

УДК 004.42

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2021.6.6>

ОСОБЛИВОСТІ ПРОГРАМУВАННЯ ПАНЕЛІ ОПЕРАТОРА ИП320 ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ ЯК ЛЮДИНО-МАШИННОГО ІНТЕРФЕЙСУ

Лісовець С.М. – кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри автоматизованого управління технологічними процесами
Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського
ORCID ID: 0000-0003-3643-046X

Омецинська Н.В. – кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри загальноінженерних дисциплін та теплоенергетики
Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського
ORCID ID: 0000-0002-8938-7189

Гуйда О.Г. – кандидат наук з державного управління,
завідувач кафедри комп'ютерних та інформаційних технологій
Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського
ORCID ID: orcid.org/0000-0002-2019-2615

Скрипка К.І. – кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри автоматизованого управління технологічними процесами
Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського
ORCID ID: orcid.org/0000-0003-3529-3918

Ківа І.Л. – кандидат технічних наук,
доцент кафедри автоматизованого управління технологічними процесами
Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського
ORCID ID: 0000-0002-2920-5312

Проектування систем керування або окремих контурів таких систем часто полягає в обміні даними з такими системами, що передбачає отримання і передачу інформації про різні виробничі параметри. Сучасні системи керування є досить складними, і більшість з них передбачає участь в їхній роботі людини. Своєю чергою для людини зручною є наявність людино-машинного інтерфейсу, тобто, наприклад, формування команд за допомогою кнопок, а здійснення сигналізації за допомогою звуку і світла. Одними з елементів людино-машинного інтерфейсу є панелі керування, призначені для керування нескладними виробничими процесами або окремими виробничими операціями. Особливістю таких панелей керування часто є невеликий розмір їх екрана, на якому потрібно розмістити власні елементи керування (рядки для введення і виведення значення виробничих параметрів, графіки для відображення виробничих параметрів і так далі), та значна кількість таких параметрів.

Обмінюватися даними з панеллю оператора ИП320 можна, тільки використовуючи протокол Modbus RTU, згідно з яким один Modbus-регістр утримує рівно 16 біт. Зазвичай кожний з виробничих параметрів систем керування має свою «розрядність» (наприклад, для передачі стану кнопки достатньою є розрядність 1 біт, для передачі значення температури або витрат – 32 біта, для передачі текстового повідомлення – кількість бітів, кратна 8). Відповідно до цього розподіл виробничих параметрів систем керування між Modbus-регістрами часто має досить запутаний вигляд.

Тому перед введенням панелі оператора ИП320 в експлуатацію в конкретному виробничому процесі її доцільно протестувати в різних режимах роботи, для чого можна створити на персональному комп'ютері власну SCADA-систему і послідовно, перебираючи один за одним власні елементи керування панелі оператора ИП320, проаналізувати всі особливості їх роботи.

Для цього на персональному комп'ютері на мові програмування C# у середовищі програмування Visual Studio 2022 була створена невелика власна SCADA-система, яка показала ефективність і доцільність своєї роботи.

Ключові слова: виробничий параметр, елемент керування, людино-машинний інтерфейс, панель оператора, система керування.

Lisovets S.M., Ometsynska N.V., Guida O.G., Skrypka K.I., Kiva I.L. Features of operator panel programming ИП320 for use as a human-machine interface

Designing control systems or individual circuits of such systems often involves exchanging data with such systems, which involves obtaining and transmitting information about various production parameters. Modern control systems are quite complex, and the vast majority of them involve participation in their human work. In turn, it is convenient for a person to have a human-machine interface, that is, for example, forming commands using buttons, and making alarms using sound and light. One of the elements of the human-machine interface are control panels designed to control simple production processes or individual production operations. A feature of such control panels is often the small size of their screen, on which you need to place your own controls (rows for entering and output values of production parameters, graphs for displaying production parameters, and so on), and a large number of such parameters.

It is ИП320 possible to communicate with the operator's panel only using the Modbus RTU protocol, according to which one Modbus case holds exactly 16 bits. Usually, each of the production parameters of the control systems has its own "bit" (for example, to transmit the status of the button is sufficient 1 bit, to transmit the value of temperature or flow – 32 bit, to transmit the text message – the number of bits, multiple of 8). Accordingly, the distribution of production parameters of control systems between Modbus-registers often has a rather confusing appearance.

Therefore, before putting the operator's panel into operation in a specific production process, it is advisable to test it in different modes of operation, for which you can create your own SCADA-system on a personal/industrial computer and sequentially, sorting out your own control panels of the operator's ИП320, analyze all the features of their work.

To do this, a small own SCADA-system was created on a personal computer in the C# programming language in the Visual Studio 2022 programming environment, which showed the effectiveness and feasibility of its work.

Key words: production parameter, control element, human-machine interface, operator panel, control system.

Постановка проблеми. Під час проектування систем керування (або контурів систем керування, якщо такі системи є складними) виробничими процесами в загальному випадку вирішується задача керування тими виробничими параметрами, які задають хід такого виробничого процесу. Це температура, рівень, тиск, витрати і так далі. Залежно від того, як ці виробничі параметри повинні змінюватися, використовуються ті або інші закони керування і відповідні їм засоби автоматизації. Деяка частина систем керування може працювати автономно протягом досить довгого часу: мається на увазі протягом кількох робочих змін або навіть протягом кількох днів чи тижнів. Наприклад, бойлер для підтримання температури води на заданому рівні автономно працювати може дуже довго. Але більшість сучасних систем керування (особливо ті, які мають складну будову з багатьма входами і виходами), потребують постійного (або через невеликі проміжки часу) нагляду за своєю роботою.

Для здійснення такого нагляду необхідне застосування елементів людино-машинного інтерфейсу (Human Machine Interface – HMI), і, за необхідності, їх програмування. Загалом людино-машинний інтерфейс тісно пов'язаний з ергономікою і охоплює такі поняття, як створення робочих місць, освітлення робочих місць, розміщення на робочих місцях приладів і органів керування, відтворення на робочих місцях мікроклімату і так далі. Що стосується безпосередньо систем керування виробничими процесами, то для них людино-машинний інтерфейс часто полягає у створенні дистанційного каналу керування виробничими параметрами. Такий канал передбачає використання таких засобів автоматизації, як панелі оператора, пульти керування, панельні контролери, вбудовувані комп'ютери, промислові комп'ютери і так далі.

Одним з таких засобів автоматизації є панель оператора ИП320 виробництва ТОВ «ВО ОВЕН» (м. Харків, Україна) [1; 2]. Вона являє собою монохромний рідиннокристалічний дисплей з роздільною здатністю (див. рис. 1).



Рис. 1. Схема електрична під'єднання панелі оператора ИП320

Для того щоб панель оператора ИП320 коректно працювала, її необхідно запрограмувати.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Панель оператора ИП320 підтримує два інтерфейси: RS-232 і RS-485 (див. рис. 2). З'єднатися з цими інтерфейсами можна або напряму, або за допомогою перехідника (див. рис. 3).



Рис. 2. Схема електрична під'єднання панелі оператора ИП320



Рис. 3. Зовнішній вигляд перехідника

За допомогою інтерфейсу RS-232 панель оператора ИП320 можна як програмувати, використовуючи додаток «Конфігуратор ИП320», так і здійснювати обмін даними із зовнішніми пристроями (персональними комп'ютерами, програмованими логічними контролерами, частотними перетворювачами і так далі). А за допомогою інтерфейсу RS-485 можна здійснювати лише обмін даними.

Для живлення ИП320 використовується напруга живлення (може бути нестабілізованою). Кабель для програмування ИП320 можна як виготовити самому, знаючи розташування відповідних контактів (див. рис. 1), так і використати спеціалізований кабель КС4 виробництва ОВЕН.

Для обміну даними використовується протокол Modbus RTU, причому ИП320 може функціонувати як у режимі Master, так і в режимі Slave. Швидкість обміну даними може досягати , тобто у разі максимальної кількості в регістрів «усереднена» швидкість обміну даними з одним регістром може становити до . Така швидкість дозволяє за одну секунду здійснювати передачу і прийом по протоколу Modbus RTU кількох пакетів даних, що для більшості виробничих параметрів є цілком достатнім.

Панель оператора ИП320 дозволяє на одному дисплеї формувати кілька логічних екранів і здійснювати доступ до них за допомогою відповідних кнопок, таким чином, можна послідовно контролювати значну кількість виробничих параметрів.

Постановка завдання. Завдання полягало в тому, щоб розробити власну SCADA-систему, яка б мала можливість працювати на персональному/промисловому комп'ютері і дозволяла б по протоколу Modbus RTU проводити повноцінну перевірку роботи панелі оператора ИП320. Для створення такої SCADA-системи панель оператора ИП320 має одинадцять власних елементів керування. В додатку «Конфігуратор ИП320» такі елементи мають вигляд квадратів невеликого розміру (див. рис. 4).

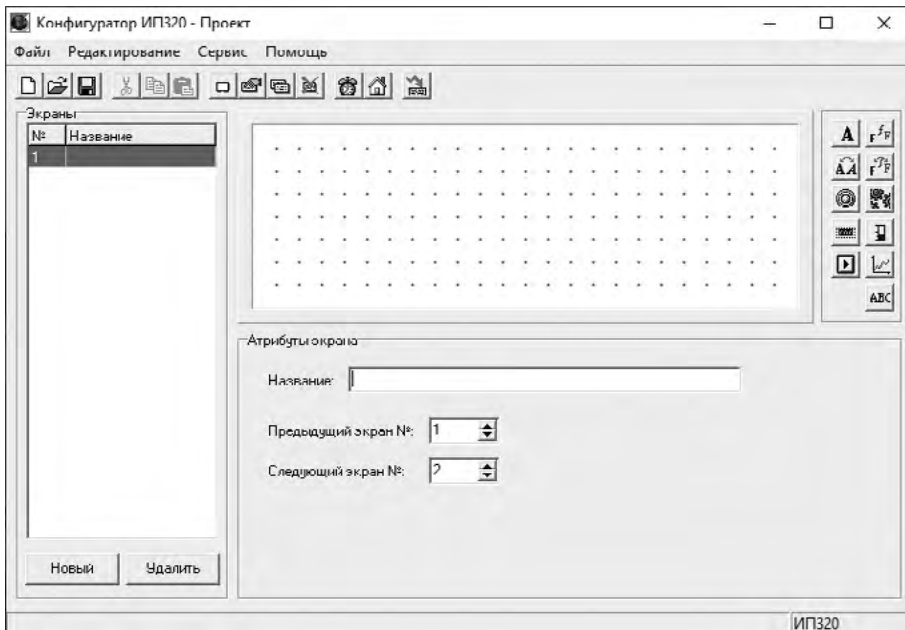


Рис. 4. Вигляд елементів керування панелі оператора

Зокрема, елемент «Текст» призначений для відображення на логічному екрані тексту (див. рис. 5).



Рис. 5. Елемент «Текст»

Елемент «Графический текст» призначений для відображення на логічному екрані тексту різними шрифтами (див. рис. 6).



Рис. 6. Елемент «Графический текст»

Елемент «Динамический текст» призначений для відображення на логічному екрані тексту з можливістю зміни в будь-який момент часу значення цього тексту (див. рис. 7).



Рис. 7. Елемент «Динамический текст»

Елемент «Динамический графический текст» призначений для відображення на логічному екрані тексту з можливістю зміни в будь-який момент часу значення цього тексту різними шрифтами (див. рис. 8).



Рис. 8. Елемент «Динамический графический текст»

Елемент «Индикатор» призначений для відображення на логічному екрані стану певних режимів керування (наприклад, «Старт»/«Стоп», «Ручний»/«Автоматичний», «Вперед»/«Назад» тощо) (див. рис. 9).



Рис. 9. Елемент «Индикатор»

Елемент «Картинка» призначений для відображення на логічному екрані певної графічної інформації (наприклад, зовнішнього вигляду виробничого обладнання) (див. рис. 10).



Рис. 10. Елемент «Картинка»

Елемент «Регистр» призначений для отримання доступу до регістрів ПЛК (або іншого аналогічного обладнання), які можуть підтримувати обмін даним з ИП320 по протоколу Modbus RTU (див. рис. 11).



Рис. 11. Елемент «Регистр»

Елемент «Линейка» призначений для відображення значень виробничих параметрів, які можуть бути описані аналоговими величинами (наприклад, температура, тиск, рівень, витрата тощо) (див. рис. 12).



Рис. 12. Елемент «Линейка»

Елемент «Функциональная кнопка» призначений для постановки у відповідність 8 керуючим кнопкам та 12 цифровим і функціональним кнопкам ИП320 відповідних дій (див. рис. 13).



Рис. 13. Елемент «Функциональная кнопка»

Елемент «График» призначений для відображення значень виробничих параметрів, які повільно змінюються і можуть бути описані аналоговими величинами (наприклад, температура) за певний період часу (див. рис. 14).



Рис. 14. Елемент «График»

Останній елемент «Регистры ASCII-текста» призначений для отримання доступу до реєстрів ПЛК (або іншого аналогічного обладнання), які утримують ASCII-символи і можуть підтримувати обмін даними з ИП320 по протоколу Modbus RTU (див. рис. 15).



Рис. 15. Елемент «Регистры ASCII-текста»

Таким чином, панель оператора ИП320 має досить повний набір елементів керування для створення SCADA-системи.

Виклад основного матеріалу дослідження. В результаті дослідження була розроблена SCADA-система, яка складалася з панелі оператора ИП320, блока живлення БП15, автоматичного перетворювача інтерфейсів USB/RS-485 AC4 і персонального комп'ютера. Спочатку панель оператора ИП320 програмувалася за допомогою додатка «Конфігуратор ИП320». Суть такого програмування полягала в такому.

По-перше, задавався режим роботи Modbus RTU Master або Modbus RTU Slave такої панелі. Причому в режимі роботи Modbus RTU Slave задавалася ще й адреса панелі (таким чином, у промисловій мережі Modbus панель оператора ИП320 можна було однозначно визначити). По-друге, створювалися в потрібній кількості логічні екрани, на яких розміщувалися елементи керування (див. рис. 4). Основна «складність» програмування такої панелі полягала в тому, щоб коректно розподілити всі параметри, через які здійснюється обмін даними між панеллю оператора ИП320 і SCADA-системою персонального комп'ютера, в заданому діапазоні адрес Modbus-регістрів (при цьому необхідно пам'ятати, що один Modbus-регістр утримує рівно 16 біт). По-третє, на персональному комп'ютері на мові програмування C# у середовищі програмування Visual Studio 2022 була створена SCADA-система, яка дозволяла звертатися до панелі оператора ИП320 через інтерфейс RS-485 «напрям» (тобто без використання OPC-серверів), використовуючи віртуальний порт персонального комп'ютера, який було створено завдяки драйверу автоматичного перетворювача інтерфейсів USB/RS-485 AC4.

Наприклад, у разі розміщення на логічному екрані елемента «Функциональная кнопка» (див. рис. 16) і натисканні на нього зміна стану цієї кнопки по протоколу Modbus RTU передавалася у SCADA-систему персонального комп'ютера і відображалася в ній у вигляді зміни зовнішнього вигляду і кольору заданого графічного елемента.



Рис. 16. Елемент «Функциональная кнопка» на логічному екрані

Висновки. Використання SCADA-системи власної розробки, створеної за допомогою мови програмування C# у середовищі програмування Visual Studio 2022, дозволило протестувати практично всі можливості панелі оператора ИП320.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. ОВЕН ИП320. Панель оператора. Настанова щодо експлуатування АРАВ.421449.002 РЭ.
2. Панель оператора ИП320. Руководство пользователя. Версия документа: 9.5.30.
3. Албахари Дж. С# 9.0. Карманный справочник / Дж. Албахари, Б. Албахари. Москва : Диалектика, 2021. 256 с.

REFERENCES:

1. OVEN YP320. Panel operatora. Nastanova shchodo ekspluatuvannia ARAV.421449.002 RЭ [OVEN ИП320. Operator panel. Operating instructions ARAV.421449.002 РЭ] [in Ukrainian].
2. Panel operatora YP320. Rukovodstvo polzovatelja. Versyia dokumenta: 9.5.30 [Operator panel ИП320. User guidance. Document version: 9.5.30] [in Ukrainian].
3. Albahari, J., & Albahari B. (2021). C# 9.0. Karmannyi spravochnyk [C# 9.0. Pocket Directory]. Moskva: Dyalektyka [in Russian].