

ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОМИСЛОВОЇ КОТЕЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

Метою роботи є пошук концептуального рішення інтегрованої системи автоматизації (ІСА) промислової котельної установки, побудованої на основі комплексної автоматизації її основного технологічного процесу.

Ключові слова: інтегрована система автоматизації, автоматизована система управління технологічним процесом, котельна установка

Abstract

The aim of the work is to find a conceptual solution for an integrated automation system (ISA) of an industrial boiler plant, built on the basis of complex automation of its main technological process.

Keywords: integrated automation system, automated process control system, boiler plant.

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 автоматизації (ІСА) такого промислового виробництва 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 ІСА 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 автоматизації промислової котельної установки, побудованої на основі комплексної автоматизації її основного технологічного процесу.

Результати дослідження

Цукровий завод є складним, енергоємним об'єктом з безперервним технологічним циклом. Для забезпечення виробництва цукру тепловою й електричною енергією цукрові заводи мають власні ТЕЦ [2, 3]. Навіть короткочасні перебої подачі енергії на виробництво спричиняють зупинку заводу й величезні втрати.

Для виробництва технічної пари ТЕЦ заводу оснащується котельною установкою того чи іншого типу. Типова технологічна схема такої котельної установки наведена на рисунку 1.1 (рис. 1) [4].

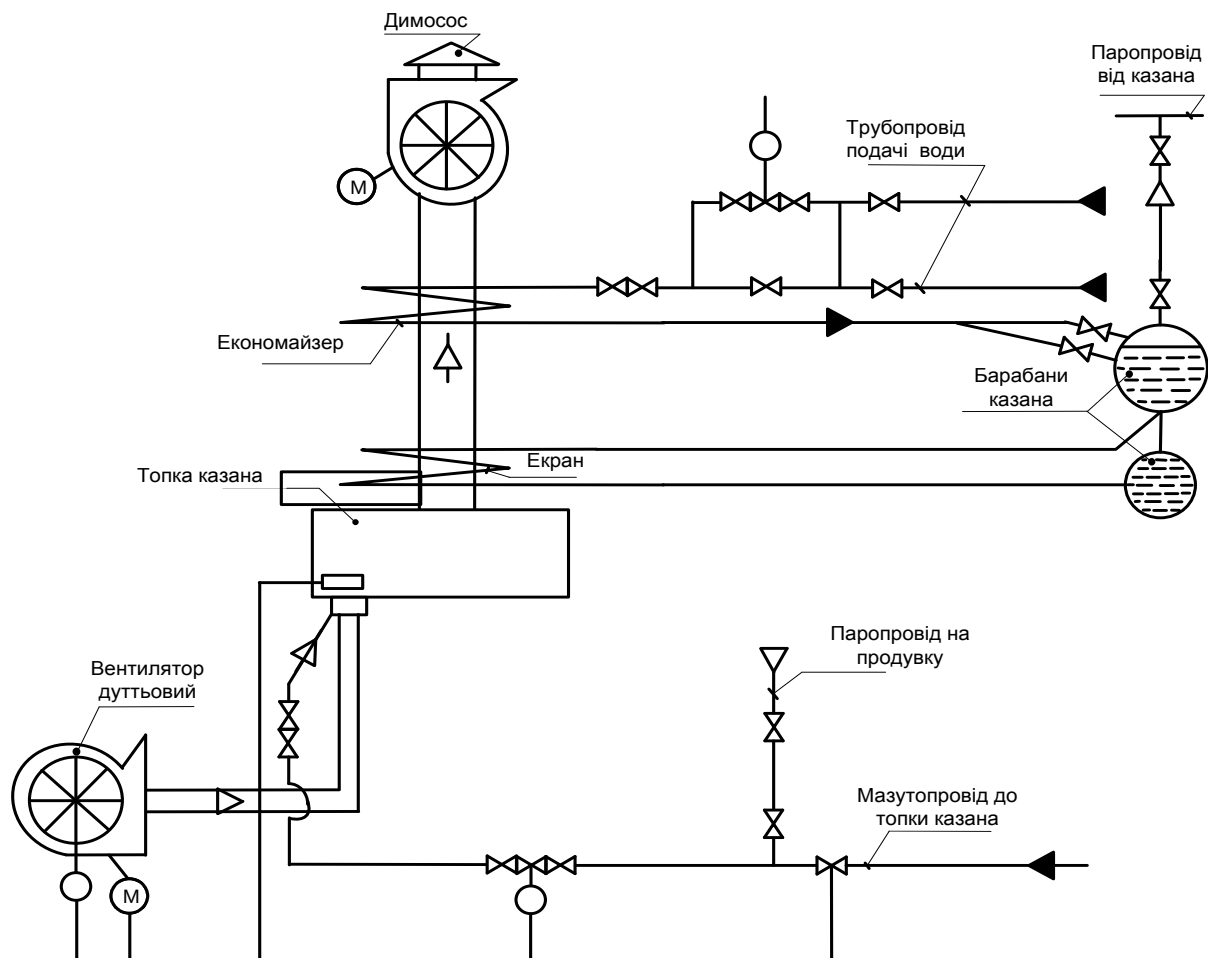


Рис. 1. Технологічна схема промислової котельної установки

Одержання технічної пари з води складається з таких фізичних процесів:

- підігріву води до температури кипіння;
- підтримання кипіння води, коли рідка фаза переходить у насичену пару.

Необхідне для цього тепло виділяється при згоранні палива в топковій камері (топці) казана. Передача тепла від продуктів згорання до поверхонь нагрівання відбувається в результаті усіх видів теплообміну: теплопровідного, конвективного і радіаційного [4-6].

Підігрів води відбувається в економайзері, а паротворення в екранах. Кожний із цих конструктивних елементів котельної установки бере участь у перетворенні теплоти згорання палива в теплову енергію водяної пари. Теплообмін в усіх цих елементах відбувається при високих температурах стінок поверхонь нагрівання, що знаходяться одночасно і під дією води або пари. Важкі умови роботи висувають особливі вимоги до підтримки температури металу стінок труб у допустимих межах за умовами міцності. Це досягається шляхом створення постійного руху води і пари усередині трубої системи котельної установки за рахунок різниці питомих ваг вказаних компонентів.

Процес одержання технічної пари протікає наступним чином. Відцентровими насосами вода безупинно подається в барабан казана, її тиск вище тиску вироблюваної пари. Перед тим, як потрапити в барабан казана, вода проходить через економайзер, підігрівуючись там до температури кипіння. Барабан казана служить розподільником гарячої води і збірником утворюючої пари. За допомогою випускних (неопалювальних) труб вода з барабану поступає у нижні колектори, до яких приєднуються труби екранів, що встановлені вертикально біля внутрішніх стінок топкової камери. Другим кінцем екранні труби приєднуються до барабанів казана. Як вже говорилося, екранні труби представляють собою поверхню нагрівання казана і призначені для одержання пари, крім того, вони захищають стінки топкової камери від впливу високих температур і шкідливого впливу розплавленої золи. У результаті радіаційного нагрівання екранних труб вода, що знаходиться в них, закипає, і

бульбашки пари, що утворилися, прямують вгору, тягнучи за собою ще воду, що не скипіла. У напрямку до барабана казана в трубах екрана утворюється потік пароводяної суміші. Так як гідростатичний тиск пароводяної суміші (емульсії) в екранних трубах менший, ніж вага стовпа води в опускних трубах, то в замкнутій гідравлічній системі (барабан казана – випускні труби – нижні колектори – екранні труби – барабан казана) утворюється стійкий рух – природна циркуляція [6-8].

Отже, продукти згорання, що утворюються в результаті горіння палива, спочатку охолоджуються в топковій камері, віддаючи тепло радіацією екранним трубам, потім вони охолоджуються за рахунок конвекції, проходячи економайзер. Димові гази (продукти згорання) із топки всмоктуються димососом і викидаються через димар в атмосферу. Для забезпечення нормального режиму горіння палива в топку вентилятором подається повітря.

Таким чином, під час роботи казана відбувається подача палива і повітря до його топки, відсмоктуються димові гази, а у барабан казана подається живильна вода та звідти відбирається технічна пара..

Недоліками типової АСУТП котельної установки [7] є такі:

- типової схеми автоматизації казана ТЕЦ цукрового заводу дозволяє виділити її основні недоліки:
- застарілість засобів автоматизації, що використовуються для збору, передавання й обробки інформації;
- низька надійність застосованих приладів;
- великі похибки вимірювання параметрів на місці (на технологічному обладнанні) та передавання цієї інформації на щит оператора (на відстань до 400 – 500 м);
- слабка гнучкість системи управління, складність налагоджувуння та переналагоджування системи;
- неефективність засобів відображення результатів контролю та управління, слабе інформаційне забезпечення оператора, невідповідність сучасним ергономічним вимогам;
- відсутність засобів автоматичного документування інформації;
- неможливість інтегрування в сучасні комп'ютерні системи управління виробництвом (відсутність інформаційної взаємодії з верхнім рівнем управління)..

Проте мета даної роботи не полягає тільки у проектуванні більш досконалої АСУТП – треба спроектувати на основі рекомендацій діючих стандартів в області комп'ютерно-інтегрованого виробництва [8,] сучасну ІСА виробничим процесом цукрового заводу, 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 [9, 10].

Виробничий процес цукрового заводу відноситься до неперервного або технологічного типу [11], який повинен керуватися різними автоматизованими службами. Наприклад, типова автоматизована економічна служба повинна збирати та аналізувати інформацію щодо ефективного використання теплової енергії на підприємстві, а саме [12]:

- визначати питомі витрати теплової енергії на продукцію, що випускається окремими агрегатами, цехами й виробництвом у цілому за останню зміну, добу або з початку місяця (підсумком, що нарастає);

- виявляти наднормативні теплові втрати та місця їх виникнення.

Автоматизована служба головного енергетика й підлеглий їй ремонтний цех енергетичного встаткування виконують також ряд функцій, пов'язаних з процесами вироблення та використання теплової енергії:

- технічне обслуговування та ремонт (ТОіР) енергетичного встаткування;
- комерційний облік вироблених на підприємстві теплових ресурсів;
- диспетчерське управління теплоресурсами (паливом, парою, гарячою водою, стисненим повітрям), наприклад по парі реалізуються функції контролю й обліку палива в котельнях, виробленої ними пари і її тепломісткості, споживання пари окремими агрегатами й іншими переділами виробництва, а також виділення наднормативних втрат пари по окремих ділянках виробництва.

Для того, щоб на підприємстві можна було реалізувати усі перелічені автоматизовані функції, треба вирішити таку сукупність окремих задач:

- побудувати єдину систему контролю, обліку й управління тепловими ресурсами;
- впровадити сучасні і точні прилади оперативного автоматичного контролю виробництва й споживання різних видів теплоресурсів на окремих технологічних агрегатах і ділянках виробництва;
- проводити достовірний, оперативний автоматичний облік виробництва й споживання всіх видів теплоресурсів на окремих ділянках виробництва з видачею поточних даних по їхньому обліку всім зацікавленим автоматизованим службам підприємства.

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

- АСУТП котельної установки (рівень «АСУТП/SCADA»);
- спеціалізована автоматизована система (САС) вимірювання/контролю (рівень «АСУТП/SCADA»);
- інформаційна виробнича система (IBC) (рівень «АСУВ/MES»);
- система автоматизованих служб управління виробничим процесом (рівень «АСУВ/MES»).

Якщо встановити на цукровому заводі автоматичні лічильники пари у всіх критичних точках паропровідної системи, то автоматизовані служби цукрового заводу, в першу чергу економічна та головного енергетика, зможуть ефективніше здійснювати покладені на них функції на рівні «АСУВ/MES», які пов'язані з виробленням та використанням тепла, що переноситься водяною парою.

При цьому усі ці функції можна легко віднести до відповідних автоматизованих управлінських функцій, означених в діючих стандартах [8-10], а саме, «Контроль стану й розподілу виробничих ресурсів (Resource Allocation and Status, RAS)», «Диспетчеризація виробництва (Dispatching Production Units, DPU)», «Збір інформації про хід виробництва й зберігання даних (Data Collection/Acquisition, DCA)» та «Управління виробничими процесами і їхнім коректуванням (Process Management, PM)».

Виходячи таку взаємодію усіх цих функцій, можна визначити перелік тих автоматизованих функцій, які повинні виконуватися в новій ІСА на рівні її інформаційної платформи («IBC») з метою збирання тих оперативних даних, які потрібні, для роботи трьох автоматизованих служб на рівні «АСУВ/MES» - «Економічної служби», «Служби головного енергетика» та «Диспетчерської служби». Ці оперативні дані в новій ІСА збираються з виходів теплових обчислювачів, встановлених у всіх точках паропровідної системи, визначених шляхом її ретельного аналізу. Такими виходами обчислювачів є підраховані наростаючим підсумком поточні облікові дані по кожній точці контролю теплоресурсів за 0.5 години, 1 годину, за зміну, за добу й за місяць. Всі ці дані передаються до сервера IBC через відповідну інформаційну мережу підприємства. Також для визначення питомих витрат теплової енергії на одиницю переробленої сировини чи готової продукції в IBC необхідно реалізувати автоматичний збір оперативних даних по відповідним показникам продуктивності як основного ТП в цілому, так і окремих його технологічних апаратів. Ці дані можна отримати з відповідних контролерів АСУТП основного виробничого процесу.

З урахуванням визначених функцій інформаційної платформи нової ІСА, можна визначити і функції для автоматизованої системи нижнього рівня нової ІСА, а саме, для системи «САС вимірювання/контролю».

Так, ця система повинна здійснювати додаткові функції, які не виконуються в рамках АСУТП котельної установки, а саме, автоматичний облік витрат пари та теплової енергії, що переноситься цією парою, у всіх визначених точках контролю паропровідної системи цукрового заводу, автоматичне вимірювання маси переробленої сировини та виготовлених продуктів основним ТП в цілому та кожним його апаратом, автоматичний розрахунок продуктивності основного ТП в цілому та кожного його апарату і т.д.

Таким чином, для всіх складових частин загальної архітектури ІСА для промислової котельної установки цукрового заводу, яка запропонована вище, були визначені переліки їх основних автоматизованих функцій.

Опираючись на таке загальне бачення функціонального наповнення нової ІСА, була розроблена концепція її функціональної структури (рис.2).

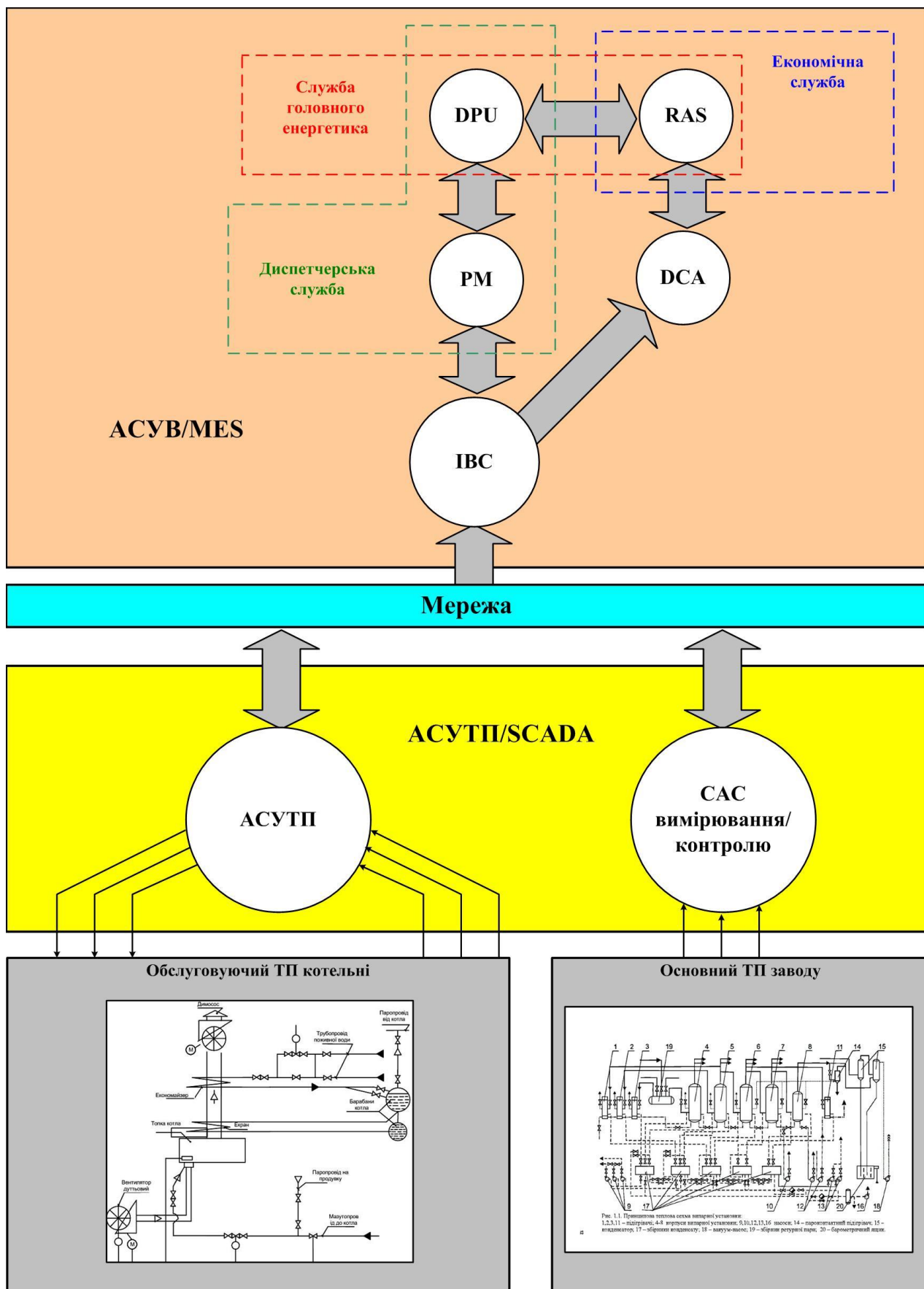


Рис. 2. Концептуальне рішення функціональної структури ІСА промислової котельної установки

Функціональна структура поділена на ті ж самі складові частини, що і загальна архітектура ІСА, 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 даного роботи була розроблена на основі рекомендацій діючих стандартів концепція функціональної структури нової інтегрованої системи автоматизації промислової котельної установки. Ця система у порівнянні з існуючими аналогічними системами дозволяє не тільки управляти основним технологічним 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. Колесников В.А., Нечаєв Ю.Г. Теплосилове господарство цукрових заводів: Навчальний посібник для вузів. - М.: Харчова промисловість, 1980. – 345с.
3. Технологія виробництва цукру з цукрових буряків [Електронний ресурс] / URL : <http://referat.niv.ua/referat/023/02300003.htm>.
4. Сідельковський Л.М., Юренєв В.М. Котельні установки промислових підприємств: Підручник для вузів. - М: Енергоатоміздат, 1988. – 528 с.
5. Дєєв Л.В., Балахнічев Н.А. Котельні установки та їх обслуговування. Практичний посібник для ПТУ. - М.: Вища школа, 1990. – 239 с.
6. Зиков А.К. Парові та водогрійні котли: Довідковий посібник. - М: Енергоатоміздат, 1987. – 128 с.
7. Волошин З.С., Макаренко Л.П., Яцковський П.В. Автоматизація цукрового виробництва. - М.: Агропромвидав, 1990. – 380 с.
8. Пупена О., Ельперін І., Міркевич Р. Огляд сучасних стандартів інтегрованого виробництва// Автоматизація технологічних і бізнес-процесів. - Т.8. - №3. – 2016.
9. MESA Model: A Framework for Smarter Manufacturing [Електронний ресурс] / URL : <https://mesa.org/topics-resources/mesa-model/>.
10. Shraddha Kakade. Manufacturing execution system (MES) [Електронний ресурс] / URL : <https://www.techtarget.com/searcherp/definition/manufacturing-execution-system-MES>.
11. Комплексна автоматизація технологічних процесів [Електронний ресурс] / URL : <https://extremeltd.ua/solutions/industrial-automation/>.
12. 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>.

Барладін Максим Миколайович - студент групи АКІТР-23мс, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: Barladin1993@gmail.com;

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

Barladin Maksym M. – student of AKITR-21ms group, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, email: Barladin1993@gmail.com;

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.