

УДК 378.147

DOI <https://doi.org/10.32840/1992-5786.2019.64-2.19>**В. П. Опанасенко**

кандидат педагогічних наук, старший викладач кафедри професійної освіти та технологій сільськогосподарського виробництва Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка

ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ MASTERSCADA В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ПЕДАГОГІВ ПРОФЕСІЙНОГО НАВЧАННЯ

У статті автор розкриває особливості використання інструментального програмного засобу MasterSCADA під час вивчення майбутніми педагогами професійного навчання фахових дисциплін циклу професійної підготовки, таких як «Сільськогосподарські та меліоративні машини»; «Електропривод та використання електроенергії з основами автоматизації сільського господарства»; «Технологія виробництва та переробки продуктів рослинництва», «Технологія виробництва і переробка продуктів тваринництва», що дозволяє в рамках їхньої наскрізної підготовки забезпечити наочність як етапів проектування автоматичних систем керування технологічними процесами, так і самої технології сільськогосподарського виробництва. На його думку, це забезпечує цілісність сприйняття навчального матеріалу та системність навчання, а підготовка фахівців із застосуванням такого роду засобів навчання дозволяє підвищити рівень компетентності студентів під час експлуатації сучасних автоматизованих систем керування сільськогосподарськими комплексами та розуміння місця виробничого процесу у загальній структурі сільськогосподарського виробництва.

Автор також наводить перелік найбільш поширених в Україні закордонних SCADA-програм, їхніх функціональних можливостей для реалізації завдань автоматизованих робочих місць операторів технологічних процесів та розкриває практичні аспекти використання інструментальних програмних засобів SCADA/HMI профільного спрямування, що імітують автоматизовані системи управління технологічними процесами (на прикладі програми MasterSCADA).

Автором визначено, що використання цих програм у навчальному процесі підготовки майбутніх фахівців під час вивчення ними фахових дисциплін циклу професійної підготовки дозволяє покращити сприйняття перебігу технологічних процесів від окремого обладнання, цеху до виробничого комплексу або заводу загалом; активізувати навчально-пізнавальну діяльність студентів; здійснювати експериментальні дослідження технологічних процесів за різних умов (штучних чи природних) як під час аудиторних занять, так і в позааудиторний час; забезпечити можливість здійснювати контроль за процесом та рівнем засвоєння навчального матеріалу; розвивати самостійність майбутніх фахівців протягом усіх етапів роботи з автоматизованими робочими місцями; реалізувати міжпредметні зв'язки; впровадити дистанційні форми навчання; підготувати фахівців до аналізу, прийняття рішень та здійснення відповідних дій під час аварійних та нештатних ситуацій на виробництві.

Також розглянуто графічну підсистему автоматизованого робочого місця оператора програми MasterSCADA з її можливістю відбиття у вікнах сторінок технологічних процесів (мнемосхем), трендів, тривоги, іншої службової інформації, а також використання анімації кольору, руху на прикладі насосної станції.

Ключові слова: педагог професійного навчання, графічний людино-машинний інтерфейс, SCADA/HMI, MasterSCADA психологічна умова, провідні чинники, дослідницька діяльність, дослідницькі уміння.

Постановка проблеми. Однією з найважливіших умов вдосконалення сільськогосподарського виробництва, підвищення економічного розвитку держави та життєвого рівня її громадян є прискорення науково-технічного прогресу, ефективне використання ресурсощадних технологій та виробничого потенціалу з одночасним оновленням або переозброєнням матеріально-технічної бази сільського господарства на засадах подальшого розвитку механізації та автоматизації виробництва.

На сучасному етапі науково-технічного, економічного та соціально-політичного розвитку країни

практично всі напрями народного господарства потерпають від нестачі не тільки кваліфікованих інженерів, робітників, а й викладачів професійного навчання, які й повинні готувати майбутніх фахівців. Це дійсно велика проблема для ринку праці не тільки України, але й усього цивілізованого світу.

Необхідно також враховувати мотивацію до опанування молоддю виробничими спеціальностями та фахом майстра виробничого навчання. Сьогодні молоде покоління прагне до опанування найпередовішими сучасними технологіями у всіх сферах виробництва і бажано у великих містах,

або навіть в інших країнах де заробітна плата відповідно більше, ніж в регіонах. Це стає великою проблемою, бо більшість виробництв знаходиться у віддалених регіонах країни, де найшвидше відбувається відтік найбільш перспективних трудових ресурсів. Якщо вести розмову про професійні (професійно-технічні) навчальні заклади освіти, що також знаходяться у віддалених від обласних центрів то ситуація ускладнюється, ще й занепадом матеріально-технічної бази, що не дає змогу не те що вести мову про найпередовіші технології, але взагалі хоч відповідати межі якості освіти.

У зв'язку з цим, для забезпечення якісної підготовки та відповідного рівня професійної компетентності майбутнього працівника сільськогосподарського виробництва та, відповідно, і педагогів професійного навчання, що будуть їх готувати, мають бути оновлені як зміст фахових дисциплін, так і засоби формування професійних компетентностей, знань та умінь роботи з такими системами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Використання інформаційних технологій в навчальному процесі під час освітньої діяльності студентів розглядали у своїх працях: В.Ю. Биков, Б.С. Гершунський, Р.С. Гуревич, М.І. Жалдак, К.К. Колін, В.М. Мадзігон, Ю.І. Машбиць, П.І. Підкасистий, Є.С. Полат, І.В. Роберт, А.В. Хуторський, Д.В. Чернілевський, І.В. Ставицька та інші. Проблеми використання інструментального програмного забезпечення класу SCADA/HMI у процесі підготовки майбутніх фахівців присвятили свої дослідження такі вчені, як В.Т. Діордієв, В.М. Дубовой, Р.В. Казьмірович, А.О. Кашкар'єв, І.А. Орловський, А.М. Стрюк [1; 2; 3].

За останні роки розвитку сільськогосподарського виробництва в Україні відбувся перехід від апаратних (релейних) до сучасних автоматизованих систем управління технологічними процесами (далі – АСУТП) на основі використання людино-машинного інтерфейсу (HMI – Human-Machine Interface), який є частиною автоматизованого робочого місця (далі – АРМ) оператора. Під «машиною», в цьому випадку, розуміється система з усіх технічних засобів, що бере участь у процесі вимірювання, контролю та управління показниками технологічного процесу, сповіщення з допомогою звукової та світлової сигналізації про стан та режими роботи обладнання, а під «людиною» – оператор-технолог, який бере безпосередню участь у процесі управління [1, с.73]. З огляду на те, що людина безпосередньо бере участь у процесі управління, вона є відповідальною частиною цієї системи, оскільки остаточне рішення залишається за нею.

Таким чином, є необхідність використання вищезазначених інструментальних програмних засобів профільного спрямування, що імітують автоматизовану систему управління технологіч-

ним процесом, як засобів в межах тем занять, що передбачають вивчення технологічних процесів. Суттєвою перепоною на цьому шляху є відсутність доступного для професійних (професійно-технічних) закладів освіти навчального програмного забезпечення такого класу.

Мета статті. Розглянути практичні аспекти використання інструментального програмного забезпечення MasterSCADA в освітньому процесі підготовки майбутніх педагогів професійного навчання під час вивчення ними дисциплін циклу професійної підготовки, що дозволяють забезпечити їх ознайомлення як з технологіями, технологічними процесами сільськогосподарського виробництва, так і з роботою їх автоматичних систем керування.

Виклад основного матеріалу. Одним зі шляхів розв'язання зазначеної проблеми є використання викладачем інструментального програмного забезпечення класу SCADA/HMI, яке значно спрощує розробку прикладного програмного забезпечення для реалізації АРМів різного призначення.

Зауважимо, що основним принципом розробки та використання цих інструментів є конфігурування замість програмування. Це спрощує освоєння цього програмного забезпечення викладачем та полегшує йому створення мнемосхем технологічних процесів для підготовки майбутнього кваліфікованого робітника, адже різко зменшує витрачений час та вірогідність помилок під час створення АРМів, які у своїй базовій частині мало залежать від особливостей виробництва.

У світі налічуються значна кількість компаній, що активно займаються розробкою і розповсюдженням таких програм. В Україні найбільшого поширення набули такі закордонні SCADA-програми:

InTouch	(Wonderware в складі Schneider Electric, США)
Genesis	(Iconics, США)
WinCC	(Siemens, Німеччина)
Vijeo Citect	(Schneider Electric, Франція)
Zenon	(Copa Data, Австрія)

Серед вітчизняних розробників можна назвати відому фірму «Мікрол», яка постачає свою програму Visual Intellect.

Більшість програм SCADA/HMI має типовий набір функціональних можливостей для реалізації завдань АРМів: збір інформації про контрольовані технологічні параметри (даних реального часу) з контролерів та засобів віддаленого вводу/виводу; графічне представлення стану технологічного процесу та обладнання в зручній для сприйняття формі у вигляді мнемосхем; вторинна обробка інформації (масштабування, обмеження вводу, перевірка коректності тощо); приймання команд оператора і передача їх на контролер або засіб

віддаленого виводу; збереження даних реального часу в архівах даних і графічне представлення історичної інформації в зручній для сприйняття формі у вигляді графіків, гістограм тощо; сповіщення експлуатаційного та обслуговуючого персоналу про виявлені аварійні події в технологічному процесі та програмно-апаратних засобах; фіксація в електронних журналах виникнення аварійних подій у контрольованому технологічному процесі та дій експлуатаційного персоналу; формування звітів на основі архівної інформації, тривоги та даних реального часу; обмін інформацією з автоматизованими системами управління виробництвом та підприємством у складі інтегрованих систем управління; підтримка мов програмування високого рівня, наприклад, VBA; захист від несанкціонованого доступу до компонентів і файлів [1, с. 75].

Загальний вигляд графічного людино-машинного інтерфейсу (HMI) суттєво залежить від типу технологічного процесу, прийнятих стандартів (корпоративних, галузевих) на побудову автоматизованих систем та індивідуальних потреб замовника (наприклад, технологів, інженерного персоналу). Найбільшого розповсюдження набув інтерфейс – багатовіконний з можливістю відображення у вікнах сторінок процесу, трендів, тривоги та іншої службової інформації. З огляду на те, що вся доступна інформація не може вміститися в одному вікні, в один момент відображається тільки одна сторінка процесу. Такі сторінки можуть називатися по-різному, залежно від термінології прийнятої для вибраної SCADA/HMI. Сторінки, які призначені для відображення технологічного процесу або його частини, часто називають мнемосхемами. Найбільш типовим є побудова графічного інтерфейсу АРМ таких програм: Simple-Scada 2; SCADOffice 11.5 (для будівельних спеціальностей); MasterSCADA.

Використання цих програм у навчальному процесі підготовки майбутнього фахівця під час вивчення ним спеціальних дисциплін циклу професійної підготовки («Сільськогосподарські та меліоративні машини», «Електропривод та використання електроенергії з основами автоматизації сільського господарства», «Технологія виробництва та переробки продуктів рослинництва», «Технологія виробництва і переробка продуктів тваринництва» тощо) дозволяє:

- покращити сприйняття перебігу технологічних процесів від окремого обладнання, цеху до виробничого комплексу або заводу загалом;
- активізувати навчально-пізнавальну діяльність здобувачів освіти;
- здійснювати експериментальні дослідження технологічних процесів за різних умов (штучних чи природних) як у навчальній, так і в позанавчальній період;

- забезпечити можливість здійснювати контроль за процесом та рівнем засвоєння навчального матеріалу;

- розвивати самостійність майбутніх фахівців протягом усіх етапів роботи з АРМ-ми;

- реалізувати міжпредметні зв'язки;

- впровадити дистанційні форми навчання;

- підготувати фахівців до аналізу, прийняття рішень та здійснення відповідних дій під час аварійних та нештатних ситуацій на виробництві.

Розглянемо, наприклад, графічну підсистему (HMI) АРМ оператора програми MasterSCADA.

Інтерфейс програми є багатовіконним з можливістю відображення у вікнах сторінок технологічних процесів (мнемосхем), трендів, тривоги та іншої службової інформації. З огляду на те, що вся доступна інформація не може вміститися в одному вікні, в один момент відображається тільки одна сторінка процесу.

На рис. 2. зображено приклад загального вигляду екрана, де мнемосхема процесу займає більшу його частину. Такий спрощений вигляд установки з відображенням значень технологічних параметрів у плинний момент часу дає майбутньому фахівцеві найбільш вичерпну інформацію про перебіг технологічного процесу.

Для перегляду детальної інформації інших частин процесу студент повинен відкрити іншу сторінку з допомогою панелі керування, меню (рис. 3.) або інших елементів управління.

Для виконання конкретних дій, введення команд або перегляду уточнювальної інформації чи тимчасового відображення низки параметрів на сторінках передбачено можливість використовувати діалогові вікна, що відкриваються поверх основного та не заважають перегляду його вмісту.

У графічній підсистемі є головна мнемосхема, де відображається найбільш загальна інформація про весь процес. Це зумовлено виробничою доцільністю, оскільки неможливо ні кваліфікованому робітнику, ні, тим більше, здобувачу освіти, вчасно реагувати на зміни параметрів, постійно переходячи на інші сторінки. Кількість сторінок процесу не обмежується системою, а для забезпечення надійності контролю технологічних параметрів застосовується підсистема тривоги, що відстежує їхні значення з метою запобігання досягнення аварійних меж.

Зауважимо, що під час створення мнемосхеми технологічного процесу викладач повинен розробляти графічну підсистему таким чином, щоб тривоги, що виникають, відразу привертати увагу студента. Тобто вікно тривоги під час аварійних перевищень параметрів повинно бути постійно видимим, а сам параметр має окремо підсвічуватись, що вказуватиме на наявність нештатної ситуації в системі. Саме такий підхід реалізується під час розробки виробничих варіантів АРМів опе-

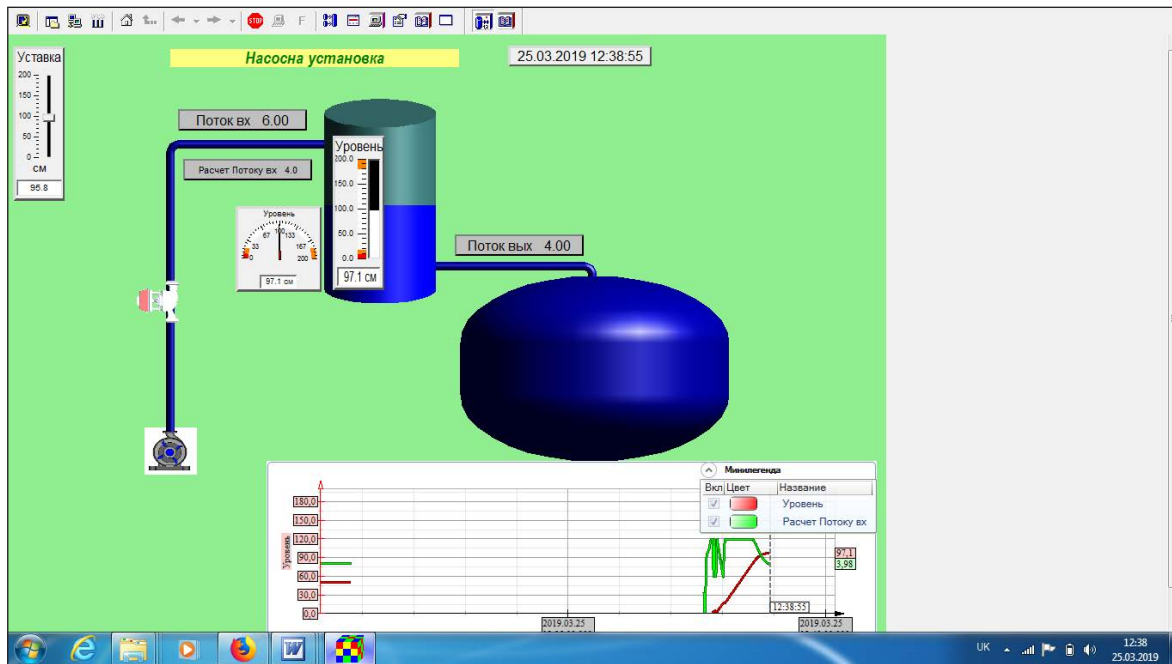


Рис. 2. Мнемосхема насосної установки програми MasterSCADA

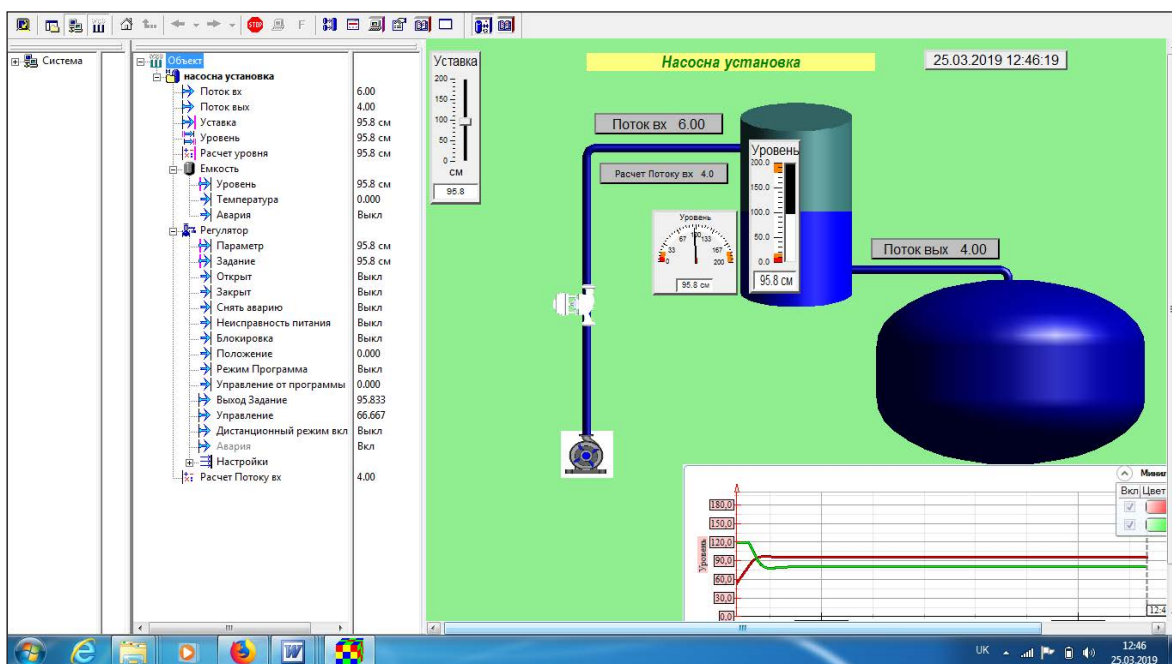


Рис. 3. Вид экрана з відкритими командними вікнами

раторів технологічних процесів в сільському господарстві.

Інформація про значення параметрів технологічного процесу, що вивчається, повинна бути надана в такому вигляді, щоб майбутній фахівець швидко визначив загальний стан процесу. З цією метою, окрім відображення значення величини у вигляді тексту, можна використовувати різного типу зміни властивостей графічного об'єкта, зокрема:

- кольору;
- тексту;
- видимості;
- вигляду зображення;
- геометричних розмірів;
- заповнення;
- позиції на екрані;
- кута повороту.

Анімація кольору використовується для показу стану змінної процесу або обладнання чи агрегату.

Яскраві червоні та жовті кольори заведено використовувати для сигналізації відповідно аварійного та передаварійного стану, а всі інші – для уточнення діапазону робочого стану. Сьогодні більшість компаній-розробників рекомендують використовувати як фонові кольори саме білий, чорний та відтінки сірого. Інші кольори рекомендують використовувати для виділення станів елементів, на які особливо треба звернути увагу, або для розрізнення елементів між собою (трубопроводи з різною рідиною, шнеки, норії, графіки на трендах тощо).

Так, наприклад, для відображення стану дискретної змінної (типу увімкнено/вимкнено) можна використати два кольори: зелений – для позначення стану «увімкнено», а сірий – для стану «вимкнено», або пару білий/темно-сірий. У будь-якому випадку призначення кольорів необхідно заздалегідь погодити у всіх мнемосхемах технологічних процесів, що вивчаються здобувачами освіти.

Стан аналогової змінної теж можна показати у вигляді зміни кольору елемента або його частини. У цьому випадку колір може вказувати на діапазон, у якому знаходиться значення змінної (див. Рис. 4.). У такий спосіб під час аналізу стану технологічних параметрів процесу студент може швидко орієнтуватися, чи знаходиться змінна в нормі або в якому технологічному режимі знаходиться установка, технологічна лінія чи весь комплекс. Зміна кольору елемента також часто використовується для сигналізації.

Стан періодичного процесу також може відображатися у вигляді різних кольорів. Так, стани

«ПУСК», «СТОП», «БЛОКУВАННЯ», «ПАУЗА» можуть відображатися на одному й тому самому елементі у вигляді однойменних написів з різним кольоровим підсвічуванням. Крім того, активний етап процесу можна показати на діаграмі станів у вигляді яскравого елемента.

Поряд з кольором та текстом нерідко використовується миготіння. Цей тип анімації в основному призначений для привертання уваги до події, що виникла та потребує відповідного рішення та дії. Найчастіше миготіння використовується в підсистемі тривоги, де фахівець повинен підтвердити факт, що він побачив тривогу.

Одним із найбільш наочних способів представлення аналогової величини є показ ступеня наповненості фігури у відсотковому відношенні (залівки). На рис. 3, 4 показано приклад заливки водонапірного котла насосної установки як відображення його рівня наповнення.

Хоч інтуїтивно заливка підходить для відображення рівня заповнення, анімацію заповнення використовують для будь-яких аналогових змінних процесу. Як правило, для цього в засобах SCADA/HMI доступні стандартні елементи, які заведено називати стовпчиковими діаграмами, або гістограмами, тощо. Стовпчикові діаграми – такі, на яких, окрім самого стовпчика, показано вимірювальну шкалу, а також відображено аварійні та попереджувальні межі, щоб майбутній фахівець бачив, у якому діапазоні зараз знаходиться величина.

З допомогою анімації руху по вертикалі чи по горизонталі можна показувати як значення вимірюваної величини, так і значення уставки (заданого або бажаного значення).

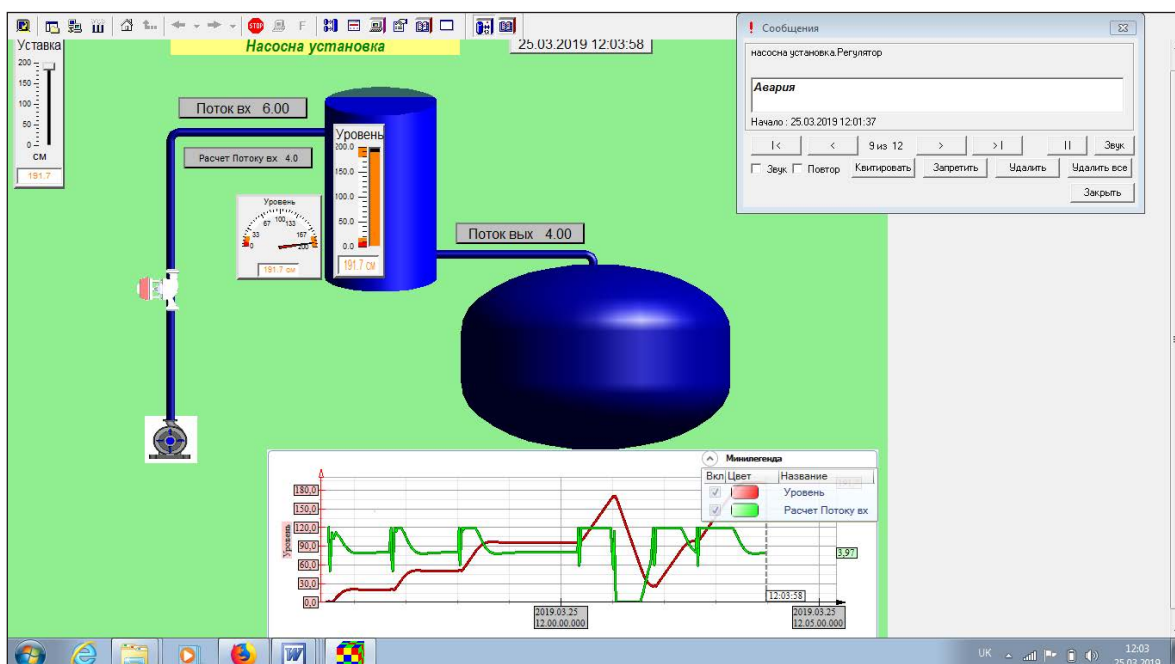


Рис. 4. Відображення граничних (аварійних) режимів роботи установки на мнемосхемі зміною кольора

Анімація обертання (зміна кута повороту), як правило, використовується в стрілкових індикаторах. Цей тип графічних елементів інтуїтивно зрозумілий студентові, а така інформація швидко сприймається. Комбінація з анімацією кольору поліпшує процес сприйняття.

Для відображення тенденції зміни значення технологічних змінних використовуються самописці, які також називають трендами реального часу. Так, на рис. 4. показано процес побудови таким самописцем графіків зміни рівня у напірному котлі та вхідного потоку з відміткою заданих значень у вигляді прямокутників, зафарбованих зеленим та червоним кольорами. На цій мнемосхемі самописець дає оператору уявлення про зміну вхідного потоку закачуваної рідини, оскільки різке його підвищення або падіння може вказувати на вихід з ладу автоматичного регулятора. Слід зазначити, що в даному випадку абсолютна величина рівня не має такого значення, як його зміна в часі.

Сучасні програми SCADA/HMI дають можливість, залежно від значення змінних, вмикати або вимикати мультимедійний контент, наприклад фільми, аудіо або різного типу анімацію GIF, Flash тощо. Однак не слід зловживати цими засобами, тому що їхнє надмірне використання тільки погіршує процес сприйняття інформації та адекватну оцінку стану процесу.

Висновки та пропозиції. Отже, використання програмного забезпечення SCADA/HMI у рамках наскрізної підготовки майбутніх фахівців дозво-

ляє забезпечити наочність як етапів проектування автоматичних систем керування технологічними процесами, так і самої технології сільськогосподарського виробництва, що дає змогу цілісного сприйняття навчального матеріалу та системності навчання. Підготовка фахівців із застосуванням такого роду засобів навчання дозволяє підвищити рівень компетентності студентів під час експлуатації сучасних АСК сільськогосподарських комплексів та розумінні місця виробничого процесу у загальній структурі сільськогосподарського виробництва.

Список використаної літератури:

1. Вовк Б.І., Опанасенко В.П. Інформаційно-комунікаційні технології в організації самостійної роботи майбутніх викладачів практичного навчання ПТНЗ як умова формування самоосвітньої компетентності. *Науковий вісник Мукачевського державного університету. Серія «Педагогіка та психологія»*. Мукачево, 2017. № 1 (5). С. 72–76.
2. Ігнатенко С.В., Єрмоленко Є. І. Віртуальні динамічні моделі як засіб формування фахових компетенцій майбутніх інженерів-педагогів. *Педагогіка вищої та середньої школи*. Кривий Ріг, 2014. Вип. 43. С. 178–182.
3. Ковальчук В.І., Кириченко М.О., Сергеева Л.М. Професійний розвиток педагогічних працівників в умовах інформаційного суспільства: кол. монографія. Київ, 2018. С. 133–157.

Opanasenko V. Practical aspects of MasterSCADA using in the educational process of intending vocational teachers training

The author of the article dwells on the peculiarities of using MasterSCADA instrumental software in the educational process aimed at learning special subjects of the cycle of vocational training such as: "Agricultural and reclamation machines"; "Electric drive and electricity usage with the basics of agriculture automation"; "Technology of production and processing of crop products"; "Technology of production and processing of products of livestock" by intending teachers of professional training. In the process of their training it allows to provide visibility of both the stages of automatic control systems of technological process designing and the technology of agricultural production itself. In his opinion, the above mentioned steps will ensure the integrity of the perception of the educational material and will make systematic the process of training whereas teaching specialists when such aids are used in the process of training can increase the level of students competence to operate modern automated agricultural systems and to understand the place of production process in the overall structure of agricultural production.

The author also gives a list of the most commonly spread foreign SCADA programs in Ukraine, their functional capabilities for the realization of the tasks of automated workplaces of process operators, and reveals the practical aspects of the use of SCADA/HMI instrumental software tools which simulate automated process control systems, for example, of the program MasterSCADA

The author determines that the use of these programs in the process of teaching the intending specialist during their studying special subjects of the cycle of professional training allows: to improve the perception of the flow of technological processes from separate equipment, workshop to the entire production complex or factory; to intensify educational and cognitive activity of students; to carry out experimental research of technological processes under different conditions (artificial or natural) both at classroom lessons and in the process of their self-studying; to provide an opportunity to control the process and level of mastering the educational material; to develop the independence of intending specialists at all stages of work with automated workplaces; to implement interdisciplinary connections; to introduce distance learning forms; to prepare specialists for analysis, decision-making and implementation of appropriate actions in emergency and extraordinary situations at the workplace.

It is also considered the graphical subsystem of the automated workplace of the MasterSCADA program operator with its ability to display the pages of technological processes (mimicry), trends, alarms, other official information, as well as the usage of color animation, movement on the example of a pumping station.

Key words: teacher of professional training, graphical human-machine interface, SCADA/HMI, MasterSCADA psychological condition, leading factors, research activity, research skills.