

ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ДЛЯ ПРОМИСЛОВОГО ЗБЕРІГАННЯ БУРЯКА (КОНЦЕПТУАЛЬНЕ РІШЕННЯ)

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

Метою роботи є пошук концептуального рішення інтегрованої системи управління (ІСУ) для промислового зберігання буряка, побудованої на основі комплексної системи автоматизації його основного технічного процесу.

Ключові слова: інтегрована система управління, автоматизована система управління технічним процесом, зберігання буряка

Abstract

The purpose of the work is the quest of a conceptual resolving of the integrated control system (ICS) for industrial preservation of a beet constructed on the basis of complex system of automation of its core technical process.

Keywords: integrated control system, automated control system by technical process, preservation of a beet

Вступ

Економічною причиною інтеграції промислових систем управління є прагнення керівників підприємств шукати реальні додаткові джерела підвищення економічної ефективності виробничої діяльності підприємства. На кожному підприємстві такі джерела є, треба тільки вміти їх знайти, а для цього необхідно забезпечити збір, обробку і аналіз інформації оперативних даних з усіх технологічних і виробничих ділянок. Саме оперативної, а не в кінці зміни, робочого дня або місяця. Для того, щоб керувати собівартістю продукції треба поряд з інформацією про вартість сировини і робочої сили знати скільки сировини, електроенергії, пари, води і палива пішло на виготовлення кінцевої продукції.

Будь-яке промислове виробництво створюється на конкретному технологічному процесі (ТП), завдяки чому він вважається основним. Саме тому створення інтегрованих систем управління (ІСУ) таким промисловим виробництвом у першу чергу вимагає впровадження комплексної автоматизації його основного ТП [1]. Така комплексна автоматизація дозволяє значно зменшити вплив людського фактору на якісні показники як управління основним ТП, так і всім виробничим процесом, побудованим на його основі. В результаті система автоматизація основного ТП стає надійним фундаментом для подальшої побудови ІСУ всім виробництвом, яка об'єднує взаємопов'язані процеси виробництва, керуючи ними як єдиним цілим для досягнення поставлених перед виробництвом кількісних та якісних завдань.

Тому мета роботи є пошук концептуального рішення інтегрованої системи управління для промислового зберігання буряка, побудованої на основі комплексної системи автоматизації його основного технічного процесу.

Результати дослідження

Традиційним методом зберігання коренеплідів цукрового буряка до початку переробки на цукрових заводах є закладка їх у кагати [2]. Кагати розміщують на бурякоприймальних пунктах цукрових заводів і в польових умовах у сільськогосподарських підприємствах (в основному на середні строки зберігання). Це не найкращий спосіб, але в ґрунтово-кліматичних умовах України себе виправдує.

Зазвичай кагатне поле має тверде (ґрунтове або бетонне) покриття [6]. Кагати розташовуються

уздовж пануючого напрямку вітру. Поверхня кагату в порівнянні з його об'ємом повинна бути трохи меншою, бо чим менше поверхня, тим менші втрати буряку

Найбільш поширеною автоматизованою системою управління температурно-вологісним процесом зберігання цукрового буряка (АСУТП) є ПАК -201М [3]. Вона побудована по, так називаній, типовій функціональній схемі автоматизації, яка показана на рис.1 [3].

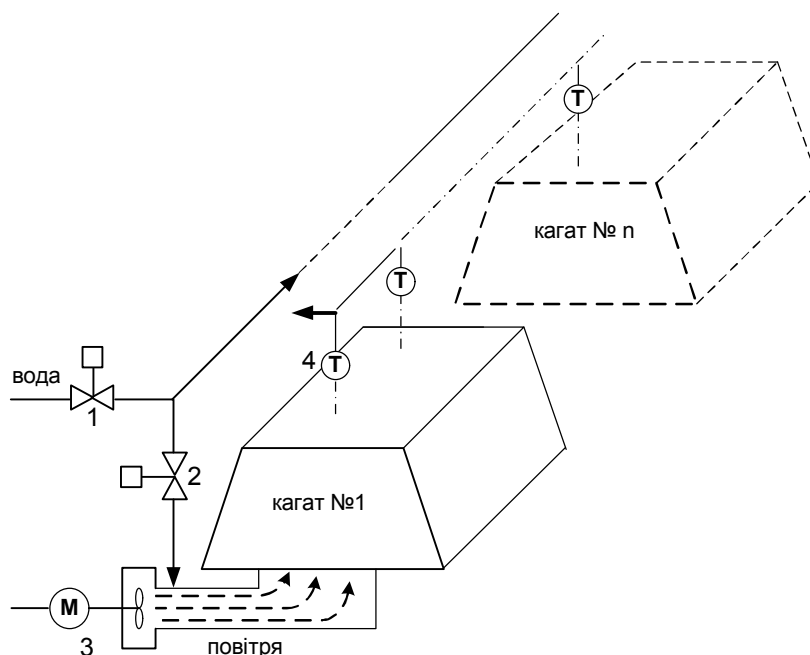


Рис. 1. Типова функціональна схема автоматизації технічного процесу зберігання буряка (1 - вхідний регулювальний вентиль подачі води; 2 - регулювальний вентиль подачі води кагату №1; 3 – електродвигун вентилятора кагату №1; 4 – датчики температури повітря всередині кагату)

Кількість точок вимірювання температури повітря всередині кагатів в комплексі може досягати 128, а швидкість обігу всіх контрольованих точок в робочому режимі сягає 64 секунд. Інформація від датчиків температури надходить на щит управління технологічним процесом, встановлений в приміщенні операторської. Такий контроль температури дозволяє оператору своєчасно виявити зони буряка, що потребує першочергової переробки, бо в його зоні почалися процеси гниття. Крім того, враховуючи інформацію про температуру всередині кагатів і значення температури та вологості оточуючого повітря, оператор видає команди на вмикання/ вимикання двигуна вентилятора, що гонить свіже повітря до середини відповідного кагату. У разі необхідності зволоження повітря над кагатом оператор відкриває вхідний вентиль 1 та вентиль 2 відповідного кагату, що призводить до подачі води у спеціальний канал перед вентилятором, який розпилює її на відповідну зону над кагатом. При роботі системи в нормальному режимі передбачене спеціальне блокування електроприводу відповідного вентиля 2 у разі, коли відповідний вентилятор 3 не працює.

При від'ємній температурі оточуючого повітря оператор системи відключає її і разом з цим зливає воду з системи трубопроводів для запобігання її перемерзання. Це виконується шляхом закривання вентиля 1 та відкривання вентилів 2 кожного кагату при непрацюючому вентиляторі 3 (блокування електроприводів вентилів 2 відключене).

Для обслуговування сховища буряка при заводі потужністю 6 тисяч тон переробки цукрового буряка за добу встановлювався один такий автоматизований комплекс.

Недоліками даної АСУТП є такі:

- засоби автоматизації, що використовуються в системі, фізично та морально застаріли; вони вже не випускаються промисловістю, а тому ремонт їх можливий тільки власними силами, що призводить до великих витрат часу та коштів;
- низька надійність системи в цілому та окремих її засобів;
- похибки вимірювання параметрів технологічного процесу не відповідають сучасним вимогам

по точності управління;

- типова система має низьку якість електричних комунікацій, що призводить до виникнення додаткових суттєвих похибок віддаленого вимірювання температури повітря всередині кагатів;
- низька швидкодія системи, коли обіг 128 точок контролю температури повітря всередині кагатів здійснюється за 64 секунди;
- контрольно-вимірювальні прилади розміщені на спеціальному щиті, який має низьку інформативну здатність, а частина інформації одержується шляхом вимірювань переносними приладами на території сховища, що не дає можливості оператору швидко і ефективно реагувати на зміну подій в технологічному процесі;
- технічне виконання системи не відповідає сучасним ергономічним умовам в плані інформаційного забезпечення та якості роботи оператора, бо в ній не передбачені ефективні засоби аварійної сигналізації.
- оператор для виконання вимірювань переносними приладами змушений працювати у важких виробничих умовах, а не в окремому приміщенні;
- повна відсутність засобів автоматизації процесів документування результатів роботи системи, неможливість автоматичного аналізу цієї інформації (в тому числі і техніко-економічного) та формування різноманітних звітів для верхнього рівня управління виробництвом;
- неможливість інтегрування системи в загальну автоматизовану систему управління виробництвом всього підприємства (АСУВ).

Проте мета даної роботи не полягає тільки у проєктуванні більш досконалої АСУТП зберігання буряка – треба спроектувати на основі рекомендацій діючих стандартів в області комп'ютерно-інтегрованого виробництва [4.] сучасну ІСУ виробничим процесом зберігання буряка, яка включатиме в себе і більш досконалу цю АСУТП.

Один із таких стандартів, що розроблений міжнародною асоціацією виробників систем управління виробництвом «MESA», фіксує оптимальний набір типових автоматизованих функцій для рівня управління виробництвом (АСУВ/MES) для підприємств всіх галузей промисловості дискретного, періодичного й безперервного типів [5, 6].

Виробничий процес промислового зберігання буряка відноситься до періодичного типу [7], який суміщає у собі неперервні (тривалі) технічні процеси зберігання буряка та дискретні (короточасні) технічні процеси переміщення буряка по території сховища перед кагатуванням (автотранспортом), кагатування (кагатувальником) та при вивезенні буряка на переробне підприємство (автотранспортом або конвеєром). На рис. 2 показана його спрощена схема

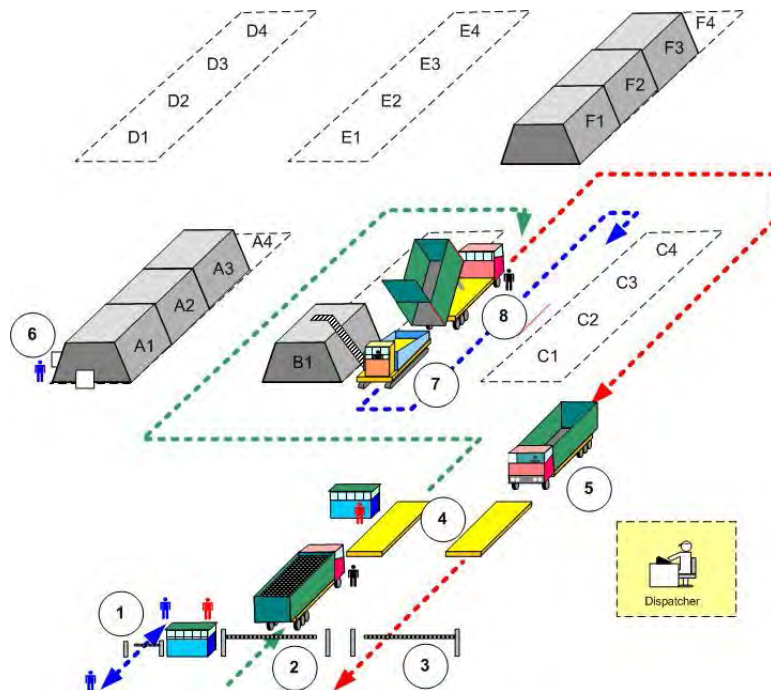


Рис. 2. Схема виробничого процесу кагатного поля

Загальне управління процесом здійснюється диспетчером (на рисунку позначений як «Dispatcher») [8]. Кагатне поле має свою прохідну для персоналу підприємства (на рисунку позначена як «1»), через яку проходять робочі, оператори кагатувальників, фахівці з контрольновимірювальних приладів та автоматики (КВПіА), працівники лабораторії і т.п. Для в'їзду завантаженого буряком автотранспорту на територію кагатного поля служить окремий проїзд «2» зі шлагбаумом, а для в'їзду порожнього автотранспорту з території кагатного поля служить інший проїзд «3» зі шлагбаумом. Працівник (охоронець) перевіряє перепустки персоналу, що проходить через прохідну, та накладні/путьові листки у водіїв, які заїжджають на територію. Після цього водії заїжджають на вхідні автомобільні ваги, позначені на рисунку як «4», а відповідальний працівник фіксує вагу завантаженого автотранспорту та передає ці дані диспетчеру. Диспетчер тим чи іншим способом вказує водіям маршрут подальшого руху завантаженого автотранспорту по території кагатного поля до місця його розвантаження (позначене на рисунку як «8») у бункер кагатувальника «7» (на рисунку цей маршрут показаний зеленою пунктирною лінією зі стрілкою). Вже готові кагати та зарезервовані місця кагатування розміщуються на території кагатного поля за визначеною схемою. Між ними обов'язково передбачені проїзди заданої ширини для автотранспорту та кагатувальників. Кагатувальник, оснащений планковим конвеєром, насипає буряк з бункера у кагат, поступово формуючи потрібну його форму. Після повного розвантаження автотранспорт за вказаним диспетчером маршрутом виїжджає з кагатного поля (на рисунку цей маршрут показаний червоною пунктирною лінією зі стрілкою) і заїжджає на вихідні автомобільні ваги «4». Відповідальний працівник фіксує вагу порожнього автотранспорту та передає ці дані диспетчеру, який вираховує точну вагу буряка, привезеного даним автотранспортом, та робить відповідну помітку у накладній/путьовому листі водія. Після цього автотранспорт через окремий проїзд «3», оснащений шлагбаумом, виїжджає з території підприємства.

Таким чином, диспетчер в ході управління даним періодичним виробничим процесом багато часу витрачає на формування та передачу наказів як працівникам підприємства (означає їх роботи), так і водіям завантаженого чи порожнього автотранспорту (означає маршрути руху по території кагатного поля), а, крім того, на перевірку виконання усіх цих наказів. Так, при виникненні будь-яких нештатних ситуацій у АСУТП зберігання буряка диспетчер повинен з'ясувати причину чи місце її виникнення, а потім сформулювати та передати робоче завдання для фахівця КВПіА (позначений на рисунку як «6»), який далі буде детальніше досліджувати проблему, що виникла, та усувати її (наприклад замінювати датчик, що вийшов з ладу, або ремонтувати виконавчий механізм АСУТП). При цьому фахівець може тим чи іншим способом спілкуватися з диспетчером, вирішуючи в ході виконання завдання різні робочі питання.

Враховуючи те, що виробничий процес фактично відбувається у польових умовах і розподілений по великій площі, спосіб реалізації описаної функції управління персоналом з боку диспетчера потребує кардинального вдосконалення, зокрема, спрощення та прискорення. Наприклад, можна запропонувати управління персоналом через повідомлення у чаті, що розсилаються диспетчером через мобільний Інтернет [9]. Таке технічне рішення значно спростить роботу диспетчера, а також, у разі необхідності, надасть йому можливість спілкування з працівниками у реальному часі та надсилати їм файли зі скріншотами основного екрану свого ПК з зображенням кагатного поля та спланованого маршруту руху по ньому завантаженого чи порожнього автотранспорту.

Враховуючи рекомендації вказаного вище стандарту щодо побудови та реалізації раціональної ІСУ виробництвом, була запропонована загальна архітектура нової ІСУ, яка має два рівні управління («АСУТП/SCADA» та «АСУВ/MES») та складається з таких автоматизованих систем:

- АСУТП зберігання буряка (рівень «АСУТП/SCADA»);
 - спеціалізована автоматизована система (САС) вимірювання/контролю (рівень «АСУТП/SCADA»);
 - інформаційна виробнича система (ІВС) (рівень «АСУВ/MES»);
 - система автоматизованих служб управління виробничим процесом (рівень «АСУВ/MES»).
- Автоматизовані функції рівня «АСУВ/MES» нової ІСУ такі:
- DPU (англ. Dispatching Production Units,) - диспетчеризація виробничого процесу;
 - PM (англ. Process Management) - управління виробничим процесом і його коректуванням;
 - PTG (англ. Product Tracking and Genealogy) - спостереження за місцем і часом виконання робіт;

- RAS (англ. Resource Allocation and Status) - контроль стану й розподіл ресурсів, пов'язаних з виконанням виробничого процесу;
- LM (англ. Labor Management) – облік і управління персоналом, що виконує виробничий процес.

Автоматизована диспетчерська служба виконує в новій ІСУ на рівні «АСУВ/МЕС» зразу чотири функції – «DPU», «PM», «RAS» і «PTG». Функцію «LM» може виконувати інша автоматизована служба, наприклад відділ кадрів.

Первинні дані про весь персонал, який на даний момент доступний для управління з боку диспетчера, отримуються функцією «LM» з інформаційної виробничої системи (ІВС) нової ІСУ. Якщо ці дані стосуються штатних працівників підприємства, то вони, по-перше, повинні відображати факт приходу/уходу конкретного працівника через автоматизовану прохідну підприємства, а, по-друге, містити відомості про будь-які нові зміни реквізитів мобільного зв'язку з цим працівником для підтримки ділового спілкування з ним через чат підприємства (ці зміни вводяться в систему через комп'ютерний термінал, встановлений у прохідній). Якщо ж мова йде про водіїв автотранспорту, які не є штатними працівниками даного підприємства, то введення у систему усіх потрібних даних про кожного водія також провадиться через комп'ютерний термінал прохідної. Таким чином, автоматизована функція «DPU» диспетчерської служби через відповідний інформаційний зв'язок може у будь-який час отримати від функції «LM» усі потрібні відомості про доступні людські ресурси для виконання виробничого процесу.

Функція «DPU» формує електронні накази (вказівки, робочі завдання) для таких складових виробничого процесу як АСУТП чи САС вимірювання/контролю, так і штатні/нештатні працівники підприємства. Для автоматизованих систем ці електронні накази можуть бути спрямованими або на технічний пристрій, або на людський ресурс, наприклад на оператора системи. Для управління працівниками електронні накази (вказівки, робочі завдання) призначені для безпосередньої передачі їх цим працівникам через чат підприємства. Контроль за виконанням надісланих електронних наказів (вказівок, робочих завдань) покладений на автоматизовану функцію «PTG», яка отримує потрібні дані також з інформаційної виробничої системи (ІВС).

Введення САС до складу ІСУ пояснюється тим, що вона повинна здійснювати додаткові автоматичні/автоматизовані функції, які не виконуються в рамках АСУТП зберігання буряка у кагатах, а саме, автоматичний контроль приходу/уходу працівників через прохідну підприємства та автоматизоване оновлення особових даних, автоматичний контроль в'їзду/виїзду автотранспорту через шлагбауми підприємства та автоматизоване збирання даних про водіїв цього автотранспорту, автоматичне вимірювання ваги кожної одиниці завантаженого та порожнього автотранспорту.

В ІВС треба реалізувати функції збирання тих оперативних даних, які потрібні, наприклад, для управління персоналом підприємства. По-перше, це дані про штатних працівників (час приходу/уходу через прохідну, виконване на поточний момент часу робоче завдання, дані ділових обговорень та результати його виконання, зміни реквізитів мобільного зв'язку). По-друге, це дані про нештатних працівників підприємства – водіїв автотранспорту (час приїзду/виїзду, номер автотранспорту, дані наряду/путьового листка, вага завантаженого та порожнього автотранспорту, реквізити мобільного зв'язку та їх зміни). Для здійснення контролю з боку диспетчерської служби за роботою автоматизованих систем нижнього рівня (АСУТП, САС) у інформаційній платформі «ІВС» нової ІСУ треба збирати у встановлені моменти часу звітні дані про роботу цих систем, а також усі повідомлення, що надсилають ці системи у будь-який час про аварійні/нештатні ситуації чи події.

З урахуванням визначених функцій інформаційної платформи нової ІСУ, можна визначити і автоматизовані функції для системи нижнього рівня нової ІСУ, а саме, для системи «САС вимірювання/контролю». Так, ця система повинна здійснювати додаткові автоматичні/автоматизовані функції, які не виконуються в рамках АСУТП зберігання буряка у кагатах, а саме, автоматичний контроль приходу/уходу працівників через прохідну підприємства та автоматизоване оновлення особових даних, автоматичний контроль в'їзду/виїзду автотранспорту через шлагбауми підприємства та автоматизоване збирання даних про водіїв цього автотранспорту, автоматичне вимірювання ваги кожної одиниці завантаженого та порожнього автотранспорту.

Таким чином, для всіх складових частин загальної архітектури ІСУ для промислового зберігання буряка, яка запропонована вище, були визначені переліки їх основних автоматизованих функцій. Опираючись на таке загальне бачення функціонального наповнення нової ІСУ, була розроблена концепція її функціональної структури (рис.3).

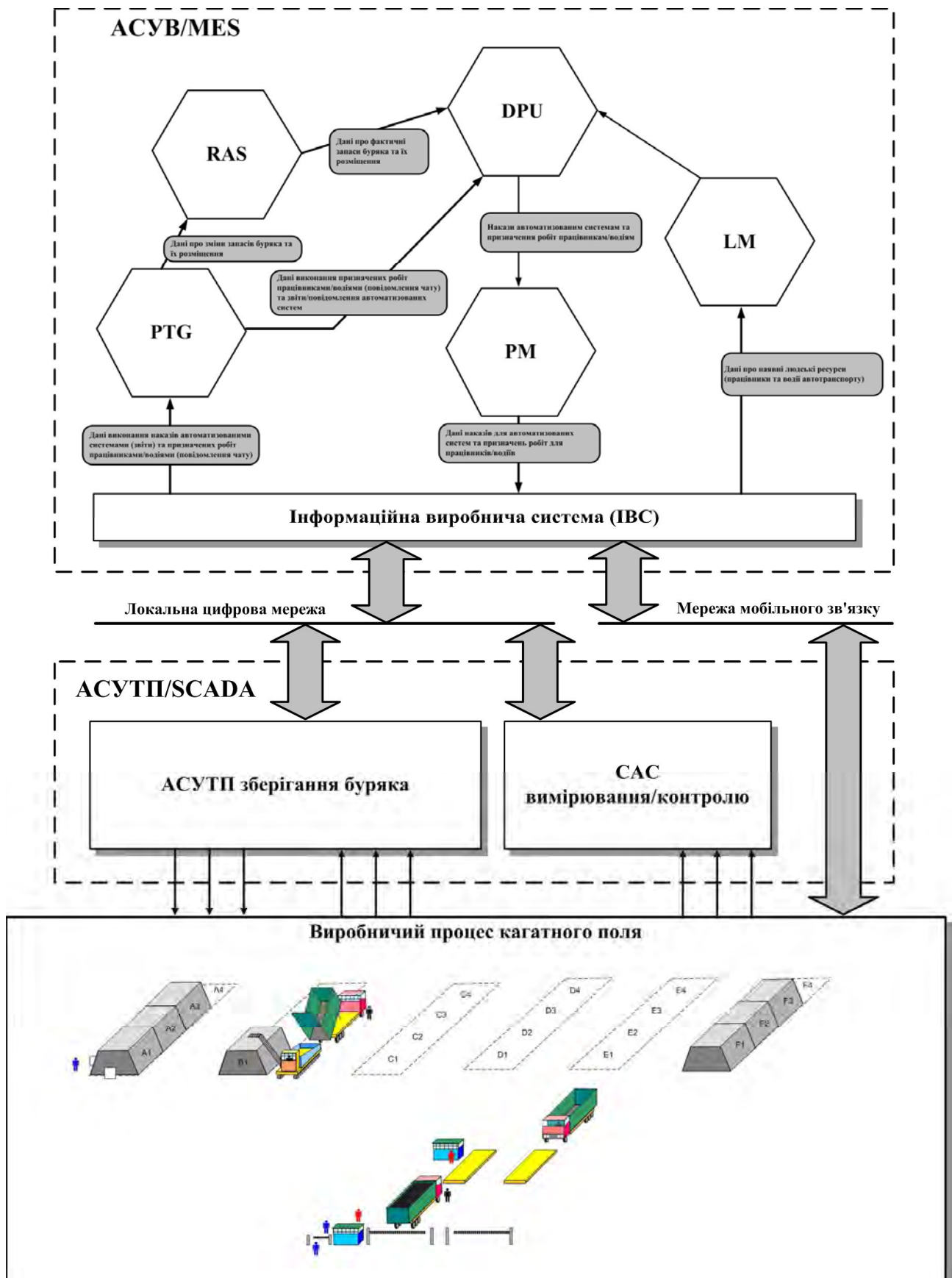


Рис. 2. Концептуальне рішення функціональної структури ІСУ для промислового зберігання буряка

Функціональна структура поділена на ті ж самі складові частини, що і загальна архітектура ІСУ, всередині зображення кожної з цих складових частин перелічені їх основні автоматизовані функції, які ці складові частини повинні виконувати, а на стрілках, що відображають інформаційні потоки між функціями, вказані основні дані, що ними передаються.

Висновки

В результаті виконання даної роботи була розроблена на основі рекомендацій діючих стандартів концепція функціональної структури нової інтегрованої системи управління для промислового зберігання буряка. Ця система у порівнянні з існуючими аналогічними системами дозволяє не тільки управляти основним технічним процесом, але і виконувати кілька функцій управління всім виробничим процесом в цілому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Olsson, G., Piany, J.. Computer systems for automation and control [Електронний ресурс] / URL : <http://www.philadelphia.edu.jo/newlibrary/pdf/file095f62f119bb471591fd8f273ac06353.pdf>.
2. Технология производства сахара из сахарной свеклы . Електронний ресурс / URL : <http://referat.niv.ru/referat/023/02300003.htm>.
3. Волошин З.С., Макаренко Л.П., Яцковский П.В. Автоматизация сахарного производства. – М.: Агропромиздат, 1990. – 380 с.
4. Пупена О., Ельперін І., Міркевич Р. Огляд сучасних стандартів інтегрованого виробництва/ Автоматизація технологічних і бізнес-процесів. - Т.8. - №3. – 2016.
5. MESA Model: A Framework for Smarter Manufacturing [Електронний ресурс] / URL : <https://mesa.org/topics-resources/mesa-model/>.
6. Shraddha Kakade. Manufacturing execution system (MES) [Електронний ресурс] / URL : <https://www.techtarget.com/searcherp/definition/manufacturing-execution-system-MES>.
7. Комплексна автоматизація технологічних процесів [Електронний ресурс] / URL : <https://extremeld.ua/solutions/industrial-automation/>.
8. Itskovich Emmanuil. Fundamentals of Design and Operation of Manufacturing Execution Systems (MES) in Large Plants [Електронний ресурс]/ URL: <https://dplp.org/rec/conf/mim/Itskovich13.bib>.
9. Work Order Software with Chat: Revolutionizing Maintenance [Електронний ресурс] / URL: https://www.getmaintainx.com/blog/work-order-software-chat-the-next-big-thing-in-2022/?~channel=Direct%20Traffic&~feature=organic&~campaign=%2F&~last_page_seen=https%3A%2F%2Fwww.getmaintainx.com%2F.

Кулага Валентин Олегович - студент групи АКІТ-21мс, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kulagavalentin@gmail.com;

Мізерний Віктор Миколайович - канд. техн. наук, професор кафедри АІТ, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: mvm@vntu.edu.ua;

Папінов Володимир Миколайович - канд. техн. наук, професор кафедри АІТ, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vnpapinov@gmail.com;

Kulaga Valentyn O. – student of AKIT-21ms group, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, email: spike723224@gmail.com;

Mizernyy Viktor M. - Ph. D., Professor of department of automation and intelligent information technologies, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, e-mail: mvm@vntu.edu.ua;

Papinov Volodymyr M. - Ph. D., Professor of department of automation and intelligent information technologies, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, e-mail: vnpapinov@gmail.com.