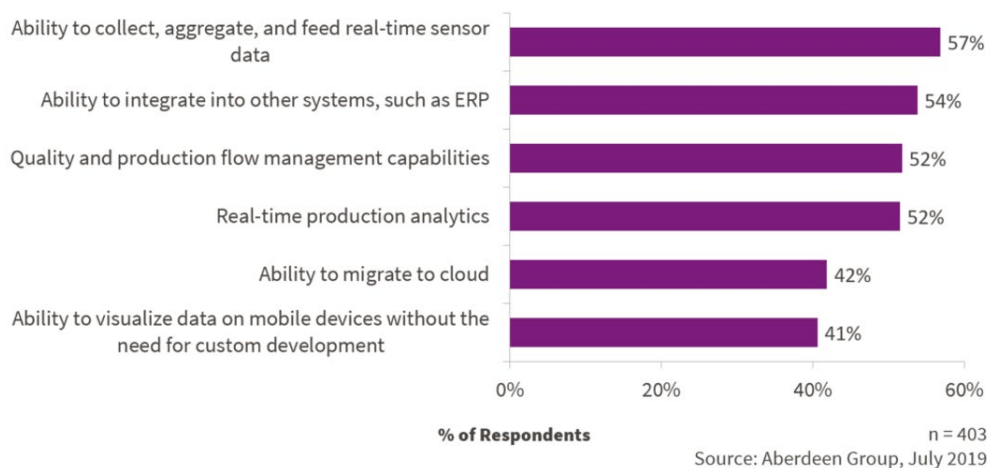


Рис. 18

бар'єрів (= низької культури співпраці) важливим є також розгляд вже не дуже нової роботи Aberdeen Group від 2010 року – бечмаркингового звіту по MOM, датованого березнем 2010, автори Mathew Littlefield та Mehul Shah. Раніше, в 2015 ми [вже робили огляд](#) цього та інших звітів Aberdeen Group, де вказували що інтеграція АСУ більш складний процес, які зачіпає не тільки технологічно – експертні здатності організацій, але й такі що стосуються:

- стандартизації процесів та вимірювання КПЕ.
- постійної крос-функціональної співпраці виробничих команд.
- управління знаннями, й зокрема, повного вирівнювання між виробничими операціями та клієнтськими замовленнями.
- управління ефективністю, включно з визначеннями КПЕ та їх візуалізацією в реальному часі.

В [тій статті від 2015](#) ми вказували, що українським організаціям варто зрозуміти, що їх рівень зрілості – це рівень «відстаючих» (в термінології Aberdeen Group) й відповідно базовими завданнями є три головні як:

- 1) Створення виконавчих комітетів, що інтегрують фахівців різних підрозділів. Головне завдання таких комітетів – розробка виробничих стратегій, визначення пріоритетів та порядку інвестицій.
- 2) Стандартизація виробничих КПЕ по всьому підприємству
- 3) Фокус на прозорості всіх виробничих процесів, що в свою чергу обумовлюється наявністю автоматизованого збору – обліку даних та їх візуалізації.



Де Україна в глобальному дискурсі про інтеграцію та MOM

Отже, ми підійшли до головного питання, «де знаходимось ми по відношенню глобального світового дискурсу про вертикальну інтеграцію в Індустрії 4.0?» . Тобто, разом – і промисловці, і розробники – інтегратори – вендори?

На поверхні, не важко помітити різницю між цими дискурсами – світовим та українським. Ми все ще на початковому рівні зрілості, й наступна таблиця це відображає.

Тема / Виклики	Україна	Західний світ
1. Базовий рівень автоматизації, автоматизований облік даних	Все ще виклик № 1	По більшості підприємств це пройшли багато років тому
2. Усвідомлення труднощів та важливості інтеграції різних підсистем АСУ	На початковому рівні навіть серед інтеграторів. А виробничники 50% просто не розуміють про що мова.	Інтеграція, це – великий РИНОК. Відповідно, потреба інтеграції усвідомлюється, є сильна конкуренція між постачальниками різних рішень
3. Стандартизація виробничих КПЕ	На початковому рівні. Лічені підприємства розуміють що таке ОЕЕ, не кажучи про багато інших	Ключові КПЕ є загальноприйнятими, мова про управління ними та оптимізацію
4. Як здійснити «цифровий стрибок»	Це виключно українське, або ширше - багатьох країн, що розвиваються й відстають. В Україні це питання ще гостріше на фоні десятилітніх недоінвестувань	Тут важливіше питання не «стрибка» (інвестиції йшли весь час), а інновацій, та цифрової трансформації, переходу на сервіс-ні моделі тощо
5. Співпраця та подолання крос-функціональних бар'єрів	Цей виклик усвідомлюється тільки окремими представниками великого бізнесу.	Підприємства давно й плідно експериментують та покращують свої практики в цій сфері
6. Перехід MOM на хмарні платформи IIoT	Рідко, хто дискутує. Низька активність вендорів по платформам IIoT	Це мейнстрим
7. Стандартизація в області інтеграції	Для 90% ринку – це абстракція	Стандарти – основа Індустрії 4.0. І це загальновизнано всіма учасниками ринку

Хоча всі ці виклики здаються різнобічними на перший погляд, всі вони пов'язані між собою. Зрозуміло, що виклик стрибка – є найбільш загальним і для всіх напрямів діджиталізації, включно з інтеграцією АСУ. Але в тому й річ, що 1-ше питання стрибка апелює до базової автоматизації та обліку, на які потрібні в масштабах країни мільярдні інвестиції.

В свою чергу, ефективне розв'язання цього питання потребує співпраці як всередині компаній (особливо, великих холдингів), так і з різними категоріями учасників ринку. Адже вибір сьогодні величезний, але головними тут є питання уніфікації та стандартизації, масштабування та тиражування – й без спільного розуміння, без спільного бачення всієї картини, спільного виставлення пріоритетів, це важко вирішити оптимально. Співпраці, особливо на рівні топів, також потребує виклик «стандартизація КПЕ». Прикро бачити, як кожне підприємство встановлює свої власні КПЕ, скопійовані частіше всього з російських джерел, замість того, щоб швидко встановити національні стандарти, і які відповідні європейським та світовим.

Якщо КПЕ – й в зрозумілих співвідношеннях між фінансово-економічними та виробничими, є точкою відліку для бізнесу, то ви неминуче маєте прийти до питань інтеграції різних підсистем (= даних). Достовірність даних, їх автоматизований облік, обробка та аналітика – лежать в основі управління КПЕ, й без повної інтеграції на рівні МОМ тут не обійтись. Фокус на КПЕ ми провидимо як приклад, – питання вертикальної інтеграції, звісно

ширші, але тема КПЕ більш зрозуміла топам підприємства.

Знову ж, який би аспект ми не взяли, й з урахуванням вкрай обмежених фінансових ресурсів, підприємства разом з інтеграторами та розробниками мали б шукати більш ефективні рішення в області МОМ. Для більшості експертів абсолютно очевидно, що стратегія «копіпасту» (однакового, що в Україні, що в інших країнах тиражування західних рішень) в наших умовах працює погано. Ми не можемо різко покращити макроекономічний чи кредитно-фінансовий рівень, що є головною причиною цього стану нашого відставання. Але ми можемо шукати більш креативні та гнучкі рішення. Бути більш інноваційними та швидкими і в цьому контексті, інновації 4.0 є більш, ніж доречними для українського ландшафту. Кілька ідей – прикладів:

- Моніторинг КПЕ доступний для окремо взятої машини (вузла) буквально за кілька сот доларів (послуга SaS) – й такі вже є на ринку.
- Є багато прикладних, дуже гнучких й значно дешевших від західних рішень місцевих виробників (як IT-Enterprise та «Індасофт Україна»).
- Є великий резерв та потенціал накопичених даних на рівні вже інсталюваних систем АСУТП, до багатьох з них можна легко застосовувати просунуті алгоритми data science (як це вже робить SoftElegance з ДТЕК).
- Постійно з'являються нові рішення в області датчиків та методів обліку нового типу, мереж, хмарних сховищ тощо (наприклад, як QRsmarty в обліку ТМЦ).

Якісна аналітика всього цього ринку інноваційних рішень, з подальшою інтеграцією у відповідні програми корпоративного рівня (як це робить, наприклад, «Метінвест-Діджитал») може бути одним з стратегічних шляхів вирішення сукупності цих викликів. Але з урахуванням 2 факторів успіху:

- Такі програми мають бути максимально доступні і для Малого та Середнього Бізнесу (МСБ, а не тільки для великих холдингів), й залучати кращих провайдерів ринку.
- Дуже важливою є їх синхронізація зі світовими трендами й тут не обійтись без кращих аналітиків в області технологій та ринкових тенденцій.

Таких центрів аналітики в Україні немає, й ми знову повертаємось до питання співпраці гравців в рамках асоціацій та інших об'єднань.

Експерти АППАУ вже працюють в цьому напрямі, пропонуючи підприємствам спільний формат галузевого розвитку – розробки галузевих дорожніх карт цифрової трансформації. Виклики які ми перелічили вище – ясно проглядають по сукупності галузей, де наші експерти вже мають напрацювання – в металургії та нафтогазі, в харчовій та переробній, в судно- та машинобудуванні, в залізниці та секторах муніципальної інфраструктури.



Наступна ітерація

Цей аналітичний звіт відображає поточні позиції експертного середовища в рамках проекту аСамрус на момент листопада 2019. Ми показали сильні сторони в просуванні спільних думок та нашого стану в рамках ТК 185-АППАУ-руху Індустрії 4.0 (й саме в такому напрямку, від більш сфокусованого зліва, до більш широкого – справа), в гуртуванні експертної спільноти, але також наші слабкі позиції, головна причина яких – у все ще слабкій здатності до кооперації та спільного вирішення ринкових проблем.

Якщо ми говоримо про наступний етап вироблення конкретних рекомендацій у виглядів гайдів (посібників) по 5 стандартам, то якими є спільні виклики – завдання для всіх 5 груп?

На нашу думку такими внутрішніми завданнями консолідації є наступні:

- 1) Розширення кола експертів – й, в першу чергу, з середовища великих міжнародних вендорів. Якщо ми апелюємо до адаптації та кращого профілювання західних практик, то хто може краще надавати ці практики, ніж глобальні бренди? Чи можна говорити про інтеграцію MOM з АСУТП без врахування позицій та інстальованого парку вендорів ОТ з одного боку, та про інтеграцію з ERP – з вендорами ІТ, з іншого? Наразі, їхня позиція щодо зазначених вище викликів невідома. Поки що, їх продуктові менеджери та бізнес-девелопери провідних брендів ведуть себе вкрай пасивно та ізолювано. Вони майже відверто ігнорують

запрошення ТК 185 та АППАУ на зібрання експертів з питань зазначених вище. Їх позиція зводиться виключно до питань продажу. Але як можна продавати просунуті рішення в середовищі на початковому рівні зрілості, і яке до того ж, не забезпечене фінансовими ресурсами? Питанням продажу передують спільні зусилля про просвіті та освіті, введенню стандартів, тренінгам та загальному «розігріву» ринку, впливу на перших осіб. Й ці питання можна в рази швидше вирішувати, але коли діяти спільно.

- 2) Активізація технічних дирекцій великих компаній. Ми вже маємо в проекті участь та підтримку великих промислових брендів як ДТЕК, Метінвест-Діджитал, Інтерпайп, «Данон-Україна», окремих підрозділів НАК Нафтогазу тощо. Але водночас, інколи важко зрозуміти чи ця підтримка є приватною ініціативою окремих менеджерів, чи це дійсно позиції відповідних дирекцій. Звісно, для серйозної розмови та продовження нам потрібна 100%, консолідована позиція дирекцій. З відповідальним ставленням щодо надання інформації, та залученням відповідних менеджерів з різних підрозділів. Тільки так можна говорити про повне узгодження та консолідацію зусиль навколо спільних викликів.
- 3) Краща консолідація та профілювання здобутків всередині вже існуючих команд, та їх взаємодія між собою. В цьому звіті мова йшла більше всього про 3 стандарти вертикальної інтеграції – МЕК 61512, МЕК 62264.

та ISO 22400. Але очевидно, що неможливо говорити про інтегровані сучасні архітектури без розгляду питань кібер-безпеки. Так само неможливо ігнорувати в подібних рішеннях для багатьох об'єктів критичної інфраструктури питання функційної безпеки. З огляду на створення нової робочої групи при АППАУ – по кібер-безпеці ОТ (разом з «Шнейдер Електрик», «Октава кібербезпека», BDO, Red&Blue team, Softprom by ERC та іншими гравцями ринку), слушно виглядає їх позиція, що питання інтегрованих систем АСУ мають включати відповідні рішення по кібербезпеці.

Отже, в питаннях розгляду нових архітектур для різних типів застосувань та масштабів на платформах ІоТ, фахівці мають досягти консенсусу з урахуваннями вимог безпеки.

ТК 185 та керівництво АППАУ відкриті до інших пропозицій щодо співпраці – запрошуємо експертів приєднуватись до наших ініціатив та активно впливати на розвиток ринку промислових АСУ-ІТ.

IEC 61512

Стандарт керування
порційним виробництвом:
сучасний стан та перспективи в Україні



Основні
положення
стандарту



Огляд
завдань
та проблем



Досвід
використання
стандарту

IEC 62443

Кібербезпека індустріальних систем



Основні
положення
стандарту



Огляд
завдань
та проблем



Досвід
використання
стандарту

IEC 61508

Функційна безпека індустріальних систем



Основні
положення
стандарту



Огляд
завдань
та проблем



Досвід
використання
стандарту

ISO 22400

Виробничі КПЕ:
Актуальний стан та перспективи
розвитку в Україні



Основні
положення
стандарту



Огляд
завдань
та проблем



Досвід
використання
стандарту

МЕК 62264

**ІНТЕГРУВАННЯ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ
ПІДПРИЄМСТВОМ ТА ВИРОБНИЦТВОМ
СУЧАСНИЙ СТАН ТА СТАНДАРТИ**



Основні
положення
стандарту



Огляд
завдань
та проблем



Досвід
використання
стандарту

INTERPIPE

Курс на Индустрию 4.0

— Benchmarking Case Study —



INTERPIPE

АППАУ

ТК	185
ПРОМИСЛОВА АВТОМАТИЗАЦІЯ	

Документ підготовлено в рамках проекту «Підтримка рамкових умов для торгівлі в Україні», який виконує Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH та фінансується Урядом Німеччини. Зміст публікацій є виключною відповідальністю їх авторів та не може сприйматись як такий, що відображає погляди Deutsche Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.