



КОМПЛЕКСНА ПРОПОЗИЦІЯ щодо поетапного впровадження системи управління активами САКУРА-АРМ



Цей проєкт отримав фінансування від програми досліджень та інновацій Європейського Союзу Horizon 2020 в рамках проєкту BOWI, що фінансується за грантовою угодою № 873155



Анотація

Даний документ описує етапи та їх зміст щодо розгортання системи САКУРА-АРМ для комплексу агропромислових підприємств.

Даний документ є копією реальної бізнес-пропозиції з якої виключена конфіденційна інформація щодо вартості і термінів робіт.

В свою чергу пропозиція, окрім опису робіт щодо безпосередньо розгортання САКУРА-АРМ роботи щодо попередньої модернізації наявних АСУ ТП.

Abstract

This document describes the stages and their scope for developing the SAKURA-ARM system for a complex of agro-industrial enterprises.

This document is a copy of the real business proposition with the emphasis on confidential information about the cost and terms of work.

In my line of proposition, let's describe the work of how the SAKURA-ARM works without being in the middle of the throat and about the forward modernization of the existing automated process control systems.

САКУРА-АРМ – це Asset Performance Management система, яка призначена для керування ефективністю виробничих активів на основі технологій інтернету речей четвертої промислової революції (Industry 4.0).

Термін «активи» означає будь-яке виробниче обладнання – як обладнання, яке забезпечує життєдіяльність підприємств (енергомережі, підстанції, котли, компресори, ...) так і те, яке здійснює переробку і випуск продукції (печі, верстати, дозатори, лінії розливу чи пакування, тощо).

САКУРА-АРМ містить два основних компоненти:

- 1. Система керування виробництвом, спрямована на операційну ефективність (Operational Excellence).**
- 2. Технічне обслуговування і Ремонт (ТОiP)**

Зниження операційних витрат досягається завдяки кращій надійності активів, подовженню їх термінів експлуатації (життєвого циклу), зменшенню вартості впровадження та експлуатації.

САКУРА-АРМ забезпечує вертикальну інтеграцію виробничих систем підприємств (підприємства) в єдину інформаційну систему і відповідає за контроль технологічних процесів, контроль і аналіз енергоспоживання, контроль і аналіз ефективності використання обладнання та контроль продуктивності виробничих процесів і виконує наступні функції:

- ❖ Всебічний контроль протікання технологічних процесів на виробництві в режимі реального часу.
- ❖ На основі аналізу великих об'ємів даних оптимізація технологічних уставок і затримок, формування рекомендацій по підвищенню продуктивності виробництва.
- ❖ Розрахунок і аналіз енергоефективності обладнання, технологічних операцій і виробництва в цілому, формування зведених і порівняльних графіків і таблиць енергоефективності за обрані проміжки часу та в різних режимах експлуатації.
- ❖ Контроль роботи персоналу, блокування та недопущення помилок і аварійних ситуацій.
- ❖ Контроль і аналіз продуктивності роботи персоналу поосібно, позмінно; планування виробничих змін і контроль розстановки персоналу у відповідності до рівня підготовки.
- ❖ Планування і контроль проведення технічного обслуговування та ремонтів обладнання.
- ❖ Облік напрацювання та споживання обладнанням енергоресурсів, облік і планування використання запасних частин та матеріалів при проведенні ТО та ремонтів.

САКУРА-АРМ гарантує зниження енергоспоживання обладнання підприємства, підвищення енергоефективності технологічних процесів, зниження супутніх виробничих витрат, збільшення термінів служби обладнання.

Модулі САКУРА-АРМ



Модуль ХОЛДИНГ

Візуалізація зведеної, порівняльної, детальної та аналітичної інформації, що надходить від підприємств холдингу, формування та аналіз інформації про кількість і якість продукції, енергоємність та енергоефективність технологічних процесів підприємств холдингу.

Модуль ПІДПРИЄМСТВО

Візуалізація зведеної, порівняльної, детальної та аналітичної інформації підприємства, формування та аналіз інформації про кількість і якість продукції, енергоємність та енергоефективність технологічних процесів підприємства.

Модуль ТОІР

Планування та контроль технічного обслуговування та ремонтів на підприємствах холдингу. Основними видами інформації є відомості про роботу обладнання, енерговитрати, використання запасних частин і матеріалів при обслуговуванні та ремонті.

Модуль ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ

Вимірювання і аналіз споживання основних видів енергії кожною одиницею обладнання, технологічною групою та підприємством у цілому.

На основі отриманих даних здійснюється розрахунок енергетичної ефективності обладнання та технологічних операцій.

Етапи впровадження САКУРА-АРМ

Етап 1:

Уніфікація виробництва і розгортання базових сервісів САКУРА-АРМ

- Поєднання окремих ділянок виробництва в єдиний програмний проект
- Монтаж пристроїв контролю енергоспоживання енергоємного обладнання
- Розгортання базових сервісів САКУРА-АРМ



- ❖ Єдиний інженерний центр контролю і управління виробництвом на єдиній програмній основі

Етап 2:

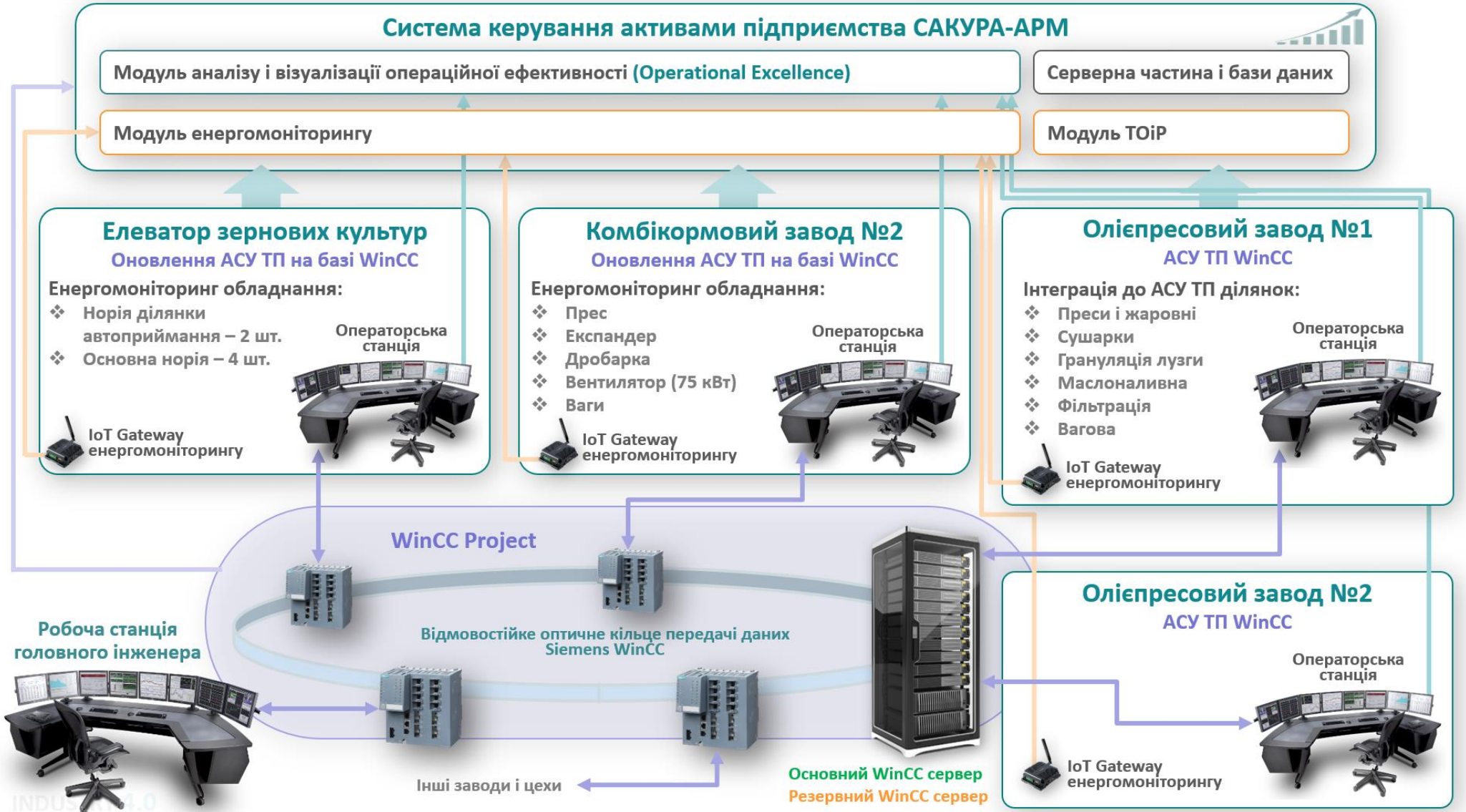
Розгортання основних сервісів САКУРА-АРМ

- Сервіси контролю роботи кожної одиниці обладнання
- Сервіси аналізу та контролю роботи технологічних ліній і виробництв
- Сервіси оцінки енергоефективності технологічних процесів
- Сервіси аналізу та оцінки ефективності виробництва
- Програмне забезпечення контролю технічного обслуговування і ремонту



- ❖ Повна інформаційна картина виробництва
- ❖ Оптимізація ефективності технологічних процесів і зниження виробничих витрат
- ❖ Зниження енергоспоживання
- ❖ Зменшення ролі людського фактора
- ❖ Зростання продуктивності виробництва

План модернізації і уніфікації виробництва



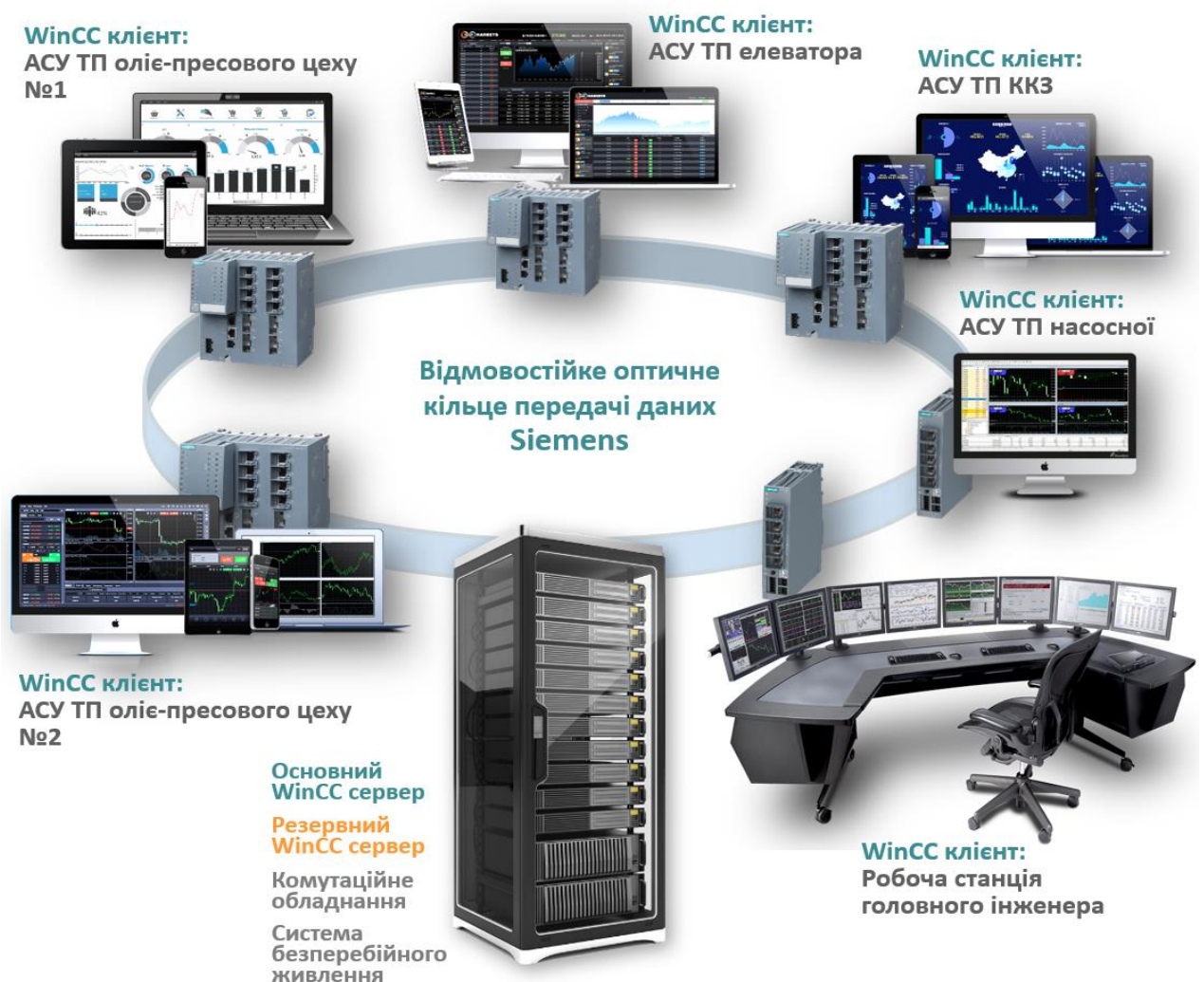
Маршрутна карта впровадження технологій

Етап 1: Уніфікація виробництва і розгортання базових сервісів САКУРА-АРМ

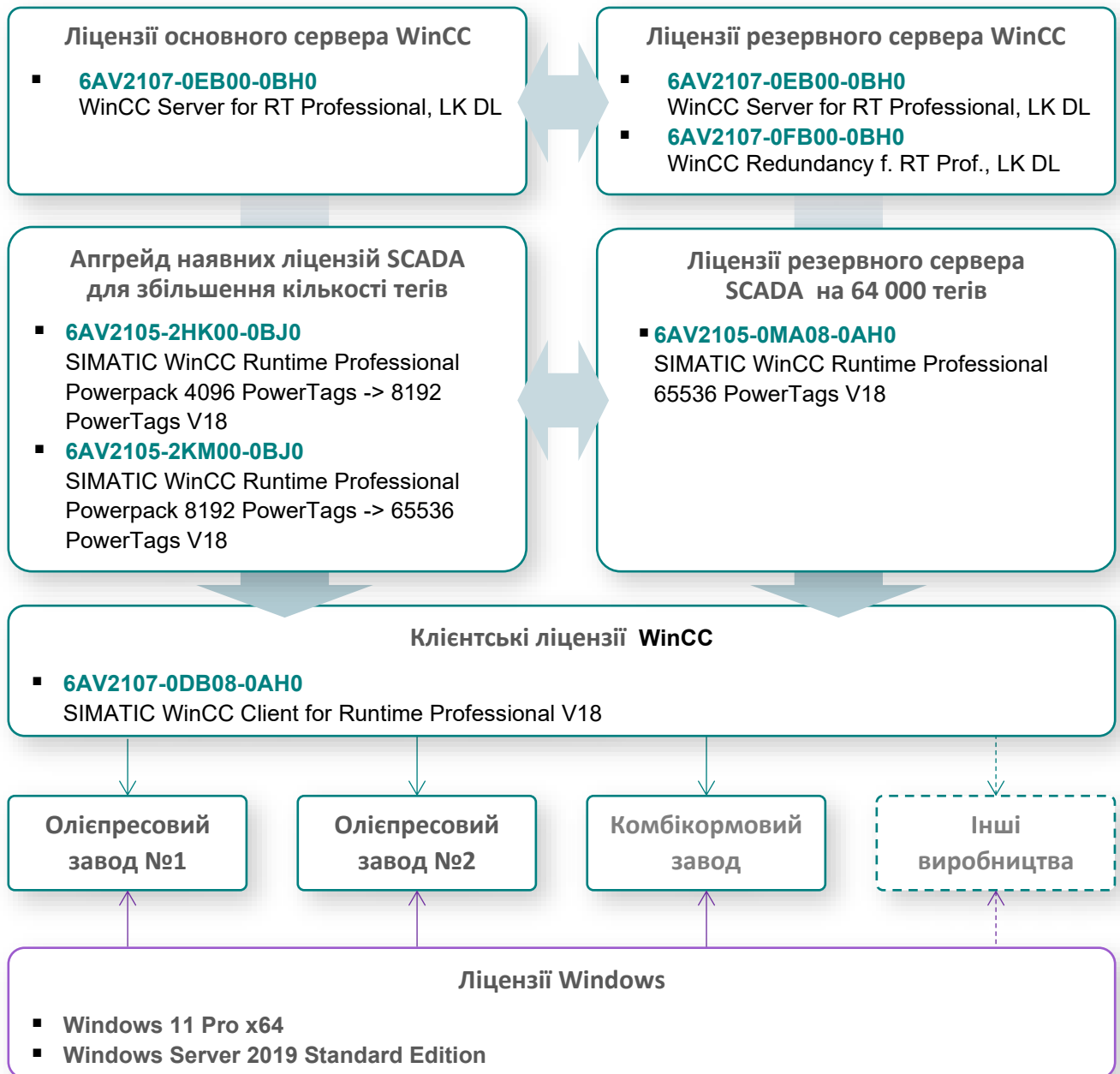
1. Уніфікація виробництва на основі рішень Siemens SIMATIC WinCC

В ході етапу проводяться роботи щодо встановлення серверної стійки з резервованим сервером Simatic WinCC, що є загальносвітовою нормою організації управління технологічним обладнанням і має наступні переваги:

- ❖ Значне підвищення надійності та відмовостійкості виробництва;
- ❖ Уніфікація SCADA систем розріднених виробництв на єдиній платформі WinCC;
- ❖ Контроль і діагностика виробництва та технологічних процесів з єдиної робочої станції головного інженера;
- ❖ У разі відмов або поломок можливість резервного управління з будь-якого робочого місця будь-яким технологічним процесом у відповідності до наданих прав доступу;
- ❖ Концентрація технологічних даних в єдиних спільних для всіх виробництв базах даних;
- ❖ Концентрація, формування і аналіз технологічних даних будь-якого процесу на будь-якій ділянці виробництва;
- ❖ Відсутність потреби взаємодії з багатьма контрагентами, достатньо мати штатного програміста або компанію-партнера для вирішення більшості поточних проблем з робочого місця єдиної інженерної станції.



Структура необхідних ліцензій Siemens SIMATIC WinCC



Описаний варіант застосування технологій і ліцензій дозволить побудувати базис для уніфікації виробництва на єдиній апаратній і програмній платформі, максимально підвищити надійність управління і контролю виробництвом, об'єднати і покращити ефективність взаємодії різних виробництв і заводів виробничого комплексу, створити і використовувати єдині бази даних. Це разове капіталовкладення, яке призведе до значного зниження виробничих витрат пов'язаних з управлінням і контролем виробництва. Подальше підключення і модернізація нових виробництв (заводів) до єдиної платформи потребуватиме лише придбання недорогих клієнтських ліцензій та комутаційного мережевого обладнання.

Створена єдина база виробничих і технологічних даних забезпечить мінімізацію фінансових та часових затрат на підключення зовнішніх систем і сервісів таких як TOiP, бухгалтерських і економічних сервісів. Окрім того такий підхід значно спрощує і знижує вартість інсталяції системи TOiP, так як значна частина операцій TOiP реалізується безпосередньо в SCADA управління виробництвами і використовується єдині бази даних роботи обладнання.

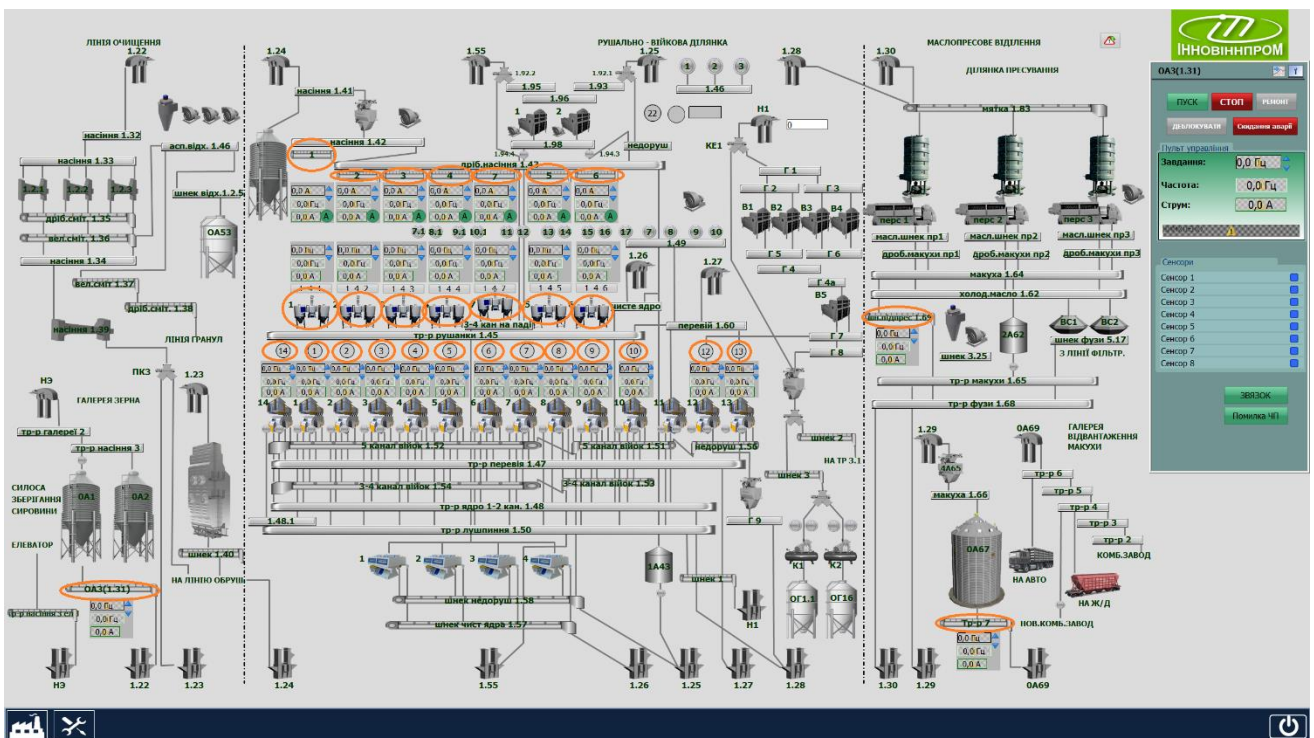
2. Поєднання окремих ділянок виробництва в єдиний програмний проект Siemens SIMATIC WinCC

В ході етапу виконуються роботи щодо уніфікації роздільних програм управління технологічним обладнанням в єдиний проект Siemens Simatic WinCC олієпресового заводу №1. При цьому передбачається використання наявного обладнання і інтеграція програмного коду в єдиний проект з мінімальними змінами. Це дозволить відмовитися від великої кількості нерезервованих ПК та різноманітного мережевого обладнання передачі даних, значно підвищить надійність системи та знизить вартість її експлуатації та обслуговування.

В ході етапу до єдиного проекту інтегрується програмне забезпечення SCADA пресів і жаровень, сушарок.

Перелік робіт:

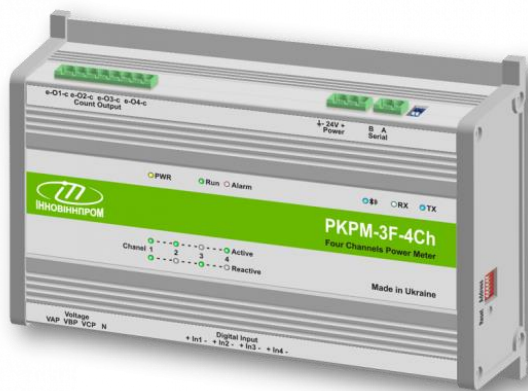
1. Інтеграція до єдиного проекту SCADA Siemens Simatic WinCC олієпресового заводу №1 програмне забезпечення наступних окремих ділянок:
 - Програмне забезпечення SCADA пресів і жаровень;
 - Програмне забезпечення SCADA сушарок.
2. Інтеграція до єдиного проекту SCADA Siemens Simatic WinCC олієпресового заводу або розробка програмного забезпечення на стандартизованих мовах програмування програмного забезпечення наступних ділянок:
 - Вагові;
 - Фільтраційні;
 - Маслоналивні.



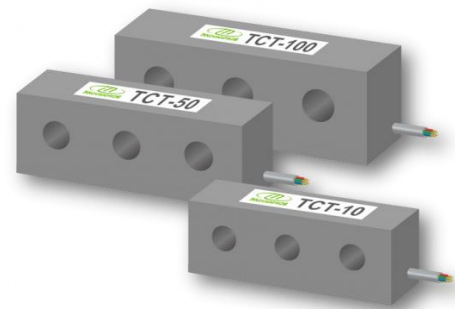
3. Монтаж пристроїв контролю енергоспоживання енергоємного обладнання

В ході етапу продовжуються роботи щодо уніфікації роздільних програм управління технологічним обладнанням в єдиний проект Siemens Simatic WinCC олієпресового заводу №1. При цьому передбачається використання наявного обладнання і інтеграція програмного коду в єдиний проект з мінімальними змінами. Це дозволить відмовитися від великої кількості нерезервованих ПК та різноманітного мережевого обладнання передачі даних, значно підвищить надійність системи та спростить її експлуатацію та обслуговування.

Також здійснюється монтаж пристроїв контролю параметрів енергоспоживання, які передбачають вимірювання активних, реактивних і повних, струму, потужності і енергії з дискретністю передачі даних не більше однієї секунди для забезпечення контролю потужних механізмів на елеваторі зернових культур, олієпресовому заводі №1 і комбикормовому заводі. При цьому підключення до системи обладнання елеватора зернових культур і комбикормового заводу №2 здійснюється по бездротових технологіях, а на олієпресовому заводі через ПЛК і SCADA Siemens Simatic WinCC.



Прилад індикації параметрів електричної мережі ПКПМ-3Ф4К призначений для контролю електричних параметрів в чотирьох джерелах трифазної електричної мережі 380В 50Гц. Прилад здійснює контроль активної/реактивної/повної енергії, діючих значень напруги і струму в фазах кожного з чотирьох каналів трифазної електричної мережі.

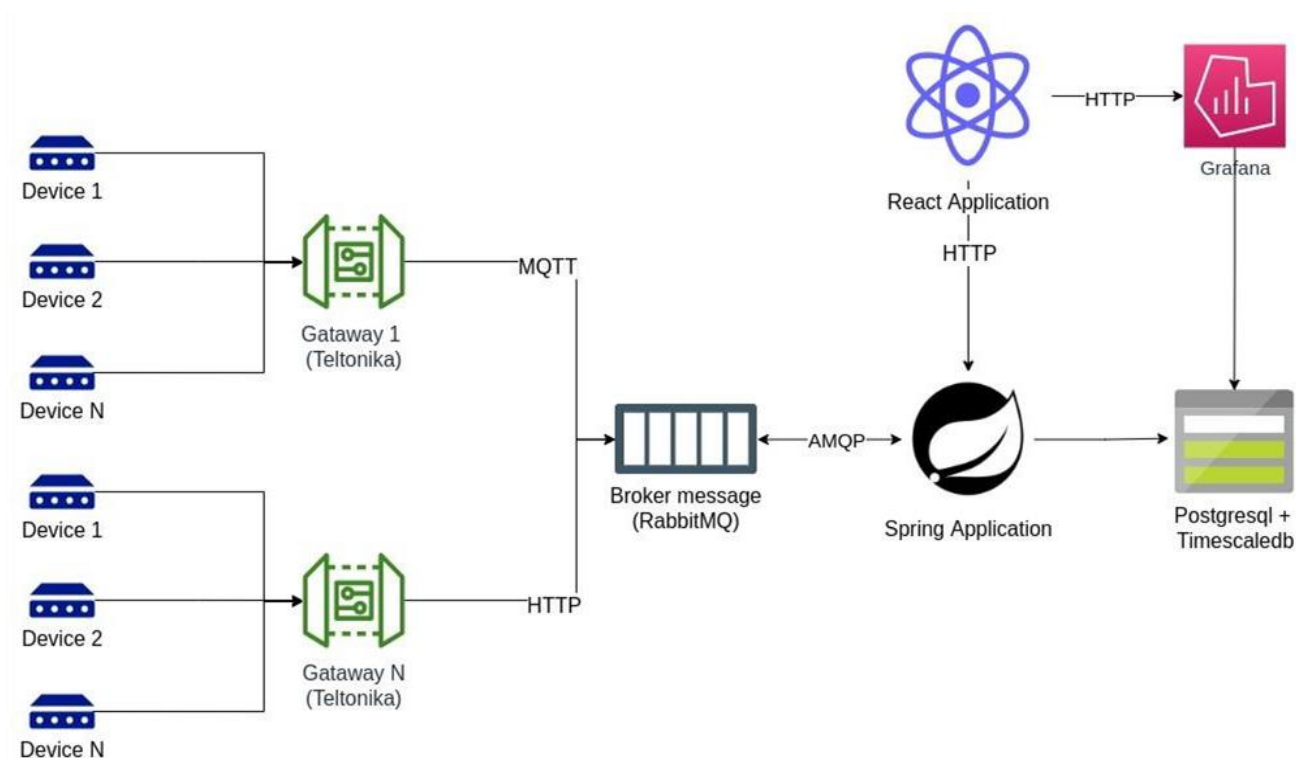


Вимірювальні трифазні трансформатори серії ТСТ призначені для сумісного використання з приладом індикації параметрів електричної мережі ПКПМ-3Ф4К в складі систем технологічного обліку електроенергії, систем контролю та аналізу енергетичних параметрів,

4. Розгортання базових сервісів САКУРА-АРМ

В ході етапу проводяться роботи по розгортанню платформи (PaaS) **САКУРА-IIoT**:

- ❖ Розгортання брокера повідомлень RabbitMQ для взаємодії із Gateway;
- ❖ Розгортання бази даних PostgreSQL;
- ❖ Розгортання серверного додатку, який базується на фреймворку Spring;
- ❖ Розгортання клієнтського додатку, який базується на фреймворку React;
- ❖ Розгортання інструменту візуалізації даних Grafana;
- ❖ Розгортання Jenkins, що забезпечує CI/CD для майбутнього автоматизованого розгортання серверного та клієнтського додатку.



Розгортання сервісів проводиться на ресурсах замовника або обраного замовником провайдера послуг IaaS.

Маршрутна карта впровадження технологій

Етап 2: Розгортання основних сервісів САКУРА-АРМ

1. Сервіси контролю роботи кожної одиниці обладнання Модуль Енергомоніторинг

Модуль забезпечує відображення усієї доступної інформації про роботу кожної одиниці обладнання. Модуль надає можливість аналізу роботи обладнання та ефективності його використання в виробничих процесах.



Параметри, що відображуються при умові використання контрольного обладнання виробництва ІННОВІННПРОМ:

- перелік обладнання;
- час включення/виключення обладнання;
- тривалість роботи;
- сумарна спожита активна, реактивна і повна енергія за обраний період часу;
- коефіцієнт навантаження обладнання;
- активна, реактивна і повна потужність;
- активний, реактивний і повний струм по кожній фазі;
- коефіцієнт потужності (cosφ) в кожній фазі;
- напруга в кожній фазі;
- активна, реактивна, повна енергія;
- споживання газу (для сушильного обладнання).

Користувач має можливість змінювати розміри і кількість екранних вікон, застосовувати фільтри відображення певних параметрів, обирати дату і період відображення.

Дискретність вимірювання даних – не більше 20 мс (при використанні [обладнання виробництва ІННОВІННПРОМ](#)).

Дискретність передачі оброблених даних до бази даних – не більше 1 с (може бути зменшена за рахунок збільшення кількості шлюзів передачі даних).

В ході етапу проводяться наступні роботи:

- ❖ Корегування та внесення до системи списку обладнання, яке забезпечене засобами моніторингу електричних параметрів;

- ❖ Внесення до системи параметрів обладнання, дані споживання енергії якого будуть розраховуватись математичним способом;
- ❖ Побудова багаторівневої ієрархічної інтерактивної таблиці обладнання;
- ❖ Внесення до системи даних про належність обладнання до технологічних маршрутів та ліній, а також даних про алгоритми роботи обладнання в маршрутах;
- ❖ Налаштування режимів відображення параметрів обладнання;
- ❖ Реалізація цифрових двійників обладнання, які будуть використовуватися в якості еталонів для аналізу роботи обладнання;
- ❖ Розробка алгоритмів контролю і аналізу роботи для типових груп обладнання, а також кожної одиниці обладнання окремо.

2. Сервіси аналізу та контролю роботи технологічних ліній і виробництв Модуль Енергоефективність

Аналітичний модуль Енергоефективність забезпечує обробку і узагальнення інформації про ефективність, у т.ч. енергоефективність використання як окремих одиниць обладнання так і технологічних ділянок (маршрутів).

Маршрут	Ваг	Із	Трив	Зупинка	Трив	Час р	Операції	Культура	Вага	WP	WQ	WS	Енергія	
1	2	АВТОПРИЕМ N	11:22	11:27	22/01/2021 13:45	0:23	Переміщення,Автоприй	Невизначено	0	13,265	20,113	25,284	0.0	
1	1	АВТОПРИЕМ N	1	2	3	4	5	6	7	11:30:5				
1	1	АВТОПРИЕМ №1	БункерВУ 1.1	21/01/2021 14:13	1:26	21/01/2021 14:33	0:20	Переміщення,Автоприй	Невизначено	0	12,022	16,367	21,127	0.0
1	2	АВТОПРИЕМ №1	БункерВУ 3.1	21/01/2021 13:11	1:9	21/01/2021 13:34	0:22	Переміщення,Автоприй	Невизначено	0	10,920	16,808	20,934	0.0
1	1	АВТОПРИЕМ №1	БункерВУ 1.1	20/01/2021 14:45	1:28	20/01/2021 15:12	0:27	Переміщення,Автоприй	Невизначено	0	13,686	25,217	30,129	0.0
6	2	БункерНУ 1.1	БункерВУ 5.4	20/01/2021 13:34	0:59								0.0	
1	1	АВТОПРИЕМ №1	БункерВУ 1.1	20/01/2021 12:58	1:26								0.0	
6	2	БункерНУ 1.1	БункерВУ 5.3	20/01/2021 08:14	1:59								0.0	
1	2	АВТОПРИЕМ №1	БункерВУ 3.1	15/01/2021 12:29	1:9								0.0	
2	5	АВТОПРИЕМ №2	БункерВУ 2.4	15/01/2021 12:20	1:28								0.0	
1	2	АВТОПРИЕМ №1	БункерВУ 3.1	13/01/2021 13:24	1:9								0.0	
5	5	БункерНУ 3.1	БункерВУ 1.1	13/01/2021 12:43	2:0								0.0	
11	2	БункерНУ 2.4	БункерВУ 5.1	11/01/2021 11:22	1:51								0.0	
11	1	БункерНУ 2.4	БункерВУ 5.1	11/01/2021 08:36	1:49								0.0	
11	2	БункерНУ 2.4	БункерВУ 5.2	11/01/2021 06:25	1:52								0.0	
11	2	БункерНУ 2.4	БункерВУ 5.2	06/01/2021 11:44	1:51								0.0	
3	1	ЖД вилучення	БункерВУ 2.4	06/01/2021 09:07	1:4								0.0	
11	1	БункерНУ 2.4	БункерВУ 5.2	06/01/2021 06:22	1:59	06/01/2021 08:46	2:23	Переміщення,Залізничн	Невизначено	0	66,145	121,149	145,823	0.0

Модуль отримує дані як від САКУРА-ІІОТ про споживання основних енергоносіїв, так і дані від наявних на підприємстві систем обліку кількості і якості продукції (наприклад САКУРА-Виробництво, 1С-Елеватор та інш.) про кількість (вагу) продукції, а також дані від АСУ ТП про роботу технологічних ліній (маршрутів переміщення зернопродуктів на елеваторах) і роботу обладнання.

На основі даних про кількість і якість продукції та споживання основних енергоносіїв модуль здійснює обрахунок енергоефективності технологічних операцій в режимі реального часу, та формує звіти за визначений період (зміну, добу, місяць, квартал, рік і т.п.).

У випадку відсутності можливості отримати дані про кількість переміщеного зернопродукту по певному технологічному маршруту модуль виконає розрахунок кількості продукту по коефіцієнту навантаження ключового обладнання маршруту (норій і транспортерів). Також передбачається можливість ручного вводу даних (доступ до ручного вводу даних оговорюється на етапі формування технічного завдання).

Дані надаються у вигляді інтерактивних таблиць і графіків. Користувач має можливість змінювати розміри і кількість екранних таблиць, розміри і розташування колонок, приховувати колонки, сортувати дані за обраними ознаками, застосовувати фільтри відображення певних параметрів, обирати дату і період відображення.

Принцип оцінювання енергоефективності технологічних операцій на підприємстві полягає у вимірюванні кількості затрачених енергоресурсів на виконання технологічних

операцій з переміщення, сушіння, відвантаження відомої кількості зернопродуктів і на основі отриманих даних розрахунок коефіцієнту енергоефективності.

Вимірювання кількості затрачених енергоресурсів здійснюється шляхом отримання даних зі штатної приводної техніки (частотних приводів і плавних пусків) і лічильників енергоресурсів (електроенергії, газу, тепла) та додатково встановлених на кожному механізмі приладів вимірювання електричних параметрів.

Вимірювання кількості переміщених зернопродуктів здійснюється шляхом отримання даних з Системи кількісного і якісного обліку зернових, наприклад, «САКУРА-Виробництво» ІННОВІНПРОМ або іншої штатної системи підприємства і даних від наявних на підприємстві ваг та встановленням потокових витратомірів на вході кожного вертикального транспортера (норії).

Також можливий варіант приблизного розрахунку (з точністю 5%) за даними розрахунку коефіцієнту потужності ($\cos\phi$) навантаження норій.

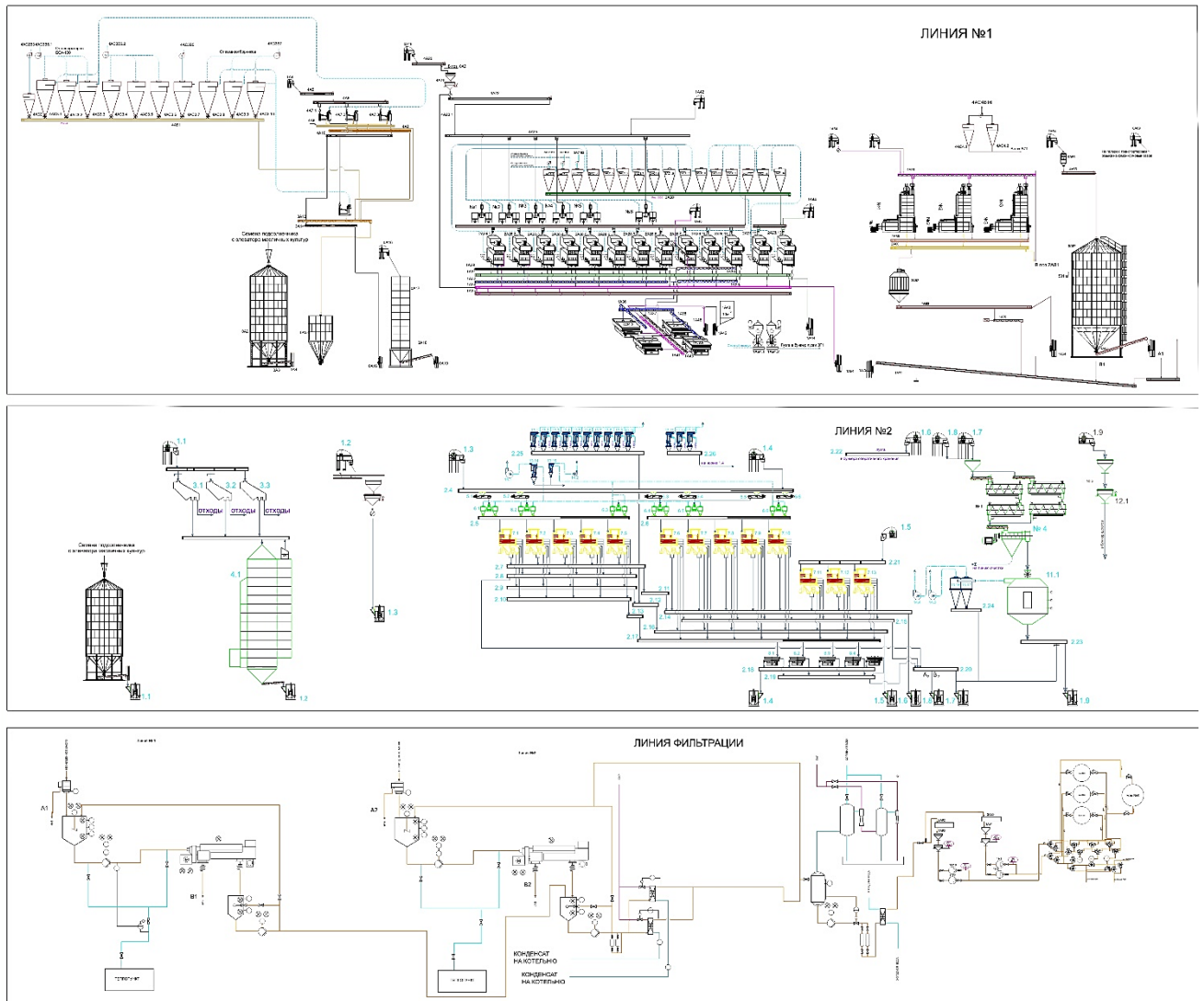
В ході етапу виконуються роботи з аналізу оптимальності роботи технологічних ліній і виробництв та їх взаємодії, визначаються вузли які критично впливають на продуктивність виробництва:

- ❖ Організація отримання в єдину базу даних від раніше непов'язаних програмно технологічних маршрутів, ділянок, ліній, виробництв;
- ❖ У разі потреби встановлення додаткових gateway та інш. пристроїв збору даних, мережевого обладнання обміну даними між контролерами технологічних ліній та АСУ ТП виробництв;
- ❖ Вибір ключових показників роботи маршрутів;
- ❖ Розробка цифрових двійників технологічних маршрутів;
- ❖ Побудова і узгодження з таблиць і графіків;

3. Сервіси оцінки енергоефективності технологічних процесів

Головним завданням даного етапу є розробка та реалізація алгоритмів аналізу енергоефективності виробництва в цілому, а також енергоефективності роботи кожної одиниці обладнання в складі технологічних маршрутів, ділянок, ліній, виробництв окремо.

На первинному етапі розгортаються наявні в базовій версії **SAKURA-APM** алгоритми, залежності та засоби їх аналізу і візуалізації. Далі спільно з замовником вносяться уточнення алгоритмічну та візуальну частину.

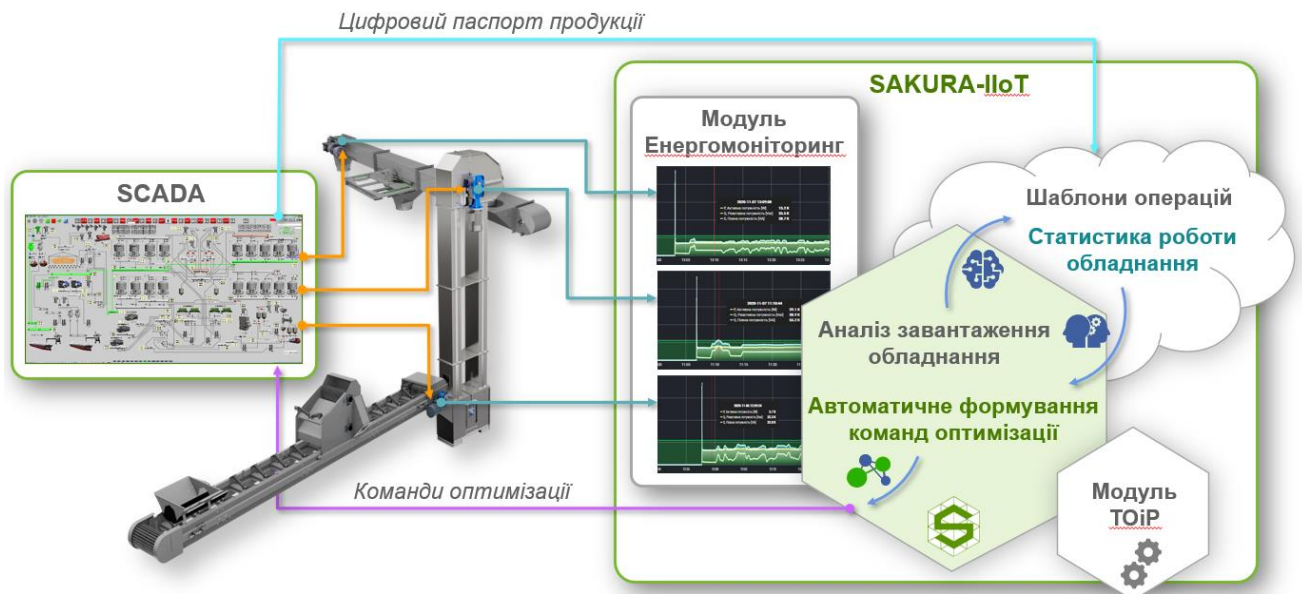


* Більш детальна інформація є конфіденційною

4. Сервіси оцінки ефективності виробництва

Головним завданням даного етапу є досягнення максимальної ефективності виробництва в цілому та зниження виробничих втрат. До **SAKURA-APM** інтегруються дані логістичних, фінансових, транспортних та інших систем.

Завдяки інтегрованим компонентам штучного інтелекту і машинного навчання за даними модуля Енергоефективність і на основі масивів статистичних даних **SAKURA-APM** автоматично формує команди для оптимізації технологічних процесів і операцій з метою забезпечення максимальних енергоефективності та продуктивності виробництва в цілому.



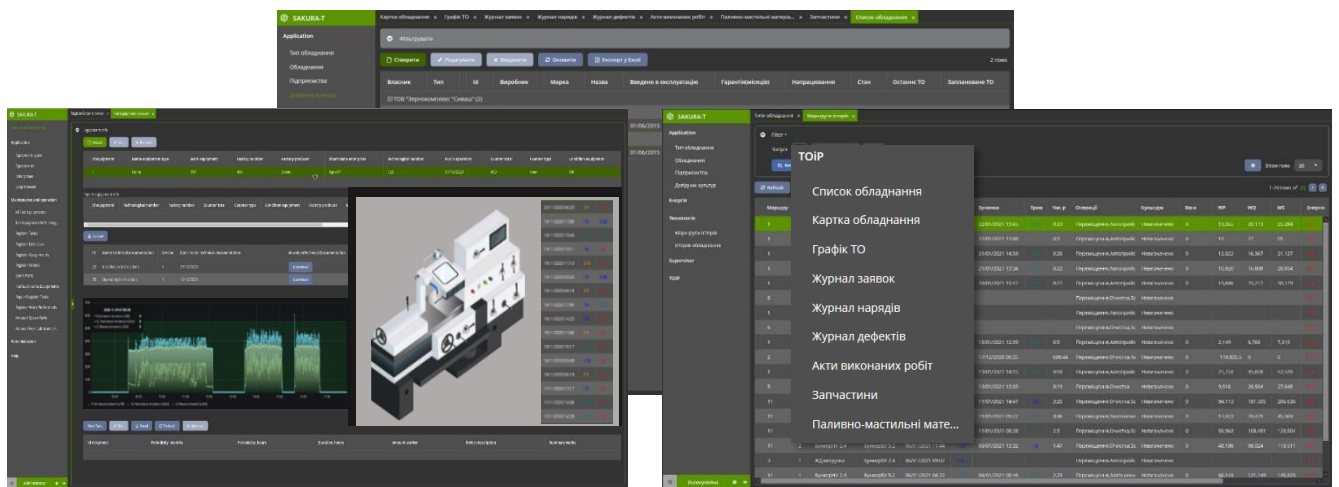
Чим більший об'єм та повнота даних, які отримує **САКУРА-АРМ**, тим якісніше розрахунок продуктивності і енергоефективності процесів. **САКУРА-АРМ** здійснює вичитування даних з наявного на об'єкті обладнання і програмного забезпечення, не втручаючись при цьому в хід технологічного процесу. **САКУРА-АРМ** підтримує більшість промислових протоколів і інтерфейсів.

Як правило, самоокупність витрат на модернізацію виробництва та вихід на чистий прибуток плануються **через 2-3 роки**. Максимальний термін самоокупності складає **5 років**. Точніше показник може бути розрахований після визначення глибини модернізації та об'єму розгортання необхідних компонентів контролю і аналізу виробництва. У будь-якому разі замовник моментально отримує повний контроль виробництва, контроль продуктивності і ефективності виробництва, у тому числі енергоефективності, та інструменти для аналізу і оптимізації виробничих витрат.

5. TOiP Модуль Технічне обслуговування і ремонт

Модуль Технічне обслуговування і ремонт забезпечує планування і контроль проведення технічного обслуговування та ремонтів обладнання. Основними видами інформації є інформація про напрацювання обладнання, споживання ним енергоресурсів, використання запасних частин та матеріалів при проведенні технічного обслуговування та ремонтів. Інформацію про напрацювання обладнання та режими його роботи модуль TOiP отримує від модуля Енергоефективність або безпосередньо з АСУ ТП.

Основою модуля є графік ТО і ремонтів, на якому відображуються заплановані заходи та результати їх виконання.



Модуль оперує картками обладнання, які несуть інформацію про комплектність і стан обладнання, його напрацювання, періодичність і види технічного обслуговування.