

КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 624.132.6

DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2023.102.0.7

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ СИНТЕЗУ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ДОЗУВАННЯ РІДИНИ

Петренко Ю. А., Гурко В. О.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Анотація. У роботі здійснено аналіз та подано класифікацію технології дозування рідини; проведено аналіз наявних систем управління процесом дозування рідини; розроблено структурну модель інформаційної технології синтезу системи дозування рідини; обґрунтовано критерії та розроблено модель вибору елементів системи управління процесом дозування рідини; розроблено структурну схему комп'ютерної технології системи дозування рідини.

Ключові слова: система управління, процес дозування рідини, критерії аналізу, метод аналізу ієрархій, SCADA-система.

Вступ

У сучасному світі системи дозування є надзвичайно важливими та такими, що впливають на сучасне життя, тому актуальним є питання точності та стабільності їхньої роботи.

Оскільки всі рідини різні та погано корелюються одна з одною, не існує універсального рішення щодо обладнання та систем автоматизованого управління технологічного процесу дозування. Саме тому ключовими є наукові питання синтезу системи управління дозування рідини з обґрунтуванням критеріїв та розроблення моделей вибору елементів системи управління процесом дозування рідини.

Аналіз публікацій

Дозування – важлива частина виробничого процесу. Якщо завдання полягає в одноразовому або багаторазовому вимірюванні порцій будь-якої рідини, сипкої речовини, довжини намотування або чисельної кількості, то використовують термін «дозування».

Галузі промисловості, де застосовують дозатори, наведено на рис. 1 [1–2]:

У виробництві досить часто здійснюють процес дозування рідини. Залежно від виробництва, це може бути як дозування звичайної водопровідної води, так і різноманітних водних розчинів хімікатів, хімічних домішок, мийних або дезінфікувальні засоби, олії. У будівництві, наприклад, під час виготовлення цементних розчинів здійснюють процес дозування звичайної водопровідної води згідно з технологічним процесом, заданим рецептурою. Процес дозування також вико-

ристовують на АЗС, під час роботи з апаратами для розливання тощо [3–5].



Рис. 1. Галузі застосування дозаторів

Правильне дозування – основний етап дотримання рецептури та технології. Забезпечити правильне дозування в промислових масштабах можна лише способом використання засобів автоматизації. Проаналізуємо наявні технології дозування.

У процесі розвитку дозування рідини були розроблені різноманітні методи, що придатні для різних типів рідин і паст і мають різну точність дозування. Але всі процеси дозування рідини мають такі характеристики: рідини не течуть під тим самим тиском у трубі; щільність рідини змінюється залежно від кількості домішок, що додаються, бульбашок і температури, отже, її кількість неможливо вирахувати згідно з даними перерізу труби та часу.

Існує чотири основні способи дозування рідини [5–9], що мають різні параметри, наприклад, точність, швидкість, гігієнічність

і ціна. Для різних типів рідин використовують різні способи. Для напоїв потрібно дотримання гігієнічних вимог, для виробництва косметичних і парфумерних засобів необхідне дуже точне дозування, рідини так само відрізняються параметрами в'язкості, наприклад, мінеральні масла або гарячий бітум містять різні характеристики плинності. До вищезазначених чотирьох методів дозування рідини належать такі:

- дозування за вагою (за допомогою тензодатчика);
- дозування за рівнем (за допомогою датчика рівня);
- дозування за об'ємом;
- дозування за масою (за допомогою датчика масової витрати).

Метод дозування за вагою також називається гравіметричним, у ньому використовується тензометричний датчик, який вимірює силу впливу маси тари та продукту, що дозується. Також використовуються стандартні одиниці вимірювання ваги – кілограми та грами.

Під час заповнення тари тензодатчик у режимі «реального часу» визначає кількість продукту в тарі. У разі досягнення заданої величини ваговий контролер зупиняє подачу продукту. Існують цифрові та аналогові тензодатчики. Цифрові містять вбудований перетворювач сигналу, цифровий вигляд, сигнал з аналогових тензодатчиків оцифровується у ваговому терміналі [10–11].

Процес дозування подано на рис. 2.

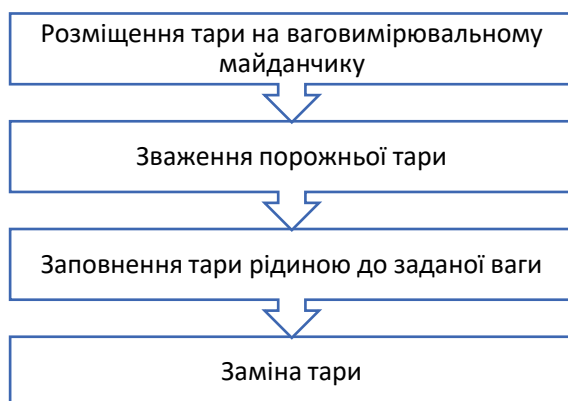


Рис. 2. Процес дозування рідини за вагою

Вагове дозування застосовується в харчовій та хімічній промисловостях, оскільки застосування тензодатчика дозволяє уникнути контакту з продуктом, що дозується. Тензодатчики мають високий ступінь захисту, зокрема до IP68/69K, що дозволяє здійснювати процес їх промивання під тиском.

Прикладами використання такого методу дозування в дорожньому будівництві є дозатори бітуму на асфальтобетонних заводах (АБЗ) [4, 5], а також більш складні пристрої – бітумно-емульсійні машини [12].

Розглянемо як приклад ваговий дозатор бітуму ДБ-03 (рис. 1.4) [13]. Цей дозатор призначений для автоматичного дозування бітуму під час виготовлення асфальтобетонних сумішей. Принцип дії дозатора ґрунтується на визначенні ваги дози.

Ваговий метод можна застосовувати до будь-яких видів продукту (речовин), він є найбільш поширеним. Єдиним винятком є рідини та пасти, які необхідно вимірювати в літрах або см³ і дозувати об'ємним або масовим способом [14].

З усіх розглянутих способів вагове дозування є найбільш універсальним (можна використовувати під час роботи з провідними рідинами, з рідинами, що не проводять, з різною в'язкістю, дозволяє здійснювати гігієнічне розливання), має низьку собівартість, є точним і простим в обслуговуванні.

Залежно від вибраного способу дозування і дозатора було розроблено класифікацію систем управління дозування рідини (рис. 3) [15–16].

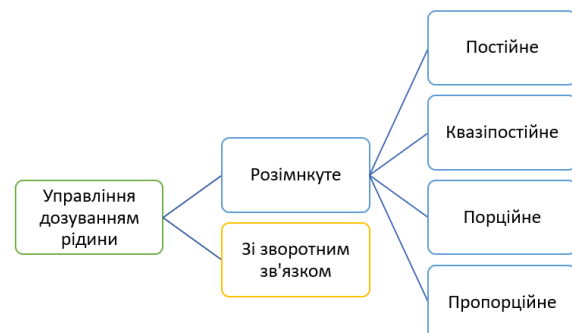


Рис. 3. Класифікація систем управління процесом дозування рідини

Мета та постановка завдання

Мета дослідження – підвищити ефективність управління процесом дозування рідини завдяки розробленню інформаційної технології синтезу системи управління.

Об'єктом дослідження є процес розроблення інформаційної технології синтезу системи управління дозуванням рідини.

Предметом дослідження є моделі вибору елементів системи управління процесом дозування рідини.

У роботі здійснено аналіз та подано класифікацію технології дозування рідини; здійснено аналіз наявних систем управління процесом дозування рідини; розроблено струк-

турну модель інформаційної технології синтезу системи дозування рідини; обґрунтовано критерії та розроблено модель вибору елементів системи управління процесом дозування рідини; розроблено структурну схему комп'ютерної технології системи дозування рідини.

Під час роботи для синтезу системи дозування рідини використовували апаратні засоби та SCADA-системи.

Розроблення структурної моделі технології синтезу системи дозування рідини

Технологія синтезу системи дозування рідини складається з 3 рівнів АСУ ТП (рис 4), тобто оператору АРМ верхнього рівня необхідно надавати таку інформацію:

- про стан та показання датчиків, виконавчих механізмів першого рівня;
- про стан та сигнали керування контролерів другого рівня;
- про роботу допоміжних систем (охоронної, протипожежної тощо);
- надсилати необхідні дані до мережі інтернет відповідно до технології концепції мережі;
- фіксувати наявність аварії, для забезпечення безпеки переводити обладнання в стан «аварія», здійснювати архівування даних та надати дані щодо причини аварії.

Крім того, технологія має забезпечувати ручний, автоматичний та дистанційний режими управління [17]. Під час ручного режиму людина-оператор керує виконавчим механізмом за допомогою пульта оперативного управління, що знаходиться безпосередньо на відповідній виробничій ділянці. Необхідність ручного режиму управління може виникнути, наприклад, у процесі аварійної ситуації. Під час автоматичного режиму роботи АСУ ТП оператор здійснює лише функції контролю та спостереження за роботою технологічного обладнання. У процесі дистанційного режиму оператор АРМ верхнього рівня може втручатися в роботу окремих елементів системи.

Відповідна структурна схема комп'ютерної технології системи дозування рідини наведена на рис. 4.

Апаратно-програмний комплекс містить такі системи:

- станція оператора АРМ на базі персонального комп'ютера зі встановленою SCADA;

- програмований логічний контролер (ПЛК) з відповідним програмним забезпеченням;

- програмне забезпечення сервера даних;
- датчики та первинні перетворювачі контролю технологічних параметрів і станів основного обладнання;
- механізми регулювальних органів.

Першим завданням вирішення будь-якої наукової проблеми, зокрема управління проектом з виготовлення, оброблення та дозування промислової рідини, є визначення чіткого загального питання та декомпозиції його на більш локальні пункти, другим завданням є здійснення аналізу, пошук методів вирішення актуальної проблеми.

Отже, пропонуємо визначити систему дозування промислової рідини як набір складових з різними за змістом напрямками.

Першою складовою є методологічне забезпечення, його зміст полягає у виборі тематичних методів, за допомогою яких стає можливим обґрунтування принципів розроблення самої системи, тобто здійснюється процес створення методологічної основи для самого процесу розроблення. На цьому етапі необхідно вибрати методи для кожного завдання та проаналізувати початкову інформацію.

Найчастіше використовуються такі методи:

- аналіз ієрархій;
- багатокритеріальний аналіз та оптимізація.

Після вибору методологічного забезпечення за допомогою методів, які використовують під час вирішення завдань лінійного програмування з дискретними змінними, визначають моделі. Під час визначення моделей варто враховувати обмеження, які накладаються чинним законодавством, міжнародними та технологічними нормами. Наступним етапом є визначення нормативно-довідкового, юридичного та методичного забезпечення.

Наступною важливою складовою є програмне, апаратне та технічне забезпечення, метою якого є розроблення, придбання та супровід необхідних приладів та програмного забезпечення для нього, що необхідне для здійснення та контролю технологічного процесу дозування промислової рідини. Саме до цієї складової належить інформація про характеристики техніки, її стан, потенційні проблеми, потреби та розвиток необхідних компонентів.

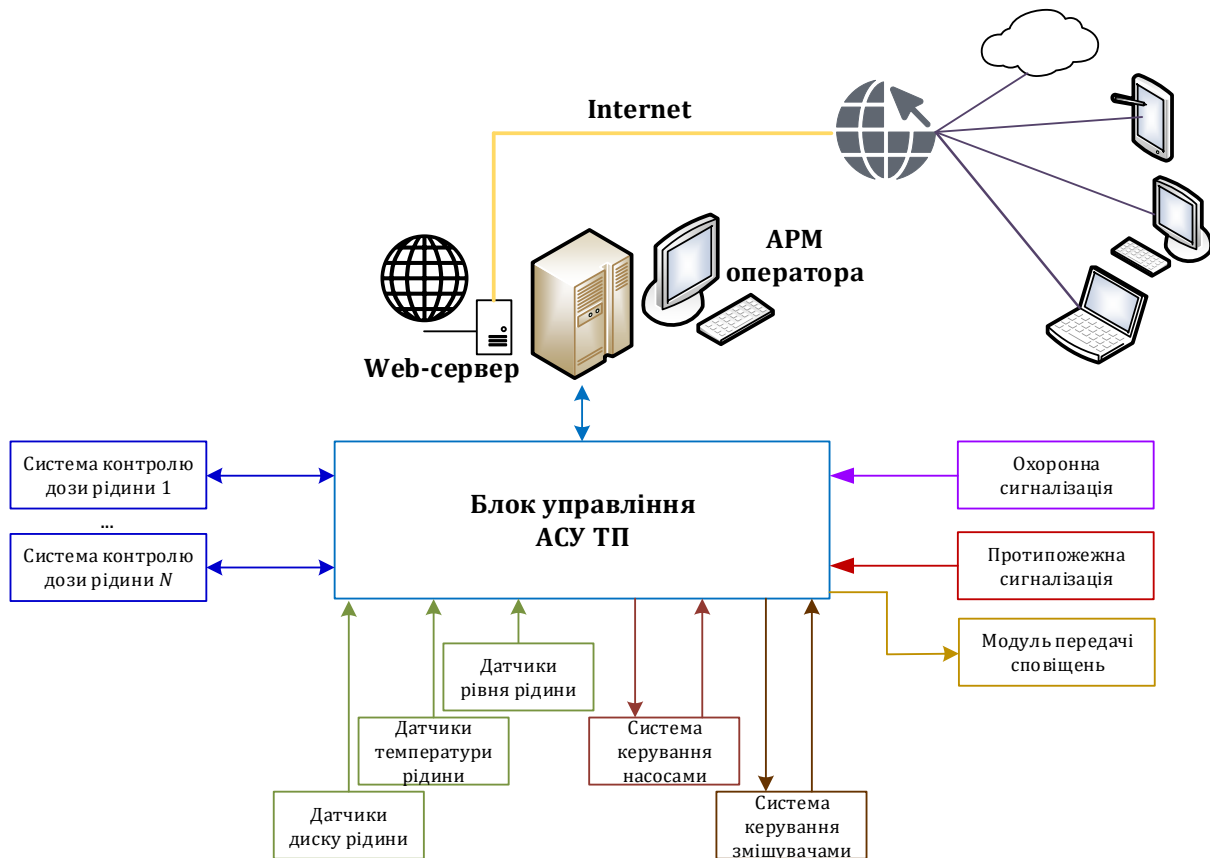


Рис. 4. Структурна схема комп'ютерної технології системи дозування рідини

Наступним етапом є комплектування штату необхідними фахівцями, оскільки навіть за умови найвищого ступеня автоматизації та механізації потрібні інженери для контролю за технікою та менеджери, які будуть вирішувати проблеми. Завдяки цьому відбувається визначення самого процесу виробництва, результат еволюції якого подано до відділу організаційного та кадрового забезпечення.

Проаналізуємо розроблення відповідних моделей вибору (рис. 5), за допомогою яких можемо корегувати та вибирати спосіб розроблення та розвитку проекту, зокрема спосіб автоматизації технологічних процесів. З цією метою необхідно створити декілька моделей, щоб здійснити їхній порівняльний аналіз та/або скомпонувати їх в одну фінальну модель або щоб замовник вибрав одну з цих моделей.

Для розроблення автоматичних технологічних виробничих процесів здійснюється формалізація всіх стадій проекту, організаційних, основних елементів програмно-технічного, кадрового та інформаційного забезпечення. Результати кожного з етапів є вхідними даними для наступних. На кожно-

му з етапів є можливість переходу не тільки до наступного, але й для зміни рішень, що були прийняті раніше, якщо вони вже не є актуальними.

Останнім етапом методики є аналіз результатів. Цикли зворотного зв'язку дозволяють адаптувати розроблені моделі до характеристик відповідних змін замовника протягом усього циклу (рис. 5).

Під час розроблення потрібно враховувати такі принципи:

- принцип визначення вимог до технологій виробництва, рецептури суміші, хімічних, органічних, твердих домішок, що спінюють, технологічного устаткування;
- принцип визначення вимог до процесів управління, організаційних структур, програмних, технічних засобів, кадрового, інформаційного забезпечення проекту;
- принцип синтезу організаційної структури проектів та процесів управління;
- принцип декомпозиції моделі вибору на окремі завдання.

Згідно з останнім принципом декомпозиції на окремі завдання можна визначити такі напрями роботи:

- модель вибору рецептури суміші;



Рис. 5. Структурна модель інформаційної технології системи синтезу дозування рідини

- модель вибору технологічного устаткування;
- модель вибору програмного забезпечення; модель вибору технічного забезпечення;
- моделі визначення організаційних структур проекту;
- моделі визначення кадрового забезпечення проекту;
- моделі організації інформаційних зв'язків в організаційних структурах проекту, корпоративної мережі.

Результати дослідження

Відповідно до розробленої структурної моделі інформаційної технології системи синтезу дозування рідини (рис. 5) наведено результати вибору технічних та програмних засобів системи.

Як приклад вибору технічних засобів наведено вибір ПЛК для АСУ ТП дозування рідини (рис. 6).

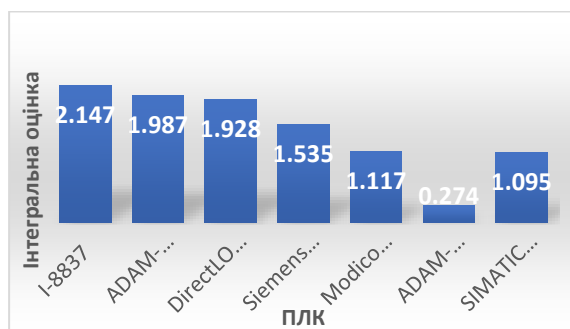


Рис. 6. Діаграма інтегрального аналізу споживчих характеристик ПЛК

Результати отримані на підставі використання математичних моделей, які розроблені з використанням методу багатокритеріального аналізу та оптимізації.

Як приклад вибору програмних засобів наведено вибір SCADA-системи для АСУ ТП дозування рідини (рис. 7).

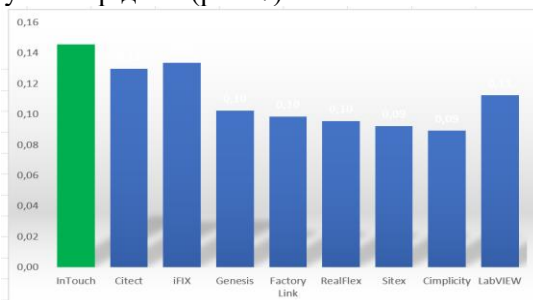


Рис. 7. Рейтинг проаналізованих SCADA-системи

Результати отримані на підставі використання методу аналізу ієрархій.

Висновки

Під час роботи були здійснені такі процеси:

- проаналізовано технології дозування рідини та наведено їхню класифікацію;
- проаналізовано системи управління процесом дозування рідини;
- розроблено структурну модель технології синтезу системи дозування рідини;
- обґрунтовано критерії та розроблені моделі вибору ПЛК та SCADA-системи для синтезу системи управління процесом дозування рідини.

Література

1. Машини та обладнання для будівництва асфальтобетонних покриттів // BudTechnika – Будівельна техніка (довідник). [Електронний ресурс]. URL: <http://budtehnika.pp.ua/118-mashini-ta-obladnannya-dlya-budvniictva-asfaltobetonnih-pokrittiv.html> (дата звернення: 03.02.2023).
2. Ваговий дозатор або об'ємний? // АСВІК ЦЕНТР. [Електронний ресурс]. URL: <https://asvik.kiev.ua/ua/articles/21> (дата звернення: 07.02.2022).
3. Об'ємний дозатор // Технічна енциклопедія TechTrend.com. [Електронний ресурс]. URL: <http://techtrend.com.ua/index.php?newsid=14257> (дата звернення: 05.09.2022).
4. Машина бітумно-емульсійна // Mixservice. [Електронний ресурс]. URL: <https://mixservice.net/products/bitum> (дата звернення: 07.02.2022).
5. Micro Dosing Feedback Control. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.emft.fraunhofer.de/en/research-development/micropumps/micro-dosing-feedback-control.html> (дата звернення: 13.11.2022).
6. Liquid Dosing & Metering. [Електронний ресурс]. URL: <https://knf.com/en/us/solutions/lab-applications/liquid-dosing> (дата звернення: 23.01.2022).
7. Dosing pumps & liquid dosing systems. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.pcm.eu/en/food/applications/dosing-pumps-and-systems> (дата звернення: 20.09.2022).
8. R Jagan Mohan Rao. What is a Dosing Pump? – Types, Advantages, Applications. [Електронний ресурс]. URL: <https://instrumentationtools.com/what-is-a-dosing-pump-types-advantages-applications> (дата звернення: 10.11.2022).
9. Масловський Б. І., Дровозов В. І., Коба О. В. Технології проектування комп'ютерних систем. Київ: Національний авіаційний університет, 2015. 500 с.
10. Синєглазов В. М., Сергєєв І. Ю. Автоматизація технологічних процесів. Київ: Національний авіаційний університет, 2015. 444 с.

11. Автоматизація виробничих процесів / Б. М. Гончаренко та ін. Кіровоград: Лисенко В. Ф., 2016. 352 с.
12. Ельперін І. В. Автоматизація виробничих процесів: підручник. Київ: Ліра-К, 2019. 378 с.
13. Пупена О. М. Розроблення людино-машинних інтерфейсів та систем збирання даних з використанням програмних засобів SCADA: навч. посіб. Київ: Ліра-К, 2020. 594 с.
14. Автоматизована система контролю та управління дозування гіпохлориту натрію (NaClO) // BTS Engineering [Електронний ресурс]. URL: https://bts.net.ua/ua/acy/oborudovanie/acy_tp_xlor/ (дата звернення: 20.09.2022).
15. Як вибрати SCADA систему. [Електронний ресурс]. URL: <http://readonline.com.ua/items/47871-yak-vibrati-scada-sistemu>.
16. Метод аналізу ієрархій <https://dss.tg.ck.ua/ahp-help> (дата звернення: 12.11.2022).
17. AVEVA InTouch HMI. Getting Started Guide. [Електронний ресурс]. URL: <https://cdn.logic-control.com/docs/Wonderware/InTouch/ITGettingStartedGuide.pdf> (дата звернення: 25.11.2022).
18. <https://instrumentationtools.com/what-is-a-dosing-pump-types-advantages-applications> (access date: 10.11.2022).
9. Maslovs'kyj B. I., Drovovozov V. I., Koba O. V. Tehnologii' proektuvannja komp'ju-ternyh system. Kyi'v: Nacional'nyj aviacijnyj universytet, 2015. 500 p.
10. Synjeglazov V. M., Sergejev I. Ju. Avtomatyzacija tehnologi-chnyh procesiv. Kyi'v: Nacional'nyj avia-cijnyj universytet, 2015. 444 p.
11. Avtomatyzacija vyrobnychyh procesiv / B. M. Goncharenko ta in. Kirovograd: Lysenko V. F., 2016. 352 p.
12. El'perin I. V. Avtomatyzacija vyrobnychyh procesiv: pidruchnyk. Kyi'v: Lira-K, 2019. 378 p.
13. Pupena O. M. Rozroblennja ljudyno-mashynnyh interfej-siv ta system zbyrannja danyh z vykorystannjam programnyh zasobiv SCADA: navch. posib. Kyi'v: Lira-K, 2020. 594 p.
14. Avtomatyzovana sistema kontrolju ta upravlinnja dozu-vannja gipohlorytu natriju (NaClO) // BTS Engineering [Electronic resource]. URL: https://bts.net.ua/ua/acy/oborudovanie/acy_tp_xlor/ (access date: 20.09.2022).
15. Jak vybraty SCADA systemu. [Electronic resource]. URL: <http://readonline.com.ua/items/47871-yak-vibrati-scada-sistemu>.
16. Metod analizu ijerarhij <https://dss.tg.ck.ua/ahp-help> (access date: 12.11.2022).
17. AVEVA InTouch HMI. Getting Started Guide. [Electronic resource]. URL: <https://cdn.logic-control.com/docs/Wonderware/InTouch/ITGettingStartedGuide.pdf> (access date: 25.11.2022).

References

1. Mashyny ta obladnannja dlja budivnytva asfal'tobetonnyh pokryttiv // BudTehnika – Budivel'na tehnika (dovidnyk). [Electronic resource]. URL: <http://budtehnika.pp.ua/118-mashini-ta-obladnannya-dlya-budvnytva-asfaltobetonnih-pokryttiv.html> (access date: 03.02.2023).
2. Vagovyj dozator abo ob'jemnyj? // ASVIK CENTR. [Electronic resource]. URL: <https://asvik.kiev.ua/ua/articles/21> (access date: 07.02.2022).
3. Ob'jemnyj dozator // Tehnichna encyklo-pedija TechTrend.com. [Electronic resource]. URL: <http://techtrend.com.ua/index.php?newsid=14257> (access date: 05.09.2022).
4. Mashyna Bitumno – Emul'sijna // Mixservice. [Electronic resource]. URL: <https://mixservice.net/products/bitum> (access date: 07.02.2022)
5. Micro Dosing Feedback Control. [Electronic resource]. URL: <https://www.emft.fraunhofer.de/en/research-development/micropumps/micro-dosing-feedback-control.html> (access date: 13.11.2022).
6. Liquid Dosing & Metering. [Electronic resource]. URL: <https://knf.com/en/us/solutions/lab-applications/liquid-dosing> (access date: 23.01.2022).
7. Dosing pumps & liquid dosing systems. [Electronic resource]. URL: <https://www.pcm.eu/en/food/applications/dosing-pumps-and-systems> (access date: 20.09.2022).
8. R. Jagan Mohan Rao. What is a Dosing Pump? – Types, Advantages, Applications. [Electronic resource]. URL: <https://instrumentationtools.com/what-is-a-dosing-pump-types-advantages-applications> (access date: 10.11.2022).
9. Maslovs'kyj B. I., Drovovozov V. I., Koba O. V. Tehnologii' proektuvannja komp'ju-ternyh system. Kyi'v: Nacional'nyj aviacijnyj universytet, 2015. 500 p.
10. Synjeglazov V. M., Sergejev I. Ju. Avtomatyzacija tehnologi-chnyh procesiv. Kyi'v: Nacional'nyj avia-cijnyj universytet, 2015. 444 p.
11. Avtomatyzacija vyrobnychyh procesiv / B. M. Goncharenko ta in. Kirovograd: Lysenko V. F., 2016. 352 p.
12. El'perin I. V. Avtomatyzacija vyrobnychyh procesiv: pidruchnyk. Kyi'v: Lira-K, 2019. 378 p.
13. Pupena O. M. Rozroblennja ljudyno-mashynnyh interfej-siv ta system zbyrannja danyh z vykorystannjam programnyh zasobiv SCADA: navch. posib. Kyi'v: Lira-K, 2020. 594 p.
14. Avtomatyzovana sistema kontrolju ta upravlinnja dozu-vannja gipohlorytu natriju (NaClO) // BTS Engineering [Electronic resource]. URL: https://bts.net.ua/ua/acy/oborudovanie/acy_tp_xlor/ (access date: 20.09.2022).
15. Jak vybraty SCADA systemu. [Electronic resource]. URL: <http://readonline.com.ua/items/47871-yak-vibrati-scada-sistemu>.
16. Metod analizu ijerarhij <https://dss.tg.ck.ua/ahp-help> (access date: 12.11.2022).
17. AVEVA InTouch HMI. Getting Started Guide. [Electronic resource]. URL: <https://cdn.logic-control.com/docs/Wonderware/InTouch/ITGettingStartedGuide.pdf> (access date: 25.11.2022).

Петренко Юрій Антонович, д.т.н., проф. каф. автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, petrenko.yuriy_an@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4596-8870>,

Гурко Володимир Олександрович, асистент кафедри комп'ютерних технологій і мехатроніки, volgurko@khadi.kharkov.ua, ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-9216-6682>,

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, 61002, Україна.

Information technology of synthesis of liquid dosing process control system

Abstract. Problem. Currently, different solutions are available on the global market for liquid dosing. There is no universal technology, as the same substances can be dosed using different types of equipment. Therefore, manufacturers face the complex task of determining the most optimal kind of equipment to achieve their goals. These issues are a complex multi-criteria scientific problem, and to effectively address them, it is necessary to develop a tech-

nology for synthesizing a liquid dosing control system using multi-criteria optimization methods in different conditions of information determinacy. **Goal.** The paper aims to increase the efficiency of liquid dosing control by developing information technology for the control system synthesizing. The object of the paper is the process of information technology development for synthesizing the liquid dosing control system. The subject of the paper is the models for the selection of hardware and software for the liquid dosing control system. **Methodology.** The study analyses and provides a classification of liquid dosing technology and analyses existing liquid dosing control systems. A structural model of information technology for synthesizing a liquid dosing control system is developed, and criteria for selecting the elements of the liquid dosing control system are justified. A model for selecting PLC and SCADA systems for synthesizing the liquid dosing control system is also developed using hierarchical analysis methods and multi-criteria evaluation and optimisation. **Results.** The paper resulted in the following: analysis and classification of liquid dosing technology; analysis of existing liquid dosing control systems; development of a structural model of the information technology of synthesizing a liquid dosing control system; justification of criteria for selecting the elements of the liquid dosing control system, and the development of a model for selecting PLC and SCADA systems for the synthesis of the liquid dosing control system using hierarchical analysis methods

and multi-criteria evaluation and optimisation. **Originality.** Further development of the methods of hierarchy analysis and multi-criteria assessment and optimization has been achieved by applying them to a specific field – the development of models for selecting hardware and software for the liquid dosing process control system. **Practical value.** The proposed information technology of synthesizing a liquid dosing control system, as well as the mathematical models for selecting hardware and software for the liquid dosing process control system, will reduce the time and cost required to develop such a system.

Key words: control system, liquid dosing process, assessment criteria, hierarchy analysis method, SCADA.

Petrenko Yuri, professor, Doct. of Science, Department of Computer Automation and Computer-Aided Technologies, petrenko.yuriy.an@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4596-8870>,

Hurko Volodymyr, Teaching assistant, Kharkiv National Automobile and Highway University, volgurko@khadi.kharkov.ua, ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-9216-6682>,

Kharkiv National Automobile and Highway University, 25, Yaroslava Mudrogo str., Kharkiv, 61002, Ukraine.
