

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою
«Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні»
спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Електронне мережне навчальне видання

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2022

Укладачі: *Тимчик Г. С.*, доктор технічних наук, професор
Антонюк В. С., доктор технічних наук, професор
Здоренко В. Г., доктор технічних наук, професор
Защепкіна Н. М., доктор технічних наук, професор
Лісовець С. М., кандидат технічних наук, доцент
Барилко С. В., доктор технічних наук

Рецензенти: *Мураховський С. А.*, кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих оптичних та навігаційних систем НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
Ківа І. Л., кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматизованого управління технологічними процесами Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського

Відповідальний редактор: *Філіппова М. В.*, кандидат технічних наук, доцент

*Гриф надано Методичною радою КПІ імені Ігоря Сікорського
(протокол № 6 від 24.06.2022 р.)
за поданням Вченої ради Приладобудівного факультету
(протокол № 6/22 від 20.06.2022 р.)*

Технічні засоби автоматизації. Навчальний посібник [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні» спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Г. С. Тимчик, В. С. Антонюк, В. Г. Здоренко, Н. М. Защепкіна, С. М. Лісовець, С. В. Барилко. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,3 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 128 с. – Назва з екрана.

В учбовому посібнику викладені загальні положення з вивчення деяких програмних і апаратних технічних засобів автоматизації, які можуть використовуватися при автоматизації виробничих процесів. Зокрема, вивчення роботи OPC-сервера, що дозволяє зрозуміти принципи обміну даними між приладами і SCADA-системою, вивчення SCADA-системи для керування виробничими процесами, вивчення модуля введення аналогових (і частково дискретних) сигналів, вивчення модуля виведення аналогових (і частково дискретних) сигналів, вивчення блока для керування активним і активно-індуктивним навантаженням, перетворювача для керування електричними приводами, вимірювача-регулятора для реалізації двопозиційного керування, вимірювача ПІД-регулятора для реалізації пропорційно-інтегрально-диференціального керування, панелі оператора для побудови інтерфейсу “людина–комп'ютер (програмований логічний контролер)”, мікросистеми для реалізації швидкісного введення/виведення аналогових/дискретних даних. Посібник призначений для студентів вищих закладів освіти, а також інженерно-технічних працівників у галузі автоматизації та приладобудування.

Реєстр. № НП 21/22-682. Обсяг 5,3 авт. арк.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
проспект Перемоги, 37, м. Київ, 03056
<https://kpi.ua>

Свідectво про внесення до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 5354 від 25.05.2017 р.

© КПІ імені Ігоря Сікорського, 2022

ЗМІСТ

ЗМІСТ	3
ДЕЯКІ ТЕРМІНИ І ВИЗНАЧЕННЯ	7
ПЕРЕДМОВА	9
РОЗДІЛ №1. OPC-СЕРВЕР OWEN OPC SERVER	10
1. Мета опанування розділу	10
2. Необхідні теоретичні відомості.....	10
2.1. Призначення OPC-сервера Owen OPC Server.....	10
2.2. Функціональні і технічні характеристики OPC-сервера Owen OPC Server.....	11
3. Приклад роботи з OPC-сервером Owen OPC Server	11
3.1. Ознайомлення з характеристиками OPC-сервера Owen OPC Server	11
3.2. Побудова за допомогою OPC-сервера Owen OPC Server каналу обміну даними з обладнанням (з одного боку) і з SCADA-системою (з іншого боку).....	12
4. Питання для самоперевірки	13
5. Рекомендована література.....	13
РОЗДІЛ №2. SCADA-СИСТЕМА INSAT MASTERSCADA	14
1. Мета опанування розділу	14
2. Необхідні теоретичні відомості.....	14
2.1. Призначення SCADA-системи InSAT MasterSCADA	14
2.2. Функціональні і технічні характеристики SCADA-системи InSAT MasterSCADA.....	14
2.3. Відомості про елемент “Значение”	15
2.4. Відомості про елемент “Команда”.....	15
2.5. Відомості про елемент “Событие”	16
2.6. Відомості про елемент “Расчёт”	16
3. Приклад роботи з SCADA-системою InSAT MasterSCADA.....	17
3.1. Ознайомлення з характеристиками SCADA-системи InSAT MasterSCADA.....	17
3.2. Побудова за допомогою SCADA-системи InSAT MasterSCADA каналу обміну даними з OPC-сервером	20
4. Питання для самоперевірки	21
5. Рекомендована література.....	21
РОЗДІЛ №3. МОДУЛЬ АНАЛОГОВОГО УВЕДЕННЯ MB110-224.8A.....	22
1. Мета опанування розділу	22
2. Необхідні теоретичні відомості.....	22
2.1. Призначення MB110-224.8A	22

2.2. Функціональні і технічні характеристики MB110-224.8A.....	22
3. Приклад роботи з MB110-224.8A.....	24
3.1. Ознайомлення з характеристиками MB110-224.8A.....	24
3.2. Налагодження режимів роботи MB110-224.8A	26
3.3. Побудова за допомогою MB110-224.8A каналу вимірювання вхідних аналогових сигналів.....	28
4. Питання для самоперевірки	29
5. Рекомендована література.....	29
РОЗДІЛ №4. МОДУЛЬ АНАЛОГОВОГО ВИВЕДЕННЯ МУ110-224.6У	30
1. Мета опанування розділу	30
2. Необхідні теоретичні відомості.....	30
2.1. Призначення МУ110-224.6У	30
2.2. Функціональні і технічні характеристики МУ110-224.6У.....	30
3. Приклад роботи з МУ110-224.6У.....	32
3.1. Ознайомлення з характеристиками МУ110-224.6У.....	32
3.2. Налагодження режимів роботи МУ110-224.6У	33
3.3. Побудова за допомогою МУ110-224.6У каналу формування вихідних аналогових сигналів.....	35
4. Питання для самоперевірки	35
5. Рекомендована література.....	35
РОЗДІЛ №5. БЛОК КЕРУВАННЯ ТИРИСТОРАМИ І СИМІСТОРАМИ БУСТ2	36
1. Мета опанування розділу	36
2. Необхідні теоретичні відомості.....	36
2.1. Призначення БУСТ2	36
2.2. Функціональні елементи БУСТ2	36
2.3. Способи формування напруги на навантаженні	39
3. Приклад роботи з БУСТ2	40
3.1. Ознайомлення з характеристиками БУСТ2.....	40
3.2. Побудова за допомогою БУСТ2 каналу керування активним і активно-індуктивним навантаженням (спосіб керування “місцевий”)	41
3.3. Побудова за допомогою БУСТ2 каналу керування активним і активно-індуктивним навантаженням (спосіб керування “віддалений”).....	43
4. Питання для самоперевірки	44
5. Рекомендована література.....	44
РОЗДІЛ №6. ПЕРЕТВОРЮВАЧ ЧАСТОТИ ВЕКТОРНИЙ ПЧВ101-K75- А	45
1. Мета опанування розділу	45
2. Необхідні теоретичні відомості.....	45

2.1. Призначення ПЧВ101-К75-А	45
2.2. Функціональні характеристики ПЧВ101-К75-А	45
3. Приклад роботи з ПЧВ101-К75-А.....	48
3.1. Ознайомлення з характеристиками ПЧВ101-К75-А.....	48
3.2. Налаштування режимів роботи ПЧВ101-К75-А.....	49
3.3. Побудова за допомогою ПЧВ101-К75-А каналу керування асинхронними електричними двигунами	53
4. Питання для самоперевірки	55
5. Рекомендована література.....	55
РОЗДІЛ №7. ВИМІРЮВАЧ-РЕГУЛЯТОР БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ОДНОКАНАЛЬНИЙ ТРМ201-Н2.Р	56
1. Мета опанування розділу	56
2. Необхідні теоретичні відомості.....	56
2.1. Призначення ТРМ201-Н2.Р	56
2.2. Функціональні характеристики ТРМ201-Н2.Р.....	56
3. Приклад роботи з ТРМ201-Н2.Р	57
3.1. Ознайомлення з характеристиками ТРМ201-Н2.Р	57
3.2. Налаштування режимів роботи ТРМ201-Н2.Р	59
3.3. Побудова за допомогою ТРМ201-Н2.Р каналу підтримання температури.....	62
4. Питання для самоперевірки	63
5. Рекомендована література.....	63
РОЗДІЛ №8. ВИМІРЮВАЧ ПІД-РЕГУЛЯТОР БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ОДНОКАНАЛЬНИЙ ТРМ210-Н.ИУ	64
1. Мета опанування розділу	64
2. Необхідні теоретичні відомості.....	64
2.1. Призначення ТРМ210-Н.ИУ	64
2.2. Функціональні характеристики ТРМ210-Н.ИУ	64
3. Приклад роботи з ТРМ210-Н.ИУ	66
3.1. Ознайомлення з характеристиками ТРМ210-Н.ИУ	66
3.2. Налаштування режимів роботи ТРМ210-Н.ИУ.....	67
3.3. Побудова за допомогою ТРМ210-Н.ИУ каналу підтримання температури.....	73
4. Питання для самоперевірки	74
5. Рекомендована література.....	74
РОЗДІЛ №9. ПАНЕЛЬ ОПЕРАТОРА ИП320	75
1. Мета опанування розділу	75
2. Необхідні теоретичні відомості.....	75
2.1. Призначення панелі оператора ИП320.....	75

2.2. Технічні характеристики ИП320.....	75
2.3. Устрій ИП320.....	76
2.4. Загальні відомості про програму “Конфігуратор ИП320”.....	78
2.5. Головне меню головного вікна додатка “Конфігуратор ИП320”.....	79
2.6. Налаштування параметрів обміну даними між ИП320 і ПЛК (або іншим аналогічним обладнанням) по протоколу Modbus RTU.....	80
2.7. Базові елементи екранів.....	81
2.1. Додаткові елементи екранів.....	89
3. Приклад роботи з ИП320.....	94
3.1. Ознайомлення з характеристиками ИП320.....	94
3.2. Налаштування режимів роботи ИП320.....	95
3.3. Налаштування режимів роботи SCADA-системи InSAT MasterSCADA.....	98
3.4. Побудова за допомогою ИП320 каналу обміну даними з персональним комп’ютером.....	100
4. Питання для самоперевірки.....	103
5. Рекомендована література.....	104
РОЗДІЛ №10. МІКРОСИСТЕМА ЗБОРУ ДАНИХ З ІНТЕРФЕЙСОМ USB M-DAQ12/DAC.....	
1. Мета опанування розділу.....	105
2. Необхідні теоретичні відомості.....	105
2.1. Призначення мікросистеми m-DAQ12/DAC.....	105
2.2. Склад m-DAQ12/DAC.....	105
2.3. Апаратна частина m-DAQ12/DAC.....	106
2.4. Функціональні можливості m-DAQ12/DAC.....	108
2.5. Технічні характеристики m-DAQ12/DAC.....	109
2.6. Підключення джерел/приймачів сигналів до m-DAQ12/DAC.....	112
2.7. Програмне забезпечення m-DAQ12/DAC.....	117
3. Приклад роботи з m-DAQ12/D.....	117
3.1. Ознайомлення з характеристиками m-DAQ12/DAC.....	117
3.2. Ознайомлення з прикладним програмним забезпеченням для роботи з m-DAQ12/DAC.....	118
3.3. Побудова за допомогою m-DAQ12/DAC каналу обміну даними з персональним комп’ютером.....	121
4. Питання для самоперевірки.....	126
5. Рекомендована література.....	126
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	127

ДЕЯКІ ТЕРМІНИ І ВИЗНАЧЕННЯ

Система автоматизована – організаційно-технічна система, яка складається із засобів автоматизації певного виду (або кількох видів) діяльності людей і персоналу, що здійснює цю діяльність.

Архітектура автоматизованої системи – концепція взаємозв'язку компонентів автоматизованої системи, яка охоплює логічну, фізичну і програмну структури автоматизованої системи та принципи її функціонування.

Автоматизація – впровадження автоматичних засобів для реалізації процесів.

Алгоритм функціонування автоматизованої системи – послідовність дій компонентів автоматизованої системи під час виконання нею своїх функцій.

Елемент керований – елемент об'єкта керування або автоматизованої системи, завдяки здійсненню керування яким реалізується одна або кілька функцій автоматизованої системи.

Елемент керівний – елемент, який реалізує процес керування.

Задача автоматизованої системи – функція або частина функції автоматизованої системи, яка є формалізованою сукупністю автоматичних дій, виконання яких приводить до результату заданого виду.

Інтерфейс (в автоматизованих системах) – спільна межа двох об'єктів, взаємодія через яку цілком визначена.

Інтерфейс користувача автоматизованої системи – програмні і апаратні засоби взаємодії користувача з автоматизованою системою.

Об'єкт автоматизації – сукупність функцій людини або людино-машинного комплексу, які підлягають автоматизації.

Об'єкт керування – умовно виокремлена частина системи, на яку впливає система керування для досягнення необхідного результату.

Рівень науково-технічний автоматизованої системи – показник або сукупність показників, які характеризують міру відповідності технічних і економічних характеристик автоматизованої системи сучасним досягненням науки і техніки.

Функція автоматизованої системи – сукупність дій автоматизованої системи, спрямованих на досягнення певної мети.

Протокол (в автоматизованих системах) – сукупність правил, які регламентують формат і процедури обміну даними між двома або кількома незалежними процесами (пристроями).

Пріоритет користувача автоматизованої системи – переважне перед іншими користувачами право на використання ресурсів автоматизованої системи, яке виражається числом і встановлюється адміністратором автоматизованої системи.

Схема функційна автоматизованої системи – специфікація функцій складових частин автоматизованої системи і їх функційних співвідношень.

Система керування автоматизована комплексна – багаторівнева автоматизована система, призначена для комплексної автоматизації функцій керування інженерно-технічною, адміністративно-господарчою, виробничо-

технологічною і соціальною діяльностями, яка забезпечує найефективніший розв'язок завдань з розроблення, освоєння, виробництва і постачання продукції.

Система керування автоматизована – автоматизована система, призначена для автоматизації процесів збирання і пересилання інформації про об'єкт керування, її перероблення і видачі керівних дій на об'єкт керування.

Система автоматизована інтегрована – сукупність двох і більше взаємопов'язаних автоматизованих систем, в якій функціонування однієї (кількох) з них залежить від результатів функціонування іншої (інших) так, що цю сукупність можна розглядати як єдину автоматизовану систему.

Система керування технологічним процесом автоматизована – автоматизована система, призначена для оптимізації керування технологічними процесами виробництва.

Адміністратор автоматизованої системи – особа (група осіб), яка здійснює координацію всіх робіт у процесі функціонування автоматизованої системи.

Компонент автоматизованої системи – частина автоматизованої системи, виділена за певною ознакою або сукупністю ознак, що бере участь в реалізації однієї або кількох функцій автоматизованої системи.

Елемент автоматизованої системи – окрема, відносно самостійна частина компонента автоматизованої системи, яка реалізує одну або кілька функцій автоматизованої системи і розглядається як неподільне ціле.

Аварія автоматизованої системи – стан автоматизованої системи, який може призвести або призвів до порушення функціонування об'єкта керування.

Відмова автоматизованої системи – порушення хоча б однієї з вимог до виконання функцій автоматизованої системи, установлених в нормативно-технічній і конструкторській документації на автоматизовану систему.

Ефективність автоматизованої системи – властивість автоматизованої системи, яка характеризується мірою досягнення цілей, поставлених під час її створення.

Живучість автоматизованої системи – здатність автоматизованої системи виконувати установлений обсяг функцій в умовах впливу зовнішнього середовища і відмов компонентів системи в заданих межах.

Надійність автоматизованої системи – комплексна властивість автоматизованої системи зберігати значення всіх параметрів, які характеризують її здатність виконувати свої функції в заданих режимах і умовах експлуатації.

Завадостійкість автоматизованої системи – здатність автоматизованої системи виконувати свої функції в умовах впливу механічних, електричних і інших завад зовнішнього середовища.

Показник ефективності автоматизованої системи – міра або характеристика для оцінювання ефективності автоматизованої системи.

Ремонтпридатність автоматизованої системи – пристосованість технічних засобів автоматизованої системи до здійснення технічного обслуговування і ремонту відповідно до комплектів експлуатаційної і ремонтної документації.

ПЕРЕДМОВА

Метою дисципліни є вивчення деяких програмних і апаратних технічних засобів автоматизації, які можуть використовуватися при автоматизації виробничих процесів і які випускаються переважно ТОВ “ВО ОВЕН” (м. Харків, Україна). Зокрема, вивчення роботи OPC-сервера Owen OPC Server дозволяє зрозуміти принципи обміну даними між приладами і SCADA-системою, SCADA-системи InSAT MasterSCADA – принципи керування виробничими процесами, модуля MB110-224.8A – принципи введення аналогових (і частково дискретних) сигналів, модуля МУ110-224.6У – принципи виведення аналогових (і частково дискретних) сигналів, блока БУСТ2 – принципи керування активним і активно-індуктивним навантаженням, перетворювача ПЧВ101-K75-A – принципи керування електричними приводами, вимірювача-регулятора ТРМ201-Н2.Р – принципи двопозиційного керування, вимірювача ПД-регулятора ТРМ210-Н.ИУ – принципи пропорційно-інтегрально-диференціального керування, панелі оператора ИП320 – принципи побудови інтерфейсу “людина–комп’ютер (програмований логічний контролер)”, мікросистеми m-DAQ12/DAC – принципи швидкісного введення/виведення аналогових/дискретних даних.

В кожному розділі розглядається окремий програмний або апаратний технічний засіб автоматизації, який є характерним для типової автоматизованої системи. Таким чином, окреме вивчення роботи таких технічних засобів автоматизації дозволяє зрозуміти роботу типової автоматизованої системи в цілому.

Опанування дисципліни вимагає наявності на комп’ютері певного програмного забезпечення.

По-перше, це програмне забезпечення, розроблене ТОВ “ВО ОВЕН” і призначене для налаштування обладнання ТОВ “ВО ОВЕН” (розповсюджується безкоштовно).

По-друге, це OPC-сервер, який використовується для побудови інтерфейсу між технічними засобами автоматизації (з одного боку) і SCADA-системою (з іншого боку). В якості OPC-сервера можна використати OPC-сервер Owen OPC Server (розповсюджується безкоштовно).

По-третє, це SCADA-система, яка використовується для побудови інтерфейсу між OPC-серверами (з одного боку) і людиною (з іншого боку). В якості SCADA-системи можна використати SCADA-систему InSAT MasterSCADA.

В-четверте, це власне програмне забезпечення для мікросистеми m-DAQ12/DAC.

Опанування дисципліни передбачає попереднє програмне налаштування технічних засобів автоматизації, OPC-сервера і SCADA-системи.

РОЗДІЛ №1. OPC-SERBER OWEN OPC SERVER

1. Мета опанування розділу

Метою опанування розділу є вивчення будови OPC-сервера Owen OPC Server.

2. Необхідні теоретичні відомості

2.1. Призначення OPC-сервера Owen OPC Server

Owen OPC Server – це програмне забезпечення, яке здійснює обмін даними між певними приладами і SCADA-системою.

Owen OPC Server призначений для виконання наступних функцій:

- прийом даних від підключених до нього приладів;
- передача даних на підключені до нього прилади;
- контроль якості даних, які приймаються або передаються;
- перетворення типів даних, які приймаються або передаються;
- створення програмного інтерфейсу для обміну даними з SCADA-

системами.

Основне призначення Owen OPC Server – обмін даними з наступними приладами виробництва ТОВ “ОВОЕН”:

- датчики (наприклад, ДТх-RS);
- вимірювачі (наприклад, ТРМ200);
- вимірювачі параметрів електричної мережі (наприклад, КМС-Ф1);
- контролери систем опалювання, постачання гарячої води і вентиляції (наприклад, ТРМ132М);
- контролери систем опалювання, постачання гарячої води, вентиляції і котельних (наприклад, КТР-121-0110);
- контролери керування насосами (наприклад, СУНА121-01);
- модулі аналогового уведення (наприклад, МВ110-1ТД);
- модулі аналогового виведення (наприклад, МУ110-6У);
- модулі дискретного уведення (наприклад, МВ110-16Д);
- модулі дискретного уведення/виведення (наприклад, МК110-4ДН4Р);
- модулі дискретного виведення (наприклад, МУ110-16К);
- модулі параметрів електричної мережі (наприклад, МЭ110-1М);
- панелі оператора (наприклад, СМІ2);
- ПІД-регулятори (наприклад, ТРМ210);
- перетворювачі частоти (наприклад, ПЧВ1);
- прилади керування засувками і індикації їх положення (наприклад, ПКП1І);
- програмні задавачі (наприклад, ТРМ251);
- регулятори (наприклад, ТРМ136);
- лічильники імпульсів (наприклад, СИ30);
- таймери (наприклад, СВ01);
- тахометри (наприклад, ТХ01-А).

Крім того, Owen OPC Server підтримує обмін даними з Owen Cloud (хма-

рним сервісом, який дозволяє дуже легко підключати до себе прилади ОВЕН і обмінюватися даними з ними з будь-якого місця в будь-який час) [1д].

2.2. Функціональні і технічні характеристики OPC-сервера Owen OPC Server

Для здійснення обміну даними Owen OPC Server підтримує наступні комунікаційні протоколи:

- Modbus RTU;
- Modbus ASCII;
- Modbus TCP/IP;
- ОВЕН;
- OwenCloud.

Owen OPC Server підтримує наступні режими роботи:

- конфігурування (налагодження таких елементів своєї структури, як “Сервер”, “Узел”, “Устройство” і “Тег”);
- опитування пристроїв (обмін даними з підключеними до нього приладами).

Структура Owen OPC Server складається з наступних обов’язкових елементів:

- “Сервер” (головний елемент структури, який може утримувати до 32 вузлів);
- Узел” (елемент структури, який відповідає окремому послідовному порту або окремій IP-адресі комп’ютера);
- Устройство” (елемент структури, який відповідає окремому пристрою);
- “Тег” (елемент структури, який дозволяє здійснювати обмін даними визначених типів).

3. Приклад роботи з OPC-сервером Owen OPC Server

3.1. Ознайомлення з характеристиками OPC-сервера Owen OPC Server

1. Після запуску OPC-сервера Owen OPC Server автоматично створюється вузол “Сервер”. Для цього вузла необхідно задати або змінити наступні параметри.

Для параметра “Общие настройки – Имя” необхідно задати загальну назву автоматизованої системи. Наприклад, це може бути “Комп’ютерно-інтегрована система керування”.

2. Для вузла “Комп’ютерно-інтегрована система керування” необхідно створити вузол “Узел”.

Для параметра “Общие настройки – Имя” необхідно задати загальну назву частини автоматизованої системи. Наприклад, це може бути “Контур керування температурою”.

Для параметра “Настройки интерфейса – Порт” необхідно задати найменування порту введення/виведення. Наприклад, це може бути “COM2”.

Для параметра “Настройки интерфейса – Скорость” необхідно задати швидкість обміну даними через порт введення/виведення. Наприклад, це може

бути “115200”.

3. Для вузла “Контур керування температурою” необхідно створити вузол, який відповідає певному технічному засобу автоматизації. Наприклад, це може бути “MB110-8A”.

Для параметра “Общие настройки – Имя” необхідно задати загальну назву технічного засобу автоматизації. Наприклад, це може бути “Модуль аналогового введення MB110-224.8A”.

Для параметра “Настройки интерфейса – Адрес” необхідно задати адресу технічного засобу автоматизації відповідно до протоколу Modbus RTU. Наприклад, це може бути “16”.

3.2. Побудова за допомогою OPC-сервера Owen OPC Server каналу обміну даними з обладнанням (з одного боку) і з SCADA-системою (з іншого боку)

1. Виконати команду “Запустить опрос”.

2. Звертаючись до вузла “Модуль аналогового введення MB110-224.8A”, отримати доступ до параметрів такого технічного засобу автоматизації.

На вкладці “Теги” для обраних тегів визначити значення наступних параметрів:

- “Имя” (ім’я тегу);
- “Адрес” (адреса тегу відповідно до обраного комунікаційного протоколу);
- “Значение” (значення тегу);
- “Тип данных” (тип даних тегу);
- “Качество” (“якість” даних, якими здійснюється обмін з підключеними до OPC-сервера Owen OPC Server пристроями);
- “Комментарий” (коментар).

На вкладці “Устройства” для обраних пристроїв визначити значення наступних параметрів:

- “Включён в работу” (буде або не буде здійснюватися обмін даними з підключеними до OPC-сервера Owen OPC Server пристроями);
- “Имя” (ім’я вузла);
- “Статус” (статус обміну даними);
- “Ошибки” (помилки при обміні даними);
- “Время опроса” (час здійснення обміну даними);
- “Интервал опроса (ms)” (інтервал часу між двома послідовними обмінами даними).

На вкладці “Журнал” для обраних пристроїв визначити значення наступних параметрів:

- “№” (номер пакета);
- “Метка времени” (час здійснення обміну даними);
- “Устройство” (ім’я вузла);
- “Порт” (порт або окрема IP-адреса комп’ютера);
- “Формат посылки” (формат пакета);
- “Сервисное сообщение” (коментар).

На вкладці “Ошибки” для обраних пристроїв визначити значення наступних параметрів:

- “№” (номер пакета);
- “Метка времени” (час здійснення обміну даними);
- “Устройство” (ім’я вузла);
- “Порт” (порт або окрема IP-адреса комп’ютера);
- “Формат посылки” (формат пакета);
- “Сервисное сообщение” (коментар).

3. Виконати команду “Остановить опрос”.

4. Питання для самоперевірки

1. Які основні функції може виконувати Owen OPC Server?
2. З яким приладами виробництва ТОВ “ВО ОВЕН” може здійснювати обмін даними Owen OPC Server?
3. Роботу з якими комунікаційними протоколами підтримує Owen OPC Server?
4. Які режими роботи має Owen OPC Server?
5. Яку структуру має Owen OPC Server?
6. Які основні технічні характеристики мають комунікаційні протоколи Modbus RTU і Modbus ASCII?
7. Які основні технічні характеристики має комунікаційний протокол Modbus TCP?
8. Які основні технічні характеристики має комунікаційний протокол ОВЕН?
9. Яку структуру має пакет PDU (Protocol Data Unit)?
10. Яку структуру має пакет ADU (Application Data Unit)?
11. Які основні технічні характеристики має хмарний сервіс OwenCloud?
12. Які категорії кодів функцій застосовуються в комунікаційних протоколах Modbus?
13. Що таке дискретні входи (Discrete Inputs)?
14. Що таке реєстри прапорів (Coils)?
15. Що таке реєстри введення (Input Registers)?
16. Що таке реєстри зберігання (Holding Registers)?
17. Які параметри має вкладка “Теги”?
18. Які параметри має вкладка “Устройства”?
19. Які параметри має вкладка “Журнал”?
20. Які параметри має вкладка “Ошибки”?

5. Рекомендована література

1. Основна література [10–100].
2. Додаткова література [1д, 3д].

РОЗДІЛ №2. SCADA-СИСТЕМА INSAT MASTERSCADА

1. Мета опанування розділу

Метою опанування розділу є вивчення будови SCADA-система InSAT MasterSCADA.

2. Необхідні теоретичні відомості

2.1. Призначення SCADA-системи InSAT MasterSCADA

SCADA-система InSAT MasterSCADA – це програмне забезпечення, яке створює інтерфейс між певними приладами і людиною.

InSAT MasterSCADA побудована на архітектурі клієнт-сервер з можливістю функціонування як в локальних мережах, так і в глобальній мережі Internet.

InSAT MasterSCADA підтримує велику кількість різноманітних стандартів (XML, HTML, OLE, COM/DCOM, ActiveX тощо).

2.2. Функціональні і технічні характеристики SCADA-системи InSAT MasterSCADA

2.2.1. Загальні відомості

Основою роботи InSAT MasterSCADA є проект. Проект складається з наступних складових:

- дерево системи;
- дерево об'єктів;
- сторінки властивостей елементів;
- палітра елементів.

InSAT MasterSCADA може працювати в трьох режимах виконання:

- режим виконання “Рабочий” (в цьому режимі здійснюється керування технологічним процесом);
- режим виконання “Отладка” (в цьому режимі здійснюється налаштування проекту на поточному комп'ютері);
- режим виконання “Имитация” (в цьому режимі дійсні вхідні сигнали будуть замінені їх імітацією).

2.2.2. Відомості про дерево системи

Дерево системи – утримує елементи, які відповідають за розподіл задачі, що виконує автоматизована система керування, між існуючим апаратно-програмним обладнанням (OPC-серверами, шлюзом MasterLink, базами даних, контролерами, модулями введення/виведення).

Дерево системи починається з елемента “Система”, назву якого не можна змінити.

InSAT MasterSCADA дозволяє використовувати декілька комп'ютерів, здійснюючи таким чином розподілене керування технологічним процесом.

2.2.3. Відомості про дерево об'єктів

Дерево об'єктів – утримує елементи, які відповідають за порядок обчислень (“Значение”, “Команда”, “Событие”, “Расчёт”).

Для зручності користування елементи дерева об'єктів можуть бути

об'єднані в групи.

Дерево об'єктів починається з елемента “Объект”, назву якого можна змінити.

2.3. Відомості про елемент “Значение”

1. Елемент “Значение” призначений для здійснення обміну даними.
2. Елемент “Значение” може мати наступний тип даних:
 - аналоговий (беззнаковий короткий цілий, короткий цілий, беззнаковий цілий, цілий, дійсний, дійсний подвійної точності);
 - дискретний;
 - рядковий;
 - часовий;
 - в вигляді перерахування;
 - в вигляді інтервалу.
3. Елемент “Значение” дозволяє виконувати наступне:
 - приймати дані;
 - передавати дані.
4. Елемент “Значение” може приймати дані наступним чином:
 - від змінних OPC-серверів;
 - від виходів функціональних блоків;
 - від виходів елементів “Команда”;
 - від дій елементів “Событие”;
 - від виходів елементів “Расчёт”;
 - від елементів дерева об'єктів, для яких на вкладці “Расписание” задані дії “Присвоить” або “Выдать импульс”;
 - від вкладки “Данные”;
 - від діалогового вікна “Ввод значения” в режимі “Рабочий”.

2.4. Відомості про елемент “Команда”

1. Елемент “Команда” призначений для здійснення обміну даними.
2. Елемент “Команда” може мати наступний тип даних:
 - аналоговий (беззнаковий короткий цілий, короткий цілий, беззнаковий цілий, цілий, дійсний, дійсний подвійної точності);
 - дискретний;
 - рядковий;
 - часовий;
 - в вигляді перерахування;
 - в вигляді інтервалу.
3. Елемент “Команда” дозволяє виконувати наступне:
 - приймати дані;
 - передавати дані.
4. Елемент “Команда” може приймати дані наступним чином:
 - від виходів документів;
 - від дій елементів “Событие”;
 - від елементів дерева об'єктів, для яких на вкладці “Расписание” задані дії “Присвоить” або “Выдать импульс”;

- від зв'язаного з командою елемента мнемосхеми.
- від вкладки “Данные”;
- від діалогового вікна “Ввод значения” в режимі “Рабочий”.

2.5. Відомості про елемент “Событие”

1. Елемент “Событие” призначений для видачі повідомлень і виконання дій.
2. Елемент “Событие” має наступний тип даних: логічний.
3. Елемент “Событие” дозволяє виконувати наступне:
 - видавати повідомлення (якщо воно створено) при переході з стану False в стан True;
 - виконувати дії (якщо вони призначені) при переході з стану False в стан True.
4. Елемент “Событие” може приймати дані наступним чином:
 - від формул;
 - від елементів дерева об'єктів, для яких на вкладці “Расписание” задані дії “Присвоить” або “Выдать импульс”;
 - від дій елементів “Событие”;
 - від вкладки “Данные”;
 - від діалогового вікна “Ввод значения” в режимі “Рабочий”.

2.6. Відомості про елемент “Расчёт”

1. Елемент “Расчёт” призначений для здійснення обміну даними.
2. Елемент “Расчёт” має наступний тип даних: дійсний подвійної точності.
3. Елемент “Расчёт” дозволяє виконувати наступне:
 - обчислення з використанням математичних функцій;
 - обчислення з використанням функцій часу;
 - обчислення з використанням функцій архіву;
 - обчислення з використанням ознак якості.
4. Елемент “Расчёт” може приймати дані наступним чином:
 - від формул;
 - від елементів дерева об'єктів, для яких на вкладці “Расписание” задані дії “Присвоить” або “Выдать импульс”;
 - від дій елементів “Событие”;
 - від вкладки “Данные”;
 - від діалогового вікна “Ввод значения” в режимі “Рабочий”.

2.6.1. Відомості про сторінки властивостей елементів

Сторінки властивостей елементів – утримують налаштування елементів як дерева системи, так і дерева об'єктів.

Загальній властивості елементів “нащадок” автоматично встановлюються такими самими, як і властивості елементів “предок”.

2.6.2. Відомості про палітру елементів

Палітра елементів – утримує категорії елементів палітри (ліва частина) і безпосередньо елементи палітри (права частина).

Категорії елементів палітри можуть бути наступними:

- “ОРС серверы”;
- “Библиотеки”;
- “Обработка сигналов”;
- “Исполнительные механизмы”;
- “Датчики”;
- “Аппараты”;
- “Вычисления”;
- “Генераторы значений”;
- “Управление”;
- “Работа с архивом”;
- “Отраслевые библиотеки”;
- “Служебные”;
- “Нечёткая логика”;
- “Работа со временем”;
- “Другие”.

3. Приклад роботи з SCADA-системою InSAT MasterSCADA

3.1. Ознайомлення з характеристиками SCADA-системи InSAT MasterSCADA

3.1.1. Створення основних елементів дерева системи і дерева об'єктів

1. Після запуску SCADA-системи InSAT MasterSCADA автоматично створюються дерево системи з вузлом “Система” і дерево об'єктів з вузлом “Компьютер”.

2. В дереві системи для вузла “Система” необхідно створити вузол “Компьютер” і перейменувати його в “Комп'ютерно-інтегрована система керування”.

3. В дереві об'єктів вузол “Объект” необхідно перейменувати в “Технологічний процес”.

4. В дереві об'єктів для вузла “Технологічний процес” необхідно створити вузол “Объект” і перейменувати його в “Технологічна операція”.

5. В дереві об'єктів для елемента “Технологічний процес” на вкладці “Общие” необхідно обрати елемент “Компьютер” і задати для нього значення “Комп'ютерно-інтегрована система керування”.

6. В дереві об'єктів для елемента “Технологічна операція” на вкладці “Общие” необхідно обрати елемент “Компьютер” і задати для нього значення “Комп'ютерно-інтегрована система керування”.

3.1.2. Створення елемента “Значение”

1. В дереві об'єктів для вузла “Технологічна операція” необхідно створити елемент “Значение” і перейменувати його в “Технологічний параметр”.

2. В дереві об'єктів для елемента “Технологічний параметр” на вкладці “Опрос” необхідно обрати елемент “Константа” і задати для нього певне значення (наприклад, задати “1.500”).

3. В дереві системи для вузла “Комп'ютерно-інтегрована система керування” на вкладці “Окна” необхідно обрати елемент “Стартовая мнемосхема” і перейти в режим її редагування (за необхідності налаштувати властивості стар-

тової мнемосхеми).

4. Перенести з дерева об'єктів на стартову мнемосхему елемент “Технологічний параметр” в вигляді “Значение”.

5. Перейти в режим виконання “Рабочий”, спостерігати на стартовій мнемосхемі значення елемента “Технологічний параметр”.

6. Вийти з режиму виконання “Рабочий”.

7. Перенести з дерева об'єктів на стартову мнемосхему елемент “Технологічний параметр” в вигляді “Индикатор”.

8. Перейти в режим виконання “Рабочий”, спостерігати на стартовій мнемосхемі значення елемента “Технологічний параметр”.

9. Вийти з режиму виконання “Рабочий”.

10. Перенести з дерева об'єктів на стартову мнемосхему елемент “Технологічний параметр” в вигляді “Стрелочный прибор”.

11. Перейти в режим виконання “Рабочий”, спостерігати на стартовій мнемосхемі значення елемента “Технологічний параметр”.

12. Вийти з режиму виконання “Рабочий”.

13. Перенести з дерева об'єктів на стартову мнемосхему елемент “Технологічний параметр” в вигляді “График”.

14. Перейти в режим виконання “Рабочий”, спостерігати на стартовій мнемосхемі значення елемента “Технологічний параметр”.

15. Вийти з режиму виконання “Рабочий”.

16. В дереві об'єктів для елемента “Технологічний параметр” на вкладці “Опрос” необхідно обрати елемент “Имитация” і задати для нього певні значення (наприклад, для “Закон” задати “Пила”, для “Минимум” задати “0.500”, для “Максимум” задати “2.500”).

17. Перейти в режим виконання “Рабочий”, спостерігати на стартовій мнемосхемі значення елемента “Технологічний параметр”.

18. Вийти з режиму виконання “Рабочий”.

3.1.3. Створення елемента “Команда”

1. В дереві об'єктів для вузла “Технологічна операція” необхідно створити елемент “Команда” і перейменувати його в “Технологічна команда”.

2. В дереві об'єктів для елемента “Технологічна команда” на вкладці “Опрос выхода” необхідно обрати елемент “Константа” і задати для нього певне значення (наприклад, задати “3.500”).

3. В дереві системи для вузла “Комп'ютерно-інтегрована система керування” на вкладці “Окна” необхідно обрати елемент “Стартовая мнемосхема” і перейти в режим її редагування (за необхідності налаштувати властивості стартової мнемосхеми).

4. Перенести з дерева об'єктів на стартову мнемосхему елемент “Технологічна команда” в вигляді “Редактируемое значение”.

5. Перейти в режим виконання “Рабочий”, спостерігати і змінювати на стартовій мнемосхемі значення елемента “Технологічна команда”.

6. Вийти з режиму виконання “Рабочий”.

7. Перенести з дерева об'єктів на стартову мнемосхему елемент “Технологічна команда” в вигляді “Слайдер”.

8. Перейти в режим виконання “Рабочий”, спостерігати і змінювати на стартовій мнемосхемі значення елемента “Технологічна команда”.

9. Вийти з режиму виконання “Рабочий”.

10. В дереві об’єктів для елемента “Технологічна команда” на вкладці “Опрос выхода” необхідно обрати елемент “Имитация” і задати для нього певні значення (наприклад, для “Закон” задати “Синус”, для “Минимум” задати “1.500”, для “Максимум” задати “4.500”).

11. Перейти в режим виконання “Рабочий”, спостерігати на стартовій мнемосхемі значення елемента “Технологічна команда”.

12. Вийти з режиму виконання “Рабочий”.

3.1.4. Створення елемента “Событие”

1. В дереві об’єктів для вузла “Технологічна операція” необхідно створити елемент “Событие” і перейменувати його в “Технологічна подія”.

2. В дереві об’єктів для елемента “Технологічна подія” на вкладці “Опрос выхода” необхідно обрати елемент “Константа” і задати для нього певне значення (наприклад, задати “Истина”).

3. В дереві системи для вузла “Комп’ютерно-інтегрована система керування” на вкладці “Окна” необхідно обрати елемент “Стартовая мнемосхема” і перейти в режим її редагування (за необхідності налаштувати властивості стартової мнемосхеми).

4. Перенести з дерева об’єктів на стартову мнемосхему елемент “Технологічна подія” в вигляді “Индикатор графический”.

5. Перейти в режим виконання “Рабочий”, спостерігати на стартовій мнемосхемі значення елемента “Технологічна подія”.

6. Вийти з режиму виконання “Рабочий”.

7. Перенести з дерева об’єктів на стартову мнемосхему елемент “Технологічна подія” в вигляді “Значение”.

8. Перейти в режим виконання “Рабочий”, спостерігати на стартовій мнемосхемі значення елемента “Технологічна подія”.

9. Вийти з режиму виконання “Рабочий”.

10. Перенести з дерева об’єктів на стартову мнемосхему елемент “Технологічна подія” в вигляді “Индикатор мнемонический”.

11. Перейти в режим виконання “Рабочий”, спостерігати на стартовій мнемосхемі значення елемента “Технологічна подія”.

12. Вийти з режиму виконання “Рабочий”.

13. Перенести з дерева об’єктів на стартову мнемосхему елемент “Технологічна подія” в вигляді “Зона выбора”.

14. Перейти в режим виконання “Рабочий”, спостерігати на стартовій мнемосхемі значення елемента “Технологічна подія”.

15. Вийти з режиму виконання “Рабочий”.

16. В дереві об’єктів для елемента “Технологічна подія” на вкладці “Опрос выхода” необхідно обрати елемент “Имитация”.

17. Перейти в режим виконання “Рабочий”, спостерігати на стартовій мнемосхемі значення елемента “Технологічна подія”.

18. Вийти з режиму виконання “Рабочий”.

3.1.5. Створення елемента “Расчёт”

1. В дереві об'єктів для вузла “Технологічна операція” необхідно створити елемент “Расчёт” і перейменувати його в “Технологічний розрахунок”.
2. В дереві об'єктів для елемента “Технологічний розрахунок” на вкладці “Опрос выхода” необхідно обрати елемент “Константа” і задати для нього певне значення (наприклад, задати “5.500”).
3. В дереві системи для вузла “Комп'ютерно-інтегрована система керування” на вкладці “Окна” необхідно обрати елемент “Стартовая мнемосхема” і перейти в режим її редагування (за необхідності налаштувати властивості стартової мнемосхеми).
4. Перенести з дерева об'єктів на стартову мнемосхему елемент “Технологічний розрахунок” в вигляді “Значение”.
5. Перейти в режим виконання “Рабочий”, спостерігати на стартовій мнемосхемі значення елемента “Технологічний розрахунок”.
6. Вийти з режиму виконання “Рабочий”.
7. Перенести з дерева об'єктів на стартову мнемосхему елемент “Технологічний розрахунок” в вигляді “Индикатор”.
8. Перейти в режим виконання “Рабочий”, спостерігати на стартовій мнемосхемі значення елемента “Технологічний параметр”.
9. Вийти з режиму виконання “Рабочий”.
10. Перенести з дерева об'єктів на стартову мнемосхему елемент “Технологічний розрахунок” в вигляді “Стрелочный прибор”.
11. Перейти в режим виконання “Рабочий”, спостерігати на стартовій мнемосхемі значення елемента “Технологічний розрахунок”.
12. Вийти з режиму виконання “Рабочий”.
13. Перенести з дерева об'єктів на стартову мнемосхему елемент “Технологічний параметр” в вигляді “График”.
14. Перейти в режим виконання “Рабочий”, спостерігати на стартовій мнемосхемі значення елемента “Технологічний розрахунок”.
15. Вийти з режиму виконання “Рабочий”.
16. В дереві об'єктів для елемента “Технологічний розрахунок” на вкладці “Опрос выхода” необхідно обрати елемент “Имитация” і задати для нього певні значення (наприклад, для “Закон” задати “Шум”, для “Минимум” задати “4.500”, для “Максимум” задати “6.500”).
17. Перейти в режим виконання “Рабочий”, спостерігати на стартовій мнемосхемі значення елемента “Технологічний розрахунок”.
18. Вийти з режиму виконання “Рабочий”.

3.2. Побудова за допомогою SCADA-системи InSAT MasterSCADA каналу обміну даними з OPC-сервером

1. Налаштувати модуль аналогового уведення MB110-224.8A і OPC-сервер Owen OPC Server таким чином, щоб можна було отримати доступ до параметрів такого технічного засобу автоматизації.
2. В дереві системи для вузла “Комп'ютерно-інтегрована система керування” виконати пошук OPC-серверів шляхом виконання з контекстного меню

команди “Поиск OPC DA серверов”.

3. В дереві системи для вузла “Комп’ютерно-інтегрована система керування” додати Owen OPC Server шляхом виконання з контекстного меню команди “Вставить OPC сервер – Owen OPC Server”.

4. В дереві системи для вузла “Owen OPC Server” додати всі OPC-змінні шляхом виконання з контекстного меню команди “Вставить – OPC переменные...”.

5. Зв’язати з елементом “Технологічний параметр” дерева об’єктів один з елементів дерева системи (наприклад, якщо використовується модуль аналогового введення MB110-224.8A, то це може бути OPC-змінна “Вход 1”, яка відповідає вимірюваному цим модулем значенню) шляхом перетаскування цього елемента дерева системи на елемент “Технологічний параметр” дерева об’єктів.

6. Перейти в режим виконання “Рабочий”, спостерігати на стартовій мнемосхемі значення елемента “Технологічний параметр”.

7. Вийти з режиму виконання “Рабочий”.

4. Питання для самоперевірки

1. На якій архітектурі побудована InSAT MasterSCADA?
2. Які стандарти підтримує InSAT MasterSCADA?
3. Що таке OPC-сервер?
4. Що таке OPC-клієнт?
5. З яких складових складається проект в InSAT MasterSCADA?
6. В яких режимах виконання може працювати InSAT MasterSCADA?
7. Які основні характеристики має режим виконання “Рабочий”?
8. Які основні характеристики має режим виконання “Отладка”?
9. Які основні характеристики має режим виконання “Имитация”?
10. Що таке Дерево системи в InSAT MasterSCADA?
11. Що таке Дерево об’єктів в InSAT MasterSCADA?
12. Які основні характеристики має елемент “Значение”?
13. Які основні характеристики має елемент “Команда”?
14. Які основні характеристики має елемент “Событие”?
15. Які основні характеристики має елемент “Расчёт”?
16. Що таке Сторінки властивостей елементів?
17. Що таке Палітра елементів?
18. Що таке стартова мнемосхема?
19. Що таке функціональний блок?
20. Яким чином здійснюється опитування в InSAT MasterSCADA?

5. Рекомендована література

1. Основна література [1о–10о].
2. Додаткова література [2д].

РОЗДІЛ №3. МОДУЛЬ АНАЛОГОВОГО УВЕДЕННЯ MB110-224.8A

1. Мета опанування розділу

Метою опанування розділу є вивчення будови модуля аналогового введення MB110-224.8A виробництва ТОВ “ВО ОВЕН”.

2. Необхідні теоретичні відомості

2.1. Призначення MB110-224.8A

Модуль аналогового введення MB110-224.8A виробництва ТОВ “ВО ОВЕН” (далі – MB110-224.8A) призначений для вимірювання аналогових і дискретних сигналів, перетворення вимірних сигналів в значення фізичних величин і передачі цих значень за допомогою комунікаційного інтерфейсу RS-485.

MB110-224.8A може бути використаний для побудови систем автоматизації в різних галузях промисловості, комунального господарства і сільського господарства.

2.2. Функціональні і технічні характеристики MB110-224.8A

Зовнішній вигляд MB110-224.8A наведений на рис. 3.1.



Рис. 3.1. Зовнішній вигляд MB110-224.8A

Функціональні характеристики MB110-224.8A наведені в табл. 3.1.

Табл. 3.1. Функціональні характеристики MB110-224.8A

№ з/п	Функція
1	2
1	Використання в якості первинних вимірювальних перетворювачів термометрів опору
2	Використання в якості первинних вимірювальних перетворювачів термоелектричних перетворювачів

Продовження табл. 3.1.

1	2
3	Використання в якості первинних вимірювальних перетворювачів датчиків з аналоговим неуніфікованим вихідним сигналом в вигляді напруги $(-50...50)$ мВ
4	Використання в якості первинних вимірювальних перетворювачів датчиків з аналоговим уніфікованим вихідним сигналом в вигляді напруги $(0...1)$ В або $(0...10)$ В
5	Використання в якості первинних вимірювальних перетворювачів датчиків з аналоговим уніфікованим вихідним сигналом в вигляді струму $(0...20)$ мА або $(4...20)$ мА
6	Використання в якості первинних вимірювальних перетворювачів датчиків з аналоговим неуніфікованим вихідним сигналом в вигляді опору $(25...900)$ Ом або $(25...2000)$ Ом
7	Використання в якості первинних вимірювальних перетворювачів датчиків з дискретним вихідним сигналом типу “сухий контакт”

Технічні характеристики MB110-224.8A наведені в табл. 3.2.

Табл. 3.2. Технічні характеристики MB110-224.8A

№ з/П	Технічна характеристика		Значення
1	2		3
1	Напруга живлення		$(90...264)$ В змінного струму частотою $(47...63)$ Гц $(20...375)$ В постійного струму
2	Кількість аналогових вхідних елементів		8
3	Час опитування одного вхідного елемента, с, не більше	Термометри опору	0,9
		Термоелектричні перетворювачі, уніфіковані сигнали напруги і струму	0,6
4	Межа основної зведеної похибки, %	Термометри опору	$\pm 0,5$
		Термоелектричні перетворювачі, уніфіковані сигнали напруги і струму	$\pm 0,25$
5	Потужність, яка споживається, В·А, не більше		6

Продовження табл. 3.2.

1	2	3
6	Міцність електричної ізоляції, В	1500
7	Інтерфейс зв'язку з комп'ютером	RS-485
8	Максимальна швидкість по інтерфейсу RS-485, біт/с	115200
9	Протокол зв'язку	OBDH, ModBus-RTU, ModBus-ASCII, DCON

Схема електрична MB110-224.8A наведена на рис. 3.2.

MB110-224.8A			
Конт.	Ланцюг	Ланцюг	Конт.
1	~220 В/-24 В	RS-485-(B)	13
2	~220 В/+24 В	RS-485-(A)	14
Конт.	Ланцюг	Ланцюг	Конт.
3	Вхід 1-1	Вхід 5-1	15
4	Вхід 1-2	Вхід 5-2	16
5	Загальний	Загальний	17
6	Вхід 2-1	Вхід 6-1	18
7	Вхід 2-2	Вхід 6-2	19
8	Вхід 3-1	Вхід 7-1	20
9	Вхід 3-2	Вхід 7-2	21
10	Загальний	Загальний	22
11	Вхід 4-1	Вхід 8-1	23
12	Вхід 4-2	Вхід 8-2	24

Рис. 3.2. Схема електрична MB110-224.8A

3. Приклад роботи з MB110-224.8A

3.1. Ознайомлення з характеристиками MB110-224.8A

1. Ознайомитися з функціональними і технічними характеристиками MB110-224.8A.

В протокол занести (можна скорочено):

- основні технічні характеристики MB110-224.8A;
- основні технічні характеристики первинних вимірювальних перетворювачів, неуніфікованих сигналів і уніфікованих сигналів, які можна підключати до входів MB110-224.8A.

- основні технічні характеристики входів MB110-224.8A;
- основні технічні характеристики комунікаційних інтерфейсів MB110-224.8A.

2. Ознайомитися з прикладним програмним забезпеченням для роботи з MB110-224.8A (зокрема, з програмою “Конфігуратор M110”, розробленою ТОВ “ВО ОВЕН”).

В протокол занести (можна скорочено):

- відомості про такі налаштування MB110-224.8A, як “Общие параметры”;
- відомості про такі налаштування MB110-224.8A, як “Сетевые параметры”;
- відомості про такі налаштування MB110-224.8A, як “Входы”.

3. З’ясувати, яким чином здійснюється опитування первинних вимірювальних перетворювачів, неуніфікованих сигналів і уніфікованих сигналів, які можна підключати до входів MB110-224.8A.

В протокол занести: приклад опитування первинних вимірювальних перетворювачів, неуніфікованих сигналів і уніфікованих сигналів.

4. З’ясувати, яким чином і навіщо здійснюється масштабування неуніфікованих сигналів і уніфікованих сигналів, які можна підключати до входів MB110-224.8A.

В протокол занести: приклад розрахунку масштабування вхідного неуніфікованого сигналу або вхідного уніфікованого сигналу.

5. З’ясувати, яким чином і навіщо здійснюється зсув номінальної статичної характеристики первинних вимірювальних перетворювачів, неуніфікованих сигналів і уніфікованих сигналів в MB110-224.8A.

В протокол занести: приклад зсуву номінальної статичної характеристики первинних вимірювальних перетворювачів, неуніфікованих сигналів або уніфікованих сигналів.

6. З’ясувати, яким чином і навіщо здійснюється нахил номінальної статичної характеристики первинних вимірювальних перетворювачів, неуніфікованих сигналів і уніфікованих сигналів в MB110-224.8A.

В протокол занести: приклад нахилу номінальної статичної характеристики первинних вимірювальних перетворювачів, неуніфікованих сигналів або уніфікованих сигналів.

7. З’ясувати, яким чином і на що впливає смуга пропускання цифрового фільтра MB110-224.8A.

В протокол занести: приклад впливу смуги пропускання цифрового фільтра на проходження сигналу від первинного вимірювального перетворювача, неуніфікованого сигналу або уніфікованого сигналу через вимірювальний тракт.

8. З’ясувати, яким чином і на що впливає постійна часу цифрового фільтра MB110-224.8A.

В протокол занести: приклад впливу постійної часу цифрового фільтра на проходження сигналу від первинного вимірювального перетворювача, неуніфікованого сигналу або уніфікованого сигналу через вимірювальний тракт.

9. З'ясувати, яким чином і навіщо здійснюється діагностика первинних вимірювальних перетворювачів, неуніфікованих сигналів і уніфікованих сигналів в MB110-224.8A.

В протокол занести: приклад діагностики первинного вимірювального перетворювача, неуніфікованого сигналу або уніфікованого сигналу.

10. З'ясувати, яким чином можна підключити до MB110-224.8A первинні вимірювальні перетворювачі, неуніфіковані сигнали і уніфіковані сигнали.

В протокол занести: схеми електричні підключення до MB110-224.8A первинних вимірювальних перетворювачів, неуніфікованих і уніфікованих сигналів.

11. З'ясувати, яким чином MB110-224.8A можна підключити до електричної мережі.

В протокол занести: схему електричну підключення MB110-224.8A до електричної мережі.

12. З'ясувати, яким чином можна підключитися до MB110-224.8A по комунікаційному інтерфейсу RS-485.

В протокол занести: схему електричну підключення до MB110-224.8A по комунікаційному інтерфейсу RS-485.

13. З'ясувати склад типової схеми побудови системи автоматичного керування із застосуванням MB110-224.8A.

В протокол занести: типову схему побудови системи автоматичного керування із застосуванням MB110-224.8A.

3.2. Налаштування режимів роботи MB110-224.8A

1. Підключити MB110-224.8A до персонального комп'ютера і до силової електричної мережі відповідно до схеми підключення (див. рис. 3.3 або рис. 3.4). Перевірити надійність такого підключення.

2. Запустити на персональному комп'ютері програму "Конфігуратор M110", розроблену ТОВ "ВО ОВЕН".

3. Обрати один з входів "Вход 1", "Вход 2", "Вход 3", "Вход 4", "Вход 5", "Вход 6", "Вход 7" або "Вход 8".

4. Обрати для параметра "Тип датчика" тип вхідного аналогового сигналу (наприклад, "ТХА (К)").

5. Обрати для параметра "Постоянная времени цифрового фильтра" значення постійної часу цифрового фільтра (наприклад, "10").

6. Обрати для параметра "Интервал между измерениями" значення інтервалу між вимірюваннями (наприклад, "0.5").

7. Обрати для параметра "Коррекция «сдвиг характеристики»" значення зсуву характеристики (наприклад, "0.0").

8. Обрати для параметра "Коррекция «наклон характеристики»" значення нахилу характеристики (наприклад, "1.0").

9. Обрати для параметра "Полоса цифрового фильтра" значення смуги цифрового фільтра (наприклад, "10.0").

10. Обрати для параметра "Скорость обмена" значення швидкості обміну даними (наприклад, "9600").

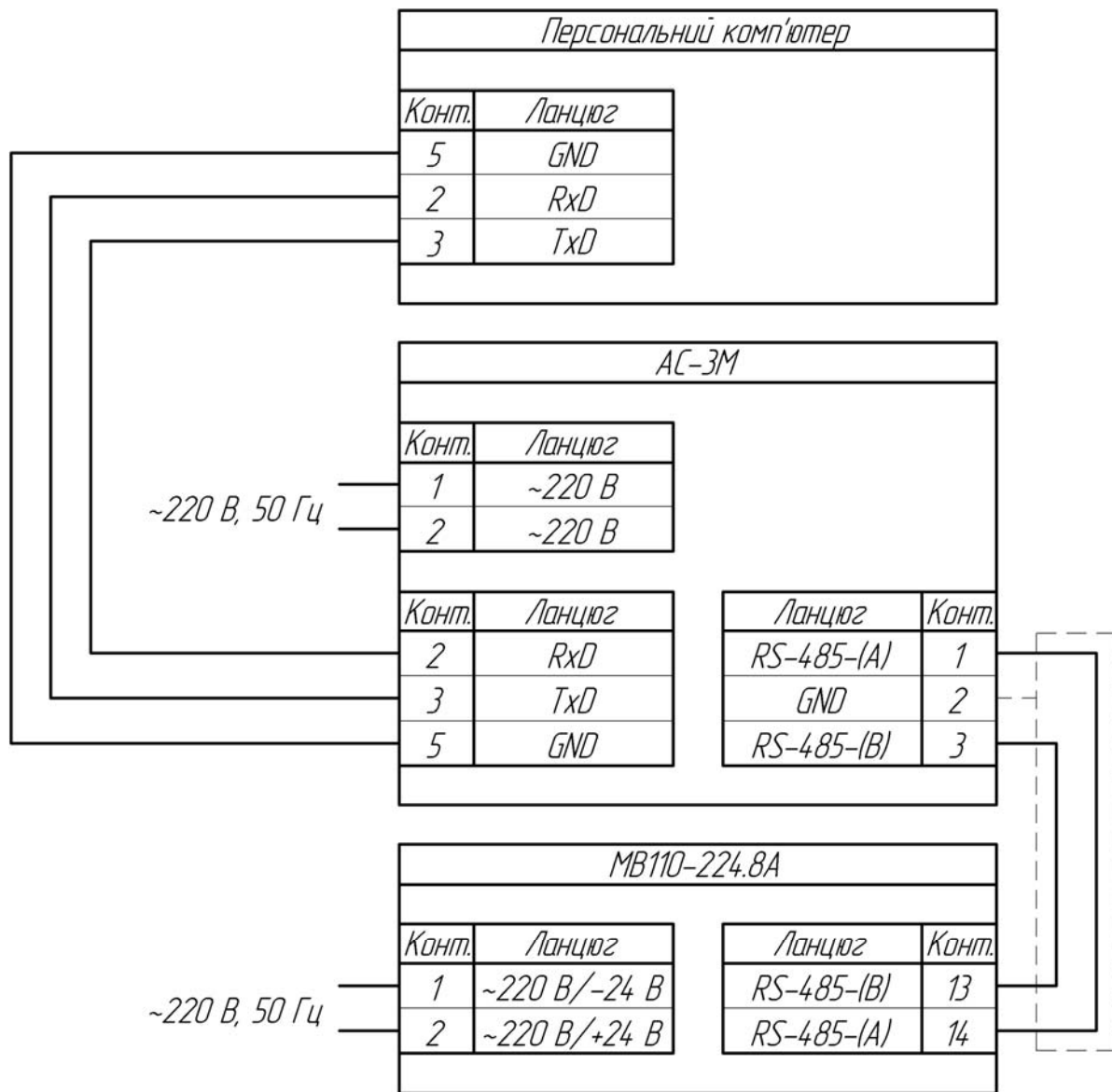


Рис. 3.3. Схема підключення МВ110-224.8А до персонального комп'ютера (за допомогою перетворювача інтерфейсів АС3-М) і до силової електричної мережі

11. Обрати для параметра “Длина слова данных” значення довжини слова даних (наприклад, “8”).
12. Обрати для параметра “Контроль по чётности” значення контролю по парності (наприклад, “Отсутствует”).
13. Обрати для параметра “Количество стоп-бит” кількість стоп-біт (наприклад, “1”).
14. Обрати для параметра “Размер сетевых адресов” розмір мережевих адрес (наприклад, “8”).
15. Обрати для параметра “Базовый адрес прибора” базову адресу приладу (наприклад, “16”).
16. Обрати для параметра “Задержка ответа по RS-485, мс” затримку відповіді по комунікаційному інтерфейсу RS-485 (наприклад, “10”).
17. Вийти з програми “Конфігуратор М110”.

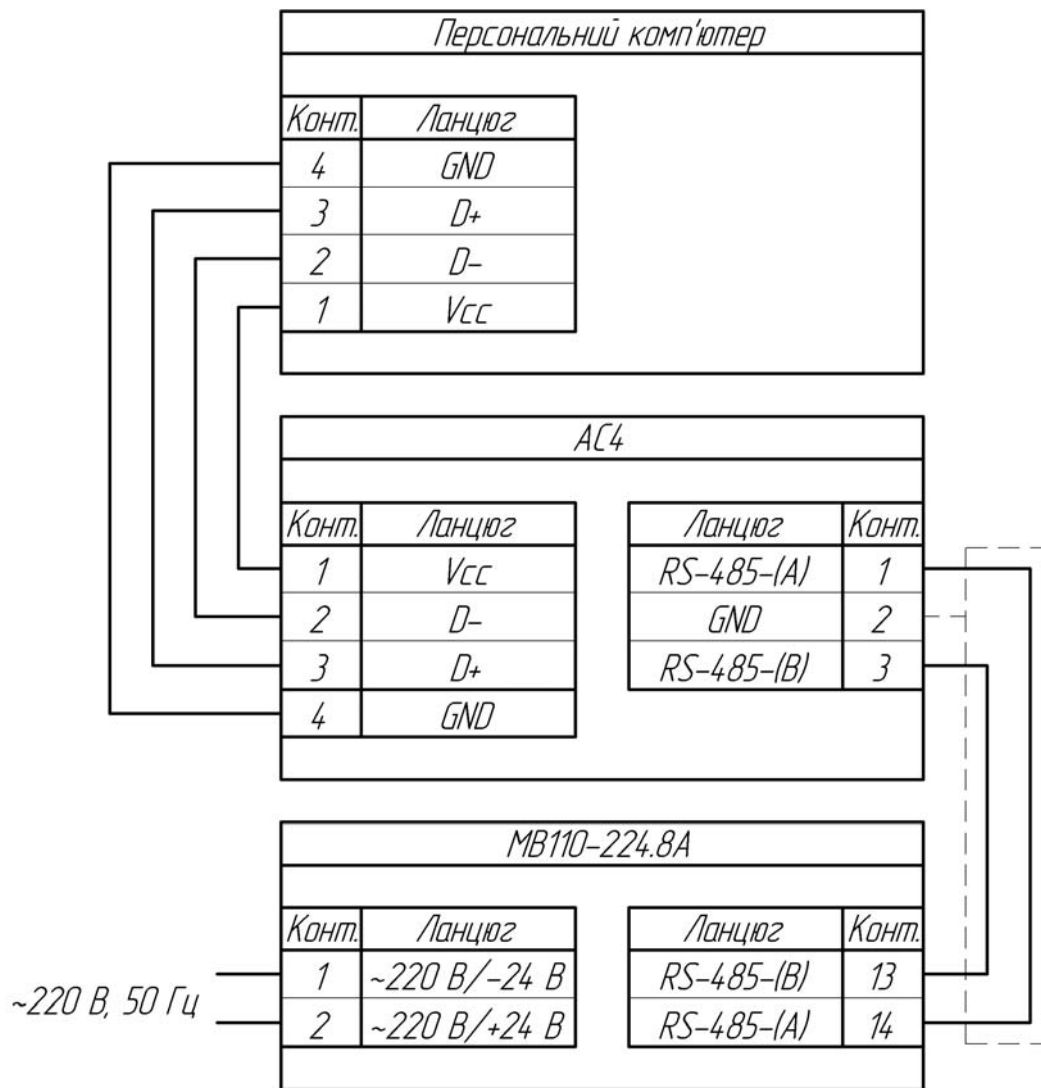


Рис. 3.4. Схема підключення MB110-224.8A до персонального комп'ютера (за допомогою перетворювача інтерфейсів АС4) і до силової електричної мережі

3.3. Побудова за допомогою MB110-224.8A каналу вимірювання входних аналогових сигналів

1. Запустити і налагодити на персональному комп'ютері OPC-сервер Open OPC Server (який дозволяє працювати із приладами виробництва ТОВ "ОВОЕН", що мають жорстку логіку, по протоколах ОВЕН і Modbus RTU/ASCII).

2. Запустити і налагодити на персональному комп'ютері SCADA-систему MasterSCADA (яка дозволяє відображати в текстовому і графічному вигляді весь хід протікання технологічного процесу).

3. Підключити до обраного входу джерело аналогового сигналу (наприклад, термоелектричний перетворювач типу хромель-алюмель).

4. Змінити температуру такого перетворювача шляхом його нагрівання (наприклад, за допомогою будівельного фену).

5. Відобразити на стартовій мнемосхемі SCADA-системи MasterSCADA значення параметра "Вход 1", "Вход 2", "Вход 3", "Вход 4", "Вход 5", "Вход 6", "Вход 7" або "Вход 8" (в залежності від обраного входу).

4. Питання для самоперевірки

1. Яке призначення має MB110-224.8A?
2. Де може бути використаний MB110-224.8A?
3. Що таке Master і що таке Slave в локальних мережах?
4. Яке призначення має програма “Конфігуратор M110”?
5. Які основні технічні характеристики має MB110-224.8A?
6. Які основні технічні характеристики мають первинні вимірювальні перетворювачі, неуніфіковані сигнали і уніфіковані сигнали, які можна підключати до входів MB110-224.8A?
7. Які основні технічні характеристики входів MB110-224.8A?
8. Які основні технічні характеристики комунікаційних інтерфейсів-224.8A?
9. Яким чином здійснюється опитування первинних вимірювальних перетворювачів, неуніфікованих сигналів і уніфікованих сигналів, які можна підключати до входів MB110-224.8A?
10. Яке призначення масштабування неуніфікованих сигналів і уніфікованих сигналів, які можна підключати до входів MB110-224.8A?
11. На що впливає зміна зсуву номінальної статичної характеристики первинних вимірювальних перетворювачів, неуніфікованих сигналів і уніфікованих сигналів в MB110-224.8A?
12. На що впливає зміна нахилу номінальної статичної характеристики первинних вимірювальних перетворювачів, неуніфікованих сигналів і уніфікованих сигналів в MB110-224.8A?
13. На що впливає зміна смуги пропускання цифрового фільтра в MB110-224.8A?
14. На що впливає зміна постійної часу цифрового фільтра в MB110-224.8A?
15. Яке призначення діагностики первинних вимірювальних перетворювачів, неуніфікованих сигналів і уніфікованих сигналів в MB110-224.8A?
16. Яким чином до MB110-224.8A можна підключити первинні вимірювальні перетворювачі, неуніфіковані сигнали і уніфіковані сигнали?
17. Яким чином MB110-224.8A можна підключити до електричної мережі?
18. Яким чином можна підключитися до MB110-224.8A по комунікаційному інтерфейсу RS-485?
19. Яка типова схема побудови системи автоматичного керування із застосуванням MB110-224.8A?
20. Який вигляд для MB110-224.8A мають часові залежності для різних первинних вимірювальних перетворювачів, неуніфікованих сигналів і уніфікованих сигналів?

5. Рекомендована література

1. Основна література [1о–10о].
2. Додаткова література [11д, 17д].

РОЗДІЛ №4. МОДУЛЬ АНАЛОГОВОГО ВИВЕДЕННЯ МУ110-224.6У

1. Мета опанування розділу

Метою опанування розділу є вивчення будови модуля аналогового виведення МУ110-224.6У виробництва ТОВ “ВО ОВЕН”.

2. Необхідні теоретичні відомості

2.1. Призначення МУ110-224.6У

Модуль аналогового виведення МУ110-224.6У виробництва ТОВ “ВО ОВЕН” (далі – МУ110-224.6У) призначений для перетворення даних, які передаються по комунікаційному інтерфейсу RS-485, в аналоговий уніфікований сигнал напруги (0...10) В.

МУ110-224.6У може використовуватися для керування виконавчими пристроями, а також для роботи з пристроями сигналізації і реєстрації.

2.2. Функціональні і технічні характеристики МУ110-224.6У

Зовнішній вигляд МУ110-224.6У наведений на рис. 4.1.



Рис. 4.1. Зовнішній вигляд МУ110-224.6У

Функціональні характеристики МУ110-224.6У наведені в табл. 4.1.

Табл. 4.1. Функціональні характеристики МУ110-224.6У

№ з/п	Функція
1	2
1	Використання для керування виконавчими пристроями, а також пристроями сигналізації і реєстрації аналогового уніфікованого вихідного сигналу в вигляді напруги (0...10) В
2	Необхідність застосування зовнішнього джерела живлення (15...35) В для формування на аналогових виходах уніфікованих сигналів напруги

Схема електрична МУ110-224.6У наведена на рис. 4.2.

МВ110-224.6У			
Конт.	Ланцюг	Ланцюг	Конт.
1	~220 В/-24 В	RS-485-(B)	13
2	~220 В/+24 В	RS-485-(A)	14
Конт.	Ланцюг	Ланцюг	Конт.
3	NC	NC	15
4	A01A	A04A	16
5	A01B	A04B	17
6	A01C	A04C	18
7	A02A	A05A	19
8	A02B	A05B	20
9	A02C	A05C	21
10	A03A	A06A	22
11	A03B	A06B	23
12	A03C	A06C	24

Рис. 4.2. Схема електрична МУ110-224.6У

Технічні характеристики МУ110-224.6У наведені в табл. 4.2.

Табл. 4.2. Технічні характеристики МУ110-224.6У

№ з/П	Технічна характеристика	Значення
1	2	3
1	Напруга живлення	(90...264) В змінного струму частотою (47...63) Гц (20...375) В постійного струму
2	Кількість аналогових вихідних елементів	6
3	Тип аналогових вихідних елементів	ЦАП “параметр–напруга (0...10) В”
4	Основна зведена похибка ЦАП, %, не більше	±0,5
5	Опір навантаження, яке підмикається до виходу, кОм, не менше	2
6	Потужність, яка споживається, В·А, не більше	6
7	Діапазон напруги живлення виходу, В	12...36
8	Інтерфейс зв’язку з комп’ютером	RS-485

Продовження табл. 4.2.

1	2	3
9	Максимальна швидкість по інтерфейсу RS-485, біт/с	115200
10	Протокол зв'язку	ОВЕН, ModBus-RTU, ModBus-ASCII, DCON

3. Приклад роботи з МУ110-224.6У

3.1. Ознайомлення з характеристиками МУ110-224.6У

1. Ознайомитися з функціональними і технічними характеристиками МУ110-224.6У.

В протокол занести (можна скорочено):

- основні технічні характеристики МУ110-224.6У;
- основні технічні характеристики виконавчих пристроїв, а також пристроїв сигналізації і реєстрації, які можна підключати до виходів МУ110-224.6У;
- основні технічні характеристики виходів МУ110-224.6У;
- основні технічні характеристики комунікаційних інтерфейсів МУ110-224.6У.

2. Ознайомитися з прикладним програмним забезпеченням для роботи з МУ110-224.6У (зокрема, з програмою “Конфігуратор М110”, розробленою ТОВ “ВО ОВЕН”).

В протокол занести (можна скорочено):

- відомості про такі налаштування МУ110-224.6У, як “Общие параметры прибора”;
- відомості про такі налаштування МУ110-224.6У, як “Сетевые параметры”;
- відомості про такі налаштування МУ110-224.6У, як “Параметры выходных элементов”.

3. З'ясувати, яким чином можна підключити до МУ110-224.6У виконавчі пристрої, а також пристрої сигналізації і реєстрації.

В протокол занести: схеми електричні підключення до МУ110-224.6У виконавчих пристроїв, а також пристроїв сигналізації і реєстрації.

4. З'ясувати, яким чином МУ110-224.6У можна підключити до електричної мережі.

В протокол занести: схему електричну підключення МУ110-224.6У до електричної мережі.

5. З'ясувати, яким чином можна підключитися до МУ110-224.6У по комунікаційному інтерфейсу RS-485.

В протокол занести: схему електричну підключення до МУ110-224.6У по комунікаційному інтерфейсу RS-485.

6. З'ясувати склад типової схеми побудови системи автоматичного керування із застосуванням МУ110-224.6У.

В протокол занести: типову схему побудови системи автоматичного ке-

рування із застосуванням МУ110-224.6У.

3.2. Налаштування режимів роботи МУ110-224.6У

1. Підключити МУ110-224.6У до персонального комп'ютера і до силової електричної мережі відповідно до схеми підключення (див. рис. 4.3 або рис. 4.4). Перевірити надійність такого підключення.

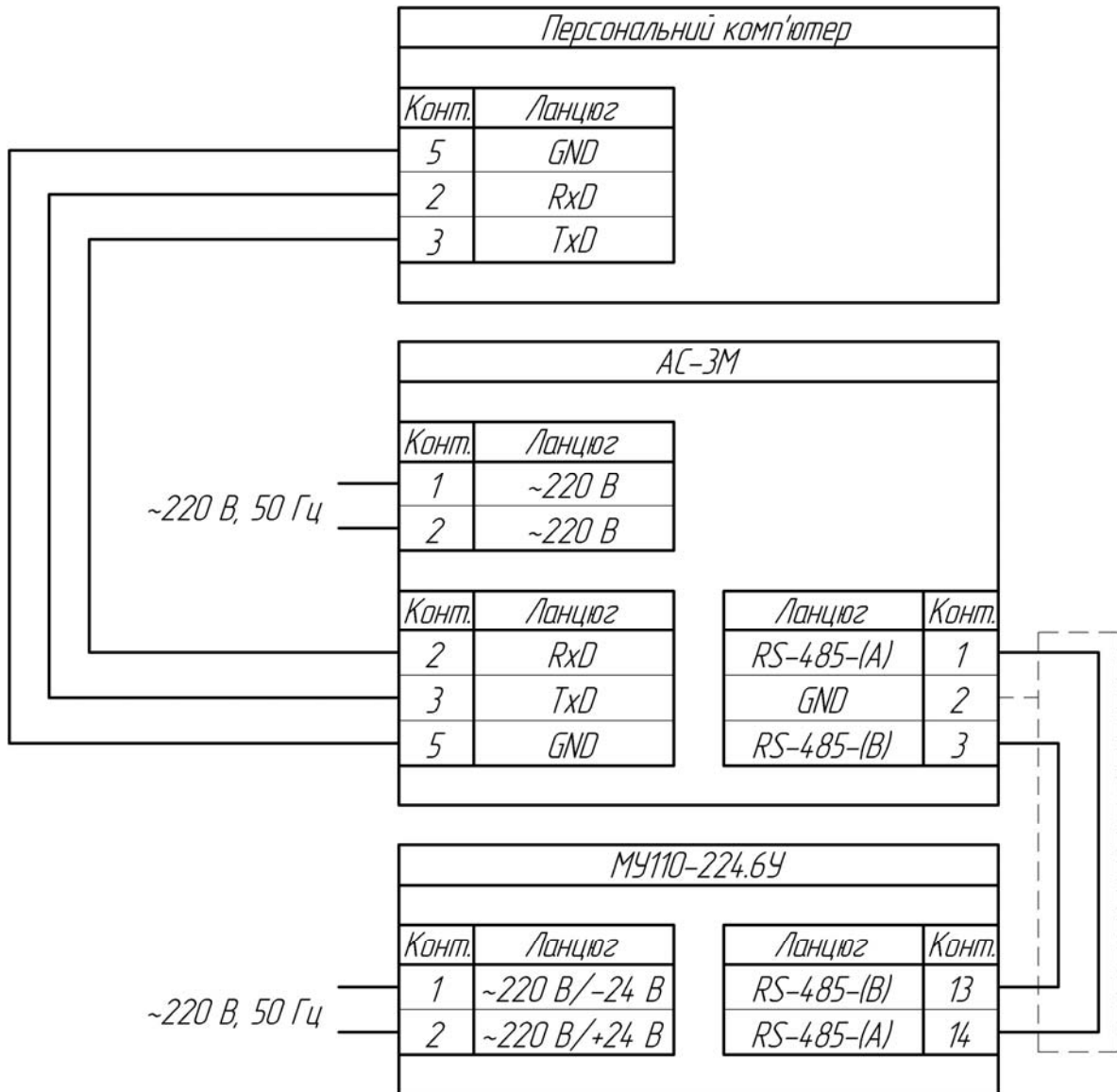


Рис. 4.3. Схема підключення МУ110-224.6У до персонального комп'ютера (за допомогою перетворювача інтерфейсів АС3-М) і до силової електричної мережі

2. Запустити на персональному комп'ютері програму “Конфігуратор М110”, розроблену ТОВ “ВО ОВЕН”.

3. Обрати один з виходів “Параметры выходного элемента 1”, “Параметры выходного элемента 2”, “Параметры выходного элемента 3”, “Параметры выходного элемента 4”, “Параметры выходного элемента 5” або “Параметры выходного элемента 6”.

4. Обрати для параметра “Скорость обмена” значення швидкості обміну даними (наприклад, “9600”).

5. Обрати для параметра “Длина слова данных” значення довжини слова даних (наприклад, “8”).

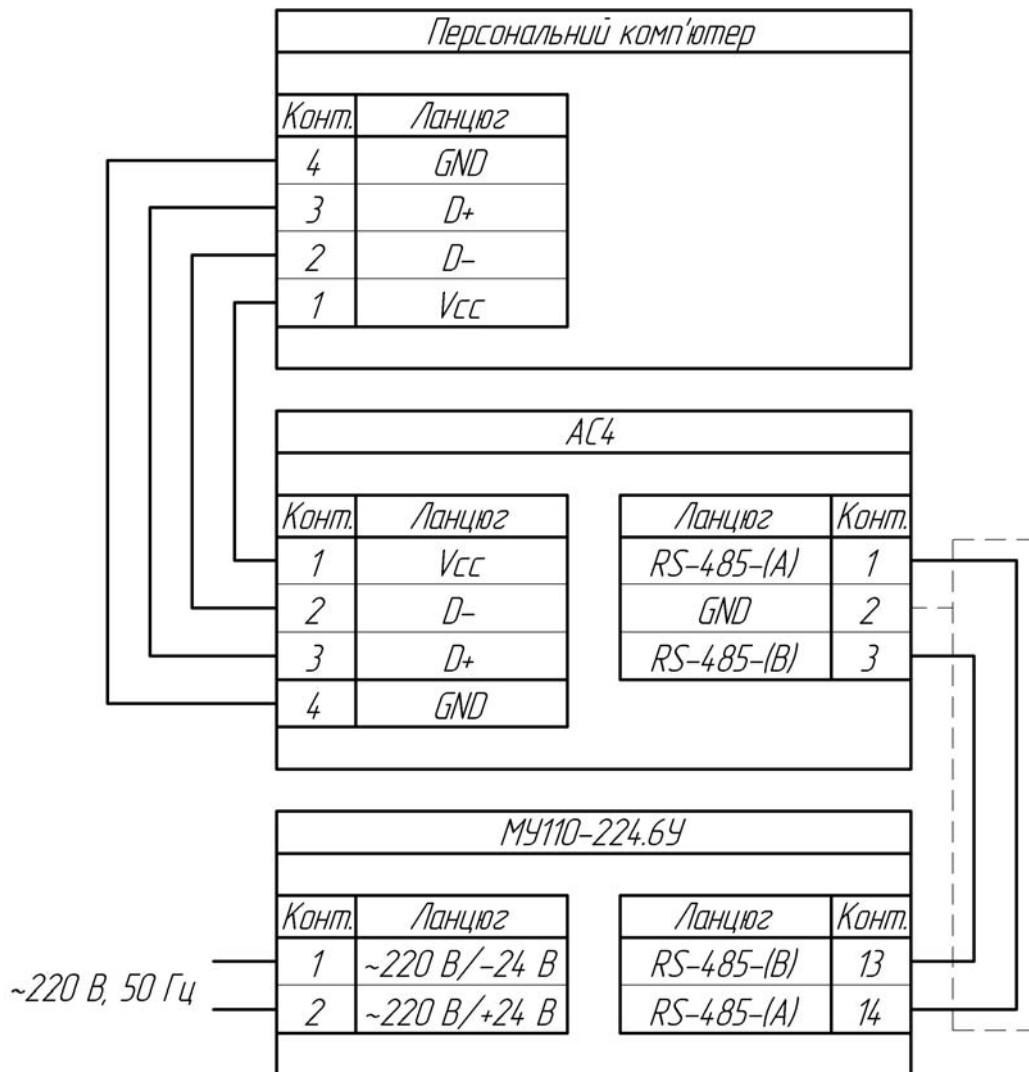


Рис. 4.4. Схема підключення МУ110-224.6У до персонального комп'ютера (за допомогою перетворювача інтерфейсів АС4) і до силової електричної мережі

6. Обрати для параметра “Тип контролю чётности слова данных” значення контролю по парності (наприклад, “Отсутствует”).

7. Обрати для параметра “Количество стоп-битов в посылке” кількість стоп-біт (наприклад, “1”).

8. Обрати для параметра “Длина сетевого адреса” розмір мережевих адрес (наприклад, “8”).

9. Обрати для параметра “Базовый адрес прибора” базову адресу приладу (наприклад, “16”).

10. Обрати для параметра “Протокол обмена данными” протокол обміну даними (наприклад, “ОВЕН”).

11. Обрати для параметра “Максимальный сетевой тайм-аут (сек)” максимальний мережевий тайм-аут (наприклад, “10”).

12. Обрати для параметра “Задержка ответа по RS-485, мс” затримку від-

повіді по комунікаційному інтерфейсу RS-485 (наприклад, “10”).

13. Вийти з програми “Конфігуратор M110”.

3.3. Побудова за допомогою МУ110-224.6У каналу формування вихідних аналогових сигналів

1. Запустити і налагодити на персональному комп’ютері OPC-сервер Owen OPC Server (який дозволяє працювати із приладами виробництва ТОВ “ОВОЕН”, що має жорстку логіку, по протоколах ОВЕН і Modbus RTU/ASCII).

2. Запустити і налагодити на персональному комп’ютері SCADA-систему MasterSCADA (яка дозволяє відображати в текстовому і графічному вигляді весь хід протікання технологічного процесу).

3. Підключити до обраного виходу прилад для вимірювання постійної напруги (наприклад, мультиметр).

4. Задати на стартовій мнемосхемі SCADA-системи MasterSCADA значення обраного параметра “Параметры выходного элемента 1”, “Параметры выходного элемента 2”, “Параметры выходного элемента 3”, “Параметры выходного элемента 4”, “Параметры выходного элемента 5” або “Параметры выходного элемента 6” (в залежності від обраного виходу).

5. Виміряти напругу на обраному виході.

4. Питання для самоперевірки

1. Яке призначення має МУ110-224.6У?
2. Де може бути використаний МУ110-224.6У?
3. Що таке Master і що таке Slave в локальних мережах?
4. Яке призначення має програма “Конфігуратор M110”?
5. Які основні технічні характеристики має МУ110-224.6У?
6. Які основні технічні характеристики мають виконавчі пристрої, пристрої сигналізації і реєстрації, які можна підключати до виходів МУ110-224.8А?
7. Які основні технічні характеристики виходів МУ110-224.6У?
8. Які основні технічні характеристики комунікаційних інтерфейсів МУ110-224.6У?
9. Яким чином до МУ110-224.6У можна підключити виконавчі пристрої, а також пристрої сигналізації і реєстрації?
10. Яким чином МУ110-224.6У можна підключити до електричної мережі?
11. Яким чином можна підключитися до МУ110-224.6У по комунікаційному інтерфейсу RS-485?
12. Яка типова схема побудови системи автоматичного керування із застосуванням МУ110-224.8А?
13. Який вигляд для МУ110-224.6У мають часові залежності для різних виконавчих пристроїв, а також пристроїв сигналізації і реєстрації?

5. Рекомендована література

1. Основна література [1о–10о].
2. Додаткова література [12д, 17д].

РОЗДІЛ №5.

БЛОК КЕРУВАННЯ ТИРИСТОРАМИ І СИМІСТОРАМИ БУСТ2

1. Мета опанування розділу

Метою опанування розділу є вивчення будови блока керування тиристорами і симісторами БУСТ2 виробництва ТОВ “ВО ОВЕН”.

2. Необхідні теоретичні відомості

2.1. Призначення БУСТ2

Блок керування тиристорами і симісторами БУСТ2 виробництва ТОВ “ВО ОВЕН” (далі – БУСТ2) призначений для керування тиристорами або симісторами в складі регуляторів змінної напруги, які функціонують на частоті електричної мережі 220/380 В і використовуються для регулювання напруги живлення резистивних або резистивно-індуктивних навантажень, що підключені за наступними схемами з’єднання: “зірка з нейтраллю”, “зірка без нейтралі”, “розімкнутий трикутник” або “замкнений трикутник” (включаючи неповнофазні варіанти). Основна функція БУСТ2 – перетворення вхідного керуючого сигналу в тривалість відкритого стану тиристора або в кількість напівперіодів живлячої напруги.

БУСТ2 може використовуватися для ручного керування рівнем потужності нагрівача (для цього призначена ручка регулятора на лицевій панелі), а також для автоматичного підтримання температури об’єкта разом із регуляторами температури. В якості керуючих сигналів можуть використовуватися наступні уніфіковані сигнали напруг і струму: (0...1) В, (0...10) В, (0...20) мА, (4...20) мА. Крім цього, БУСТ2 може використовуватися для виконання наступних завдань: регулювання навантаження, яке підключене через трансформатор; плавного пуску трьохфазного асинхронного електричного двигуна; регулювання напруги в ланцюгах навантажень, для яких $0,4 < \cos(\varphi) < 1,0$.

2.2. Функціональні елементи БУСТ2

Зовнішній вигляд БУСТ2 наведений на рис. 5.1.



Рис. 5.1. Зовнішній вигляд БУСТ2

Схема електрична БУСТ2 наведена на рис. 5.2.

БУСТ2	
Ланцюг	Ланцюг
РЕ	ДНЗ
220 В	-IG6
РЕ	N
220 В	+IG6
БЛК2	ДСЗ
ДЗ-І	-IG3
БЛК1	L3
ДЗ-У	+IG3
ОБЩ.	ДН2
Д2-І	-IG5
ОБЩ.	N
Д2-У	+IG5
ОБЩ.	ДС2
Д1-І	-IG2
ОБЩ.	L2
Д1-У	+IG2
ОБЩ.	ДН1
20 мА	-IG4
ОБЩ.	N
10 В	+IG4
ОБЩ.	ДС1
1 В	-IG1
RX	L1
TX	+IG1

Рис. 5.2. Схема електрична БУСТ2

Функціональні елементи БУСТ2 наведені в табл. 5.1.

Табл. 5.1. Функціональні елементи БУСТ2

№ з/п	Елемент	Короткий опис елемента
1	2	3
1	Світлодіоди “10”, “20”, “30”, “40”, “50”, “60”, “70”, “80”, “90”, “100”	Індикація рівня керуючого сигналу (в десятках відсотків)
		Сигналізація аварійна
2	8-розрядний DIP-перемикач	Встановлення режимів роботи

Продовження табл. 5.1.

1	2	3
3	Ручка регулятора “Защита”	Поріг спрацьовування захисту тиристорів або симісторів від перенавантаження
4	Ручка регулятора “Управление”	Значення керуючого сигналу при ручному керуванні
5	Кнопка “ПУСК/СТОП”	Запуск/зупинка роботи БУСТ2
6	Світлодіод “РАБ.”	Знаходження БУСТ2 в стані “Работа”
7	Світлодіод “DIP”	Зміна положення перемикачів 8-розрядного DIP-перемикача в стані “Работа”
8	Світлодіод “БЛОК.”	Знаходження БУСТ2 в стані “Блокировка”

Схема керування роботою тиристорів або симісторів (для однієї фази) наведена на рис. 5.3.

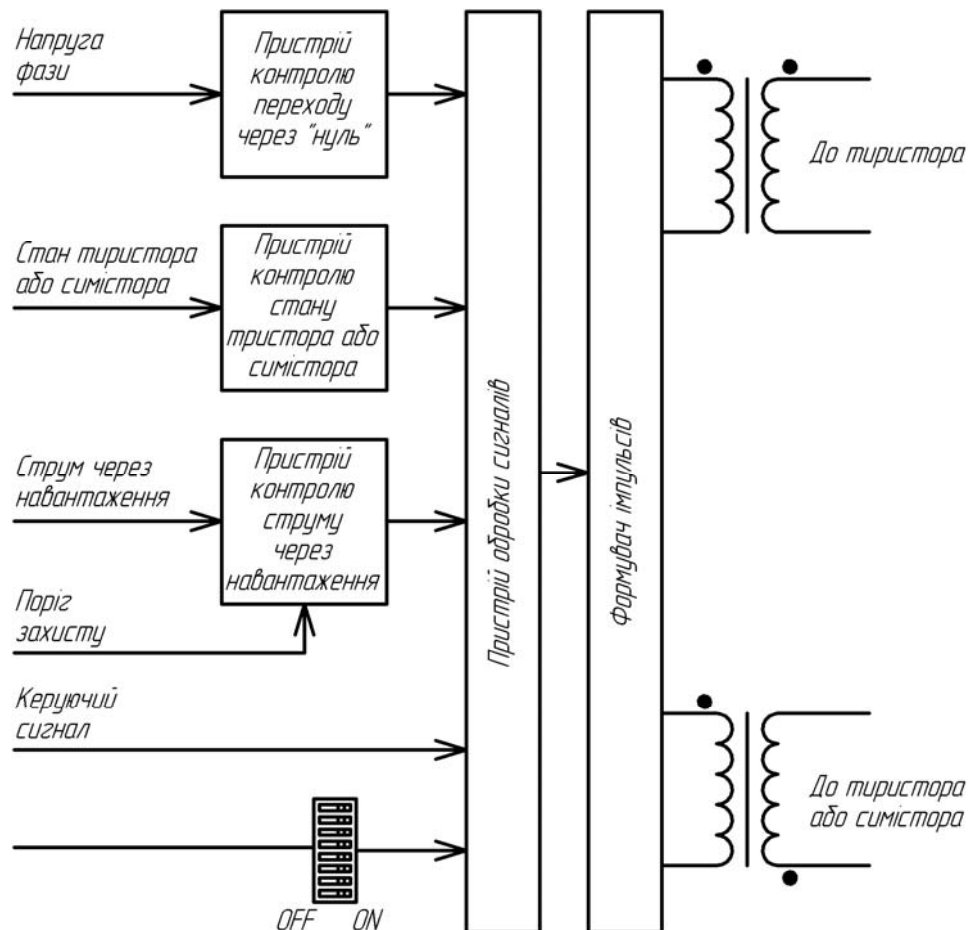


Рис. 5.3. Схема керування роботою тиристорів або симісторів (для однієї фази)

Пристрій контролю переходу через “нуль” формує короткий імпульс на початку кожного напівперіоду відповідної фази.

Пристрій контролю стану тиристора або симістора аналізує стан провід-

ності тиристора або симістора протягом усього часу роботи БУСТ2.

Як пристрій контролю переходу через “нуль”, так і пристрій контролю стану тиристора або симістора призначені для синхронізації роботи пристрою обробки сигналів.

Пристрій обробки сигналів аналізує положення “OFF” або “ON” розрядів DIP-перемикача, за допомогою яких задаються режими роботи БУСТ2, визначає момент відкриття тиристора або симістора і запускає формувач імпульсів.

Формувач імпульсів має два ізольованих виходи, що дозволяє підключати до цих виходів або два тиристори, або один симістор. Після запуску кожний з виходів формувача імпульсів видає пачку коротких однополярних імпульсів, які дозволяють відкрити відповідний тиристор або симістор.

Пристрій контролю струму через навантаження дозволяє відключати навантаження в тому випадку, коли потужність, яка виділяється на цьому навантаженні, є більшою значення, яке встановлене ручкою регулятора “Защита”.

При подачі живлення або при стрибкоподібній зміні керуючої напруги БУСТ2 забезпечує плавний перехід на заданий рівень потужності. За рахунок цього виключається перевантаження електричної мережі (особливо при великій потужності навантаження).

Схема станів БУСТ2 наведена на рис. 5.4.

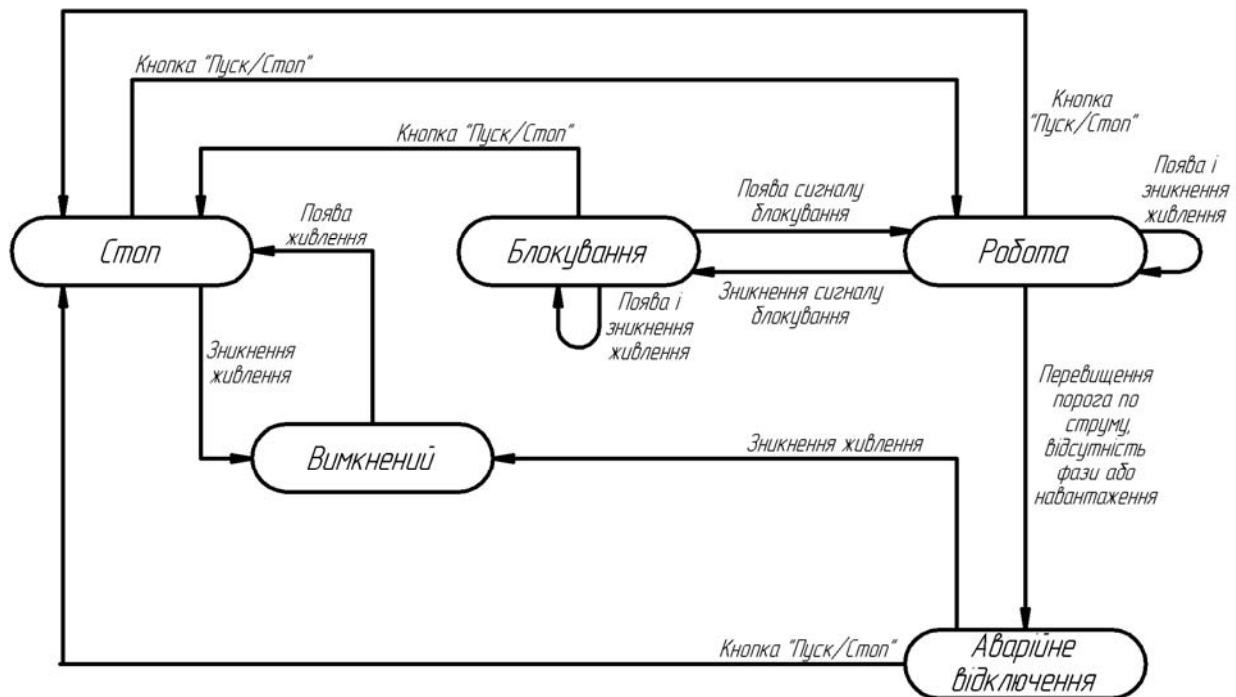


Рис. 5.4. Схема станів БУСТ2

2.3. Способи формування напруги на навантаженні

Фазовий спосіб формування напруги на навантаженні полягає у керуванні тривалістю відкритого стану тиристора/симістора і, відповідно до цього, у подачі на навантаження тільки частини (кількість градацій 256) кожного з напівперіодів живлячої напруги (див. рис. 5.5). При цьому залежність між потужністю, яка виділяється на навантаженні, і керуючою напругою є лінійною.

Такий спосіб формування напруги характеризується відносно великим рі-

внем електромагнітних завад.

Цілочислений спосіб формування напруги на навантаженні полягає у керуванні кількістю повних напівперіодів живлячої напруги (від 0 до 256 при кількості градацій 256), яка подається на навантаження (див. рис. 5.6). При цьому залежність між потужністю, яка виділяється на навантаженні, і керуючою напругою є лінійною.

Такий спосіб формування напруги характеризується відносно низьким рівнем електромагнітних завад.

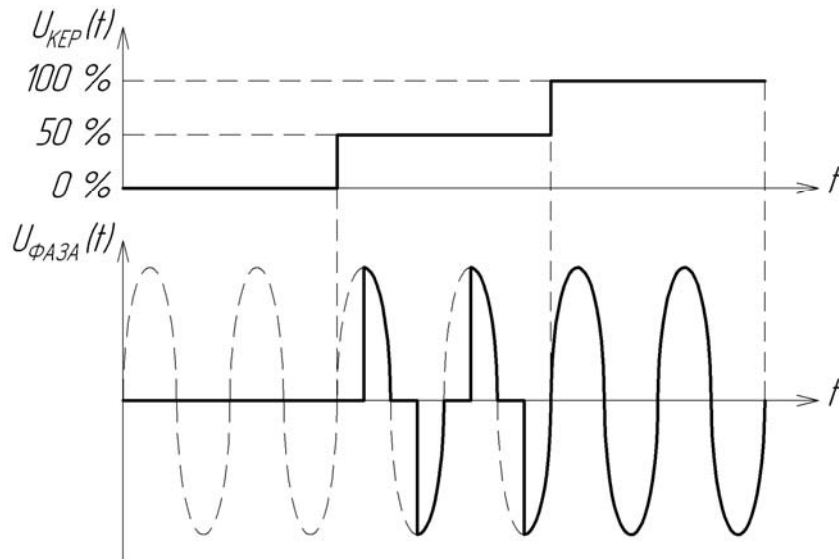


Рис. 5.5. Фазовий спосіб формування напруги на навантаженні

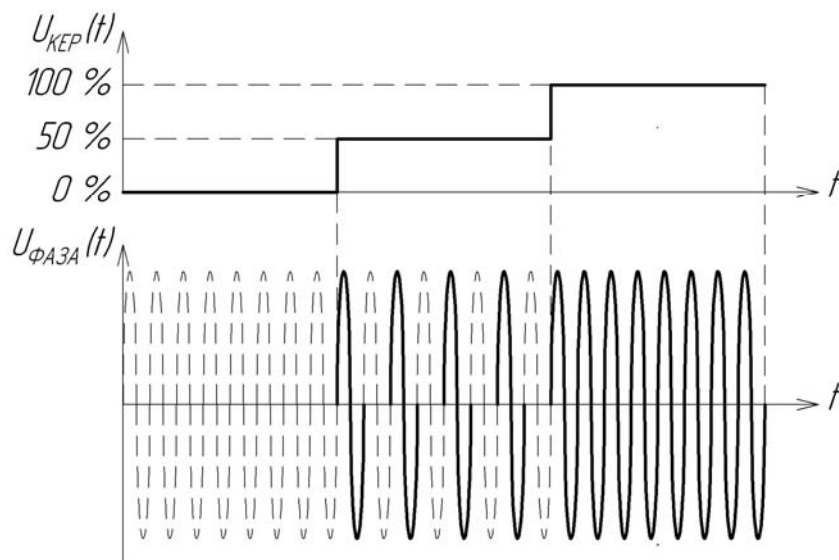


Рис. 5.6. Цілочислений спосіб формування напруги на навантаженні

3. Приклад роботи з БУСТ2

3.1. Ознайомлення з характеристиками БУСТ2

1. Ознайомитися з характеристиками БУСТ2.

В протокол занести (можна скорочено): основні технічні характеристики

БУСТ2.

2. З'ясувати призначення DIP-перемикача БУСТ2.

В протокол занести (можна скорочено): опис кожного розряду DIP-перемикача.

3. З'ясувати призначення пристрою контролю переходу через “нуль” БУСТ2.

В протокол занести: діаграму роботи пристрою контролю переходу через “нуль” БУСТ2.

4. З'ясувати призначення пристрою контролю стану тиристора або симістора БУСТ2.

В протокол занести: діаграму роботи пристрою контролю стану тиристора або симістора БУСТ2.

5. З'ясувати призначення пристрою контролю струму фази БУСТ2.

В протокол занести: діаграму роботи пристрою контролю струму фази БУСТ2.

6. З'ясувати призначення формувача імпульсів БУСТ2.

В протокол занести: діаграму роботи формувача імпульсів БУСТ2.

7. З'ясувати, які два типи методів (фазовий і по кількості напівперіодів живлячої напруги, яка подається в навантаження) керування тиристорами або симісторами можуть застосовуватися в БУСТ2.

8. З'ясувати устрій діаграми станів БУСТ2.

В протокол занести: діаграму станів БУСТ2.

9. З'ясувати, яким чином можна підключити до БУСТ2 керуючі сигнали.

В протокол занести: схеми електричні підключення до БУСТ2 керуючих сигналів.

10. З'ясувати, яким чином можна підключити до БУСТ2 тиристори або симістори.

В протокол занести: схеми електричні підключення до БУСТ2 тиристорів або симісторів.

11. З'ясувати, яким чином БУСТ2 можна підключити до електричної мережі.

В протокол занести: схему електричну підключення БУСТ2 до електричної мережі.

12. З'ясувати, яким чином можна підключитися до БУСТ2 по комунікаційному інтерфейсу RS-232.

В протокол занести: схему електричну підключення до БУСТ2 по комунікаційному інтерфейсу RS-232.

13. З'ясувати склад типової схеми побудови системи автоматичного керування температурою із застосуванням БУСТ2 і емулятора печі ЕП-10.

В протокол занести: типову схему побудови системи автоматичного керування температурою із застосуванням БУСТ2 і емулятора печі ЕП-10.

3.2. Побудова за допомогою БУСТ2 каналу керування активним і активно-індуктивним навантаженням (спосіб керування “місцевий”)

1. Підключити БУСТ2 до силової електричної мережі відповідно до схеми

підключення (див. рис. 5.7 або рис. 5.8). Перевірити надійність такого підключення.

2. Встановити наступні положення розрядів DIP-перемикача:

- розряд 1 – “OFF” (спосіб керування роботою БУСТ2 “місцевий”, тобто шляхом обертання ручки регулятора на його лицевій панелі);
- розряд 2 – “OFF” (спосіб керування потужністю, яка виділяється на навантаженні, по кількості напівперіодів напруги силової електричної мережі);

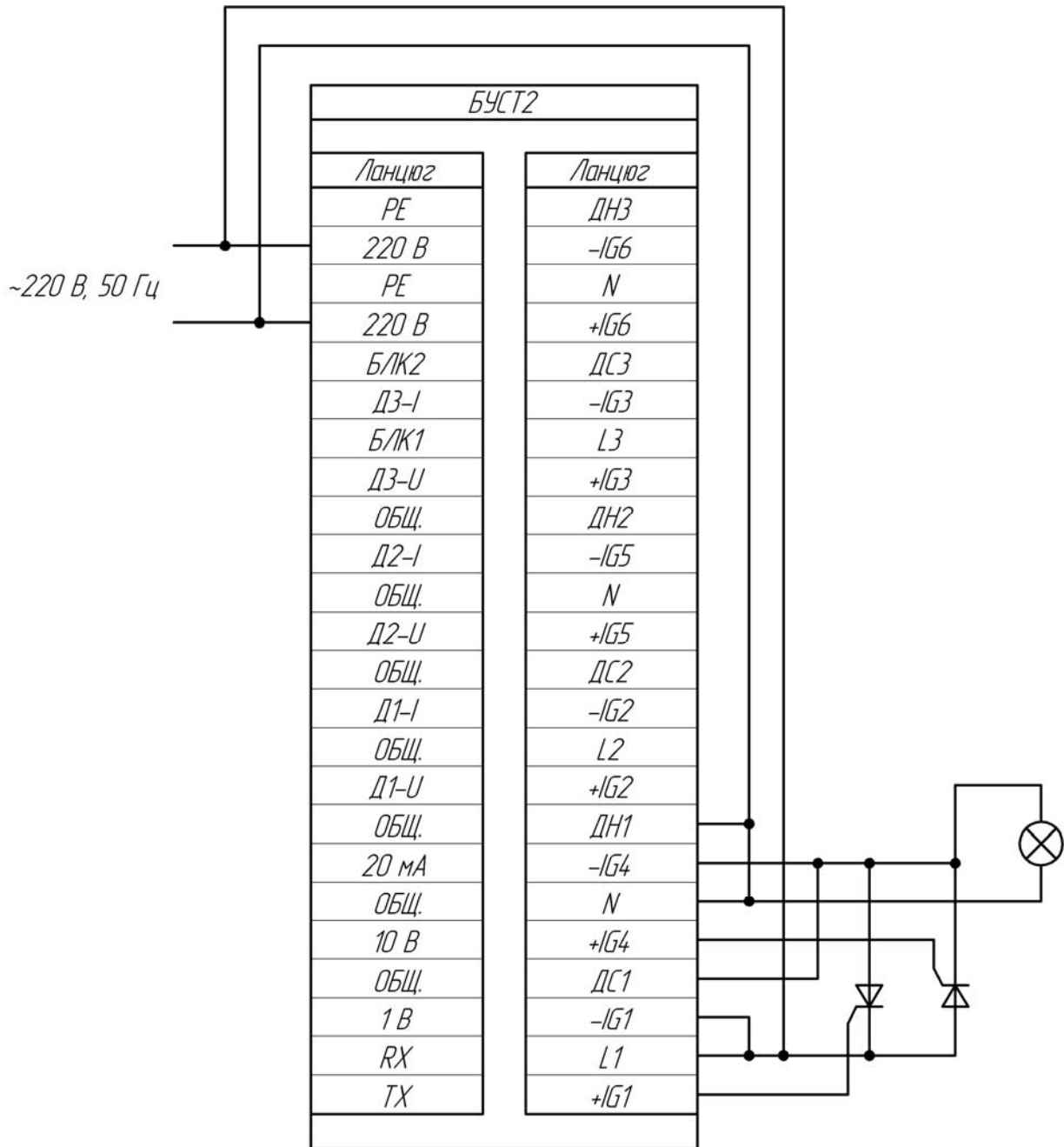


Рис. 5.7. Схема підключення БУСТ2 до силової електричної мережі з використанням двох тиристорів

- розряд 3 – “OFF” (максимальна швидкість зміни вихідної величини становить (20...25) % від шкали вихідного сигналу за 1 с);

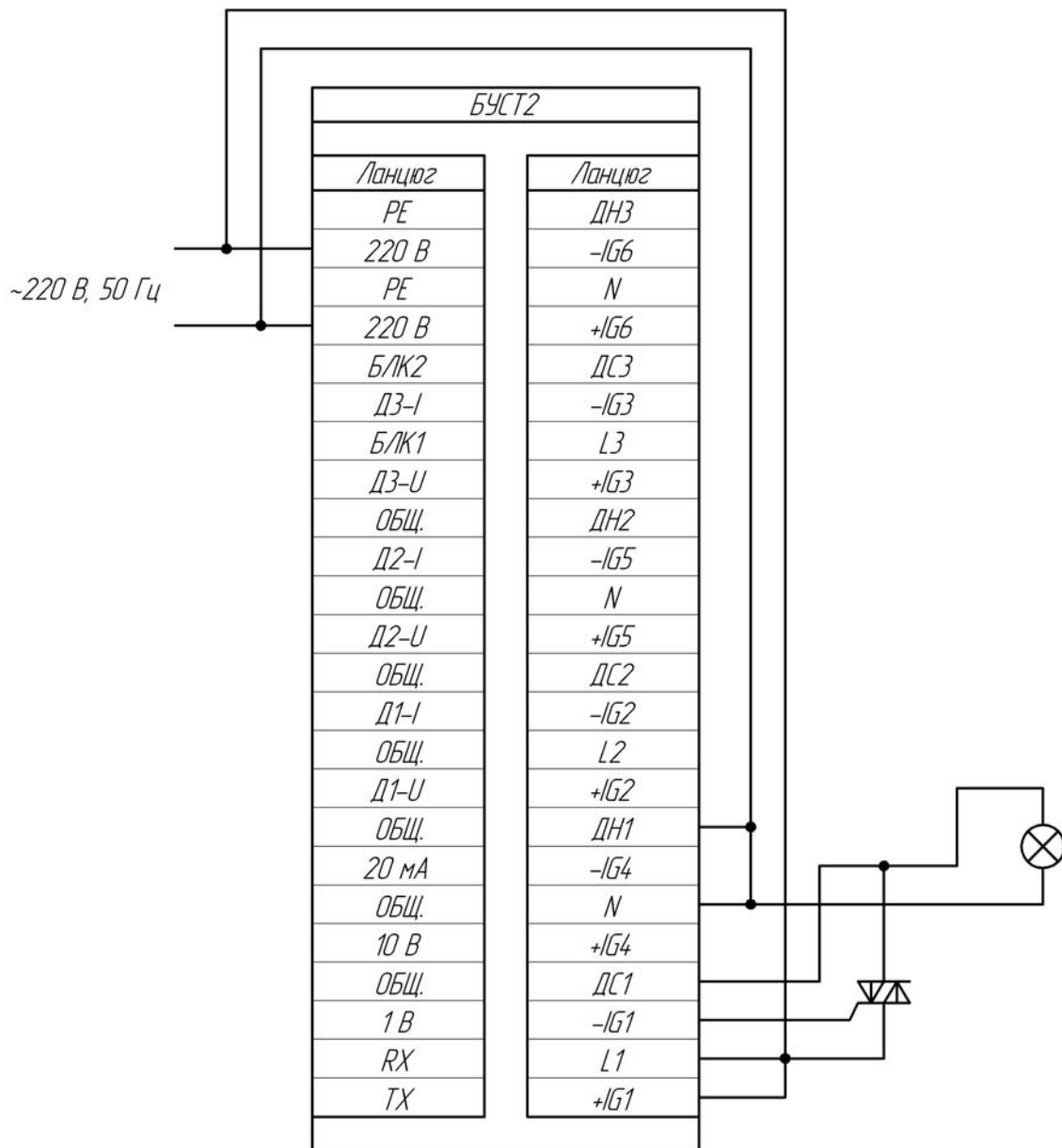


Рис. 5.8. Схема підключення БУСТ2 до силової електричної мережі з використанням одного симістора

- розряд 4 – “ON” (спосіб роботи БУСТ2 відповідно до схеми його підключення до силової електричної мережі (див. рис. 5.7));
- розряд 5 – “ON” (діапазон сигналів від датчиків струму становить (0...1) В);
- розряд 6 – “OFF” (амплітуда струму керування тиристорами або симісторами становить 0,5 А);
- розряд 7 – “ON” (тип сигналів керування – напруга);
- розряд 8 – “ON” (діапазон сигналів керування становить (0...1) В).

3.3. Побудова за допомогою БУСТ2 каналу керування активним і активно-індуктивним навантаженням (спосіб керування “віддалений”)

1. Обертаючи ручку регулятора “Управление”, спостерігати зміну потужності, яка виділяється на навантаженні:

- візуально по світінню світлодіодів “10”, “20”, “30”, “40”, “50”, “60”, “70”, “80”, “90”, “100” (див. табл. 5.1);

- візуально по світінню лампи розжарювання, яка використовується в якості навантаження.

2. Перемістити розряд 1 DIP-перемикача з положення “OFF” в положення “ON” (спосіб керування роботою БУСТ2 “віддалений”, тобто шляхом подачі керуючої напруги (0...1) В або (0...10) В чи керуючого струму (0...20) мА або (4...20) мА).

3. Підключити до одного з виходів модуля аналогового виведення МУ110-224.6У входи “10 В” і “ОБЦ.” БУСТ2.

4. Запустити і налагодити на персональному комп’ютері OPC-сервер Owen OPC Server.

5. Запустити і налагодити на персональному комп’ютері SCADA-систему MasterSCADA.

6. Задаючи на мнемосхемі SCADA-системи MasterSCADA значення потужності, яка виділяється на навантаженні, спостерігати зміну цієї потужності:

- візуально по світінню світлодіодів “10”, “20”, “30”, “40”, “50”, “60”, “70”, “80”, “90”, “100” (див. табл. 5.1);

- візуально по світінню лампи розжарювання, яка використовується в якості навантаження.

4. Питання для самоперевірки

1. Які основні технічні характеристики має БУСТ2?

2. Яке призначення DIP-перемикача БУСТ2?

3. Яке призначення пристрою контролю переходу через “нуль” БУСТ2?

4. Яке призначення пристрою контролю стану тиристора або симістора БУСТ2?

5. Яке призначення пристрою контролю струму фази БУСТ2?

6. Яке призначення формувача імпульсів БУСТ2?

7. Які два типи методів керування тиристорами або симісторами можуть застосовуватися в БУСТ2?

8. Який устрій має діаграма станів БУСТ2?

9. Яким чином можна підключити до БУСТ2 керуючі сигнали?

10. Яким чином можна підключити до БУСТ2 тиристори або симістори?

11. Яким чином можна підключити БУСТ2 до електричної мережі?

12. Яким чином можна підключитися до БУСТ2 по комунікаційному інтерфейсу RS-232?

13. Яка типова схема побудови системи автоматичного керування температурою із застосуванням БУСТ2 і емулятора печі ЕП-10?

5. Рекомендована література

1. Основна література [1о–10о].

2. Додаткова література [4д].

РОЗДІЛ №6. ПЕРЕТВОРЮВАЧ ЧАСТОТИ ВЕКТОРНИЙ ПЧВ101-K75-A

1. Мета опанування розділу

Метою опанування розділу є вивчення будови перетворювача частоти векторного ПЧВ101-K75-A виробництва ТОВ “ВО ОВЕН”.

2. Необхідні теоретичні відомості

2.1. Призначення ПЧВ101-K75-A

Перетворювач частоти векторний ПЧВ101-K75-A виробництва ТОВ “ВО ОВЕН” (далі – ПЧВ101-K75-A) може застосовуватися в автоматизованих електроприводах механізмів в промисловості, житлово-комунальному і сільському господарстві, а також в інших областях.

ПЧВ101-K75-A призначений для частотного керування роботою трифазних асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором в діапазоні потужностей до 0,75 кВт.

2.2. Функціональні характеристики ПЧВ101-K75-A

Зовнішній вигляд ПЧВ101-K75-A наведений на рис. 6.1.



Продовження табл. 6.1.

1	2	3
4	Комутація асинхронного електричного двигуна до вихідних каскадів	Каскадне керування асинхронним електричним двигуном
5	Самодіагностика, діагностика асинхронного електричного двигуна	Вимірювання поточних вхідних та вихідних параметрів, перевірка сигналів і ліній зв'язку
6	Попереджувальна і аварійна сигналізація	Повідомлення про вихід параметрів за межі робочих діапазонів
7	Контроль опору ізоляції	Запобігання пробією ізоляції вихідних каскадів
8	Захисне відключення асинхронного електричного двигуна	При перевищенні напруги, струму, температури тощо
9	Керування однофазними, синхронними, колекторними електричними двигунами	Розширення області використання
10	Керування групою асинхронних електричних двигунів	Розподілена система багатодвигунного приводу
11	Робота з двома наборами параметрів	Забезпечення роботи асинхронного електричного двигуна в двох різних режимах або двох різних асинхронних електричних двигунів
12	Копіювання наборів параметрів	Програмування кількох перетворювачів частоти векторних
13	Вибір джерела керування	Аналогові входи, дискретні входи, інтерфейс RS-485
14	Місцеве/дистанційне керування	Потенціометр на лицевій панелі оператора, аналогові/ дискретні порти введення/виведення
15	Керування по інтерфейсу RS-485	Програмування, обмін даними
16	Вибір швидкості передачі даних	Від 2400 до 38400 бод
17	Вибір ступеня захисту даних	Перевірка порту на парність/непарність
18	Керування по передвстановленим завданням/уставкам	Вибір необхідного режиму з восьми передвстановлених завдань
19	Керування автоматичним повторним увімкненням	Дозвіл або заборона автоматичного повторного увімкнення
20	Керування зовнішнім гальмом	Створення зовнішнього гальмуючого моменту
21	Моніторинг енергоспоживання	Розрахунок продуктивності приводу
22	ПІ-регулятор	Керування з високою точністю
23	Виконання логічних операцій вбудованим програмованим логічним контролером	Встановлення послідовності дій приводу

Продовження табл. 6.1.

1	2	3
24	Розподілені входи/виходи програмованого логічного контролера	Децентралізована периферія автоматизованої системи керування технологічним процесом
25	Індикація стану портів і параметрів завдань	Зчитування на рідинно-кристалічному індикаторі локальної панелі оператора або на моніторі персонального комп'ютера
26	Індикація поточних значень напруг і струмів	Візуальний контроль параметрів приводу і двигуна в реальному часі
27	Вибір виду уніфікованого сигналу	Підтримка різних типів датчиків
28	Масштабування аналогових входів/виходів	Сполучення характеристик керування
29	Встановлення допустимих меж	Захист робочого діапазону параметрів
30	Пряме і реверсне обертання двигуна	Виконання технологічних умов
31	Автоматичний пошук частоти обертання	Автоматичне підхоплення частоти двигуна, який обертається
32	Компенсація навантаження, ковзання	Підвищення точності керування
33	Пропускання частот	Виключення механічних резонансів
34	Параметри "Розгін/Уповільнення"	Введення необхідних тимчасових характеристик
35	Гальмування резисторне, постійним або змінним струмом	Забезпечення температурного режиму приводу
36	Програмування S-подібної характеристики швидкості	Забезпечення безударної характеристики зміни швидкості
37	Прогрів двигуна і сушка	Робота при від'ємних температурах і високій вологості
38	Вибір частоти комутації інвертора	Забезпечення найбільшого коефіцієнта корисної дії при допустимих пульсаціях струму
39	Надмодуляція інвертора приводу	Підвищення вихідної напруги на 15 %
40	Підрахунок часу напрацювання	Складання регламенту технічного обслуговування
41	Журнал відмов, рахунок подій	Аналіз стану комунікаційної мережі і приводу
42	Пароль доступу	Захист від випадкового зміни важливих параметрів

Схема електрична ПЧВ101-К75-А наведена на рис. 6.2.

гунів, які рекомендовано підключати до ПЧВ101-K75-A.

4. З'ясувати, який тип корпусу має ПЧВ101-K75-A.

В протокол занести: габаритні і приєднувальні розміри ПЧВ101-K75-A.

5. З'ясувати, яким чином ПЧВ101-K75-A можна підключити до електричної мережі.

В протокол занести: схему електричну підключення ПЧВ101-K75-A до електричної мережі.

6. З'ясувати, яким чином до ПЧВ101-K75-A можна підключити асинхронний електричний двигун.

В протокол занести: схему електричну підключення до ПЧВ101-K75-A асинхронного електричного двигуна.

7. З'ясувати, яким чином можна підключитися до ПЧВ101-K75-A по комунікаційному інтерфейсу RS-485.

В протокол занести: схему електричну підключення до ПЧВ101-K75-A по комунікаційному інтерфейсу RS-485.

8. З'ясувати, яким чином можна підключитися до ПЧВ101-K75-A за допомогою аналогових входів і виходів.

В протокол занести: схему електричну підключення до ПЧВ101-K75-A за допомогою аналогових входів і виходів.

9. З'ясувати, яким чином можна підключитися до ПЧВ101-K75-A за допомогою цифрових входів.

В протокол занести: схему електричну підключення до ПЧВ101-K75-A за допомогою цифрових входів.

10. З'ясувати призначення лицевої панелі оператора (ЛПО).

В протокол занести: схему електричну підключення до ПЧВ101-K75-A лицевої панелі оператора (ЛПО).

11. З'ясувати призначення автоматичної адаптації двигуна (ААД).

В протокол занести: послідовність автоматичної адаптації двигуна (ААД).

12. З'ясувати склад типової схеми побудови електричного приводу із застосуванням перетворювача частоти векторного і асинхронного електричного двигуна.

В протокол занести: типову схему побудови електричного приводу із застосуванням перетворювача частоти векторного і асинхронного електричного двигуна.

3.2. Налаштування режимів роботи ПЧВ101-K75-A

1. Підключити ПЧВ101-K75-A до персонального комп'ютера, до силової електричної мережі і до асинхронного електричного двигуна відповідно до схеми підключення (див. рис. 6.3 або рис. 6.4). Перевірити надійність такого підключення.

2. Запустити на персональному комп'ютері програму “Універсальний конфігуратор ПЧВ”, розроблену ТОВ “ВО ОВЕН”.

3. Обрати для параметра 0-03 “Управление и отображение – Региональные настройки” значення “0” (номінальна частота обертання асинхронного електричного двигуна становить 50 Гц).

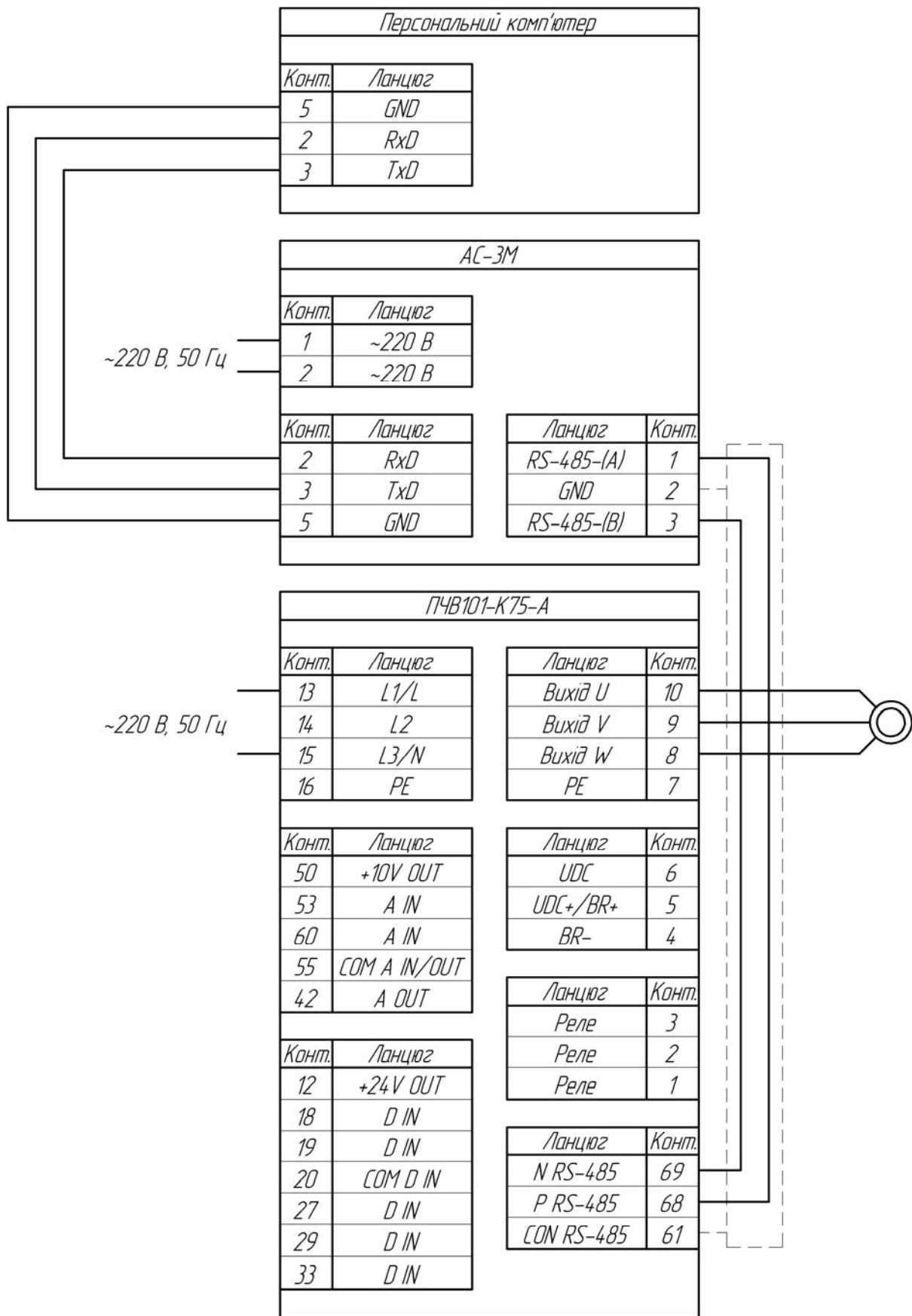


Рис. 6.3. Схема підключення ПЧВ101-К75-А до персонального комп'ютера (за допомогою перетворювача інтерфейсів АС3-М), до силової електричної мережі і до асинхронного електричного двигуна

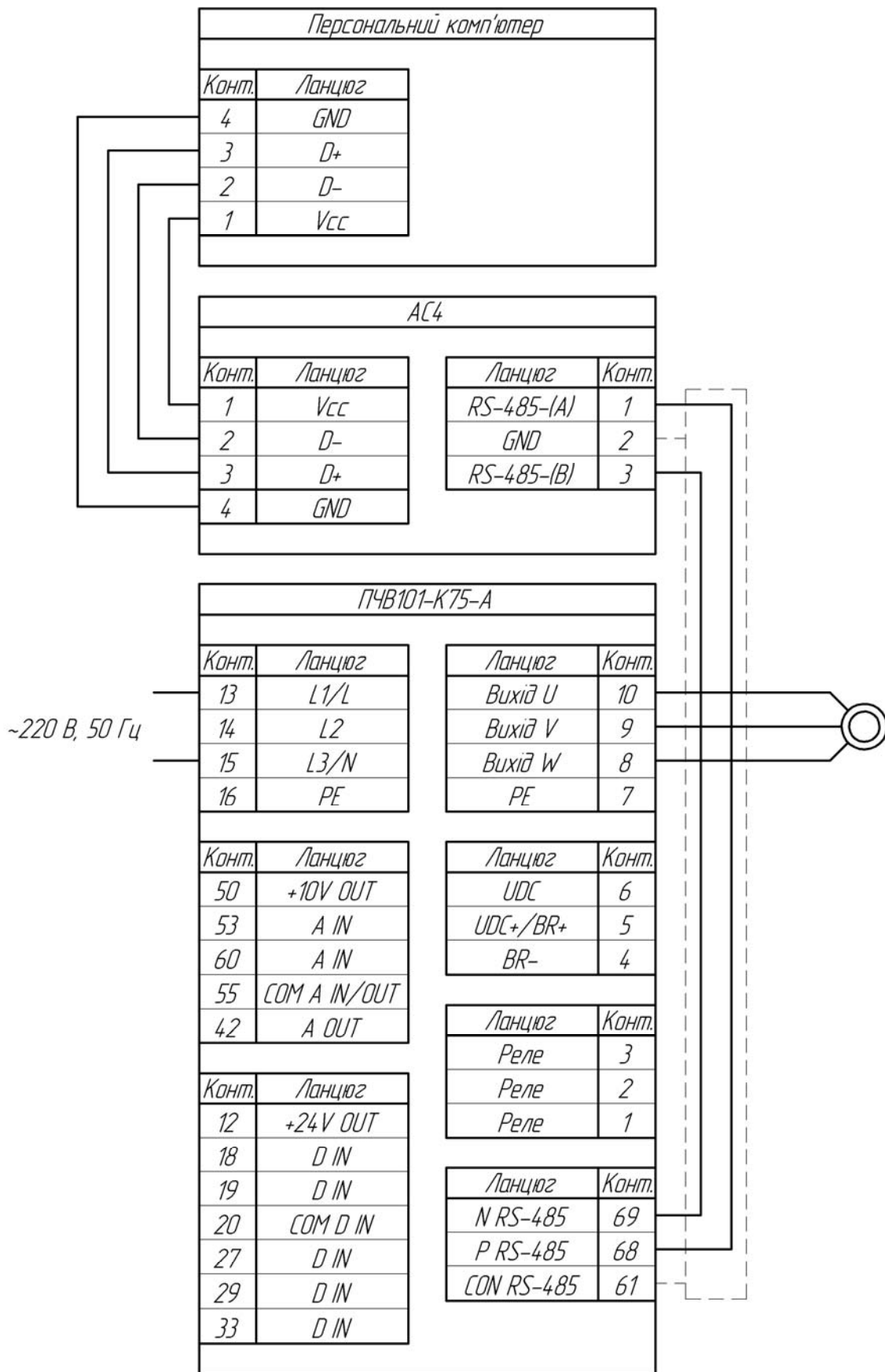


Рис. 6.4. Схема підключення ПЧВ101-К75-А до персонального комп'ютера (за допомогою перетворювача інтерфейсів АС4), до силової електричної мережі і до асинхронного електричного двигуна

4. Обрати для параметра 0-40 “Управление и отображение – Кнопка «РУЧН.»” значення “1” (кнопка переведення ПЧВ101-К75-А в ручний режим роботи).

5. Обрати для параметра 0-41 “Управление и отображение – Кнопка «СБРОС/СТОП»” значення “1” (кнопка зупинки ПЧВ101-К75-А і скидання ПЧВ101-К75-А при несправностях).

6. Обрати для параметра 0-42 “Управление и отображение – Кнопка «АВ-ТО»” значення “1”(кнопка переведення ПЧВ101-К75-А в автоматичний режим роботи).

7. Обрати для параметра 1-00 “Нагрузка/электродвигатель – Режим управления” значення “0” (використовується розімкнутий контур керування швидкістю обертання асинхронного електричного двигуна, тобто без застосування вбудованого в ПЧВ101-К75-А ПІ-регулятора).

8. Обрати для параметра 1-01 “Нагрузка/электродвигатель – Принцип управления электродвигателем” значення “1” (векторний принцип керування, який враховує компенсацію ковзання і навантаження).

9. Обрати для параметра 3-00 “Источники сигналов, единицы измерения, пределы и диапазоны – Диапазон задания” значення “0” (діапазон завдання на підтримання швидкості обертання асинхронного електричного двигуна може бути тільки додатним).

10. Обрати для параметра 3-02 “Источники сигналов, единицы измерения, пределы и диапазоны – Минимальное задание” значення “0,000” (мінімальне завдання на підтримання швидкості обертання асинхронного електричного двигуна).

11. Обрати для параметра 3-03 “Источники сигналов, единицы измерения, пределы и диапазоны – Максимальное задание” значення “50,00” (максимальне завдання на підтримання швидкості обертання асинхронного електричного двигуна).

12. Обрати для параметра 3-40 “Источники сигналов, единицы измерения, пределы и диапазоны – Изменение скорости, тип 1” значення “0” (зміна швидкості обертання асинхронного електричного двигуна буде відбуватися з постійним прискоренням).

13. Обрати для параметра 3-41 “Источники сигналов, единицы измерения, пределы и диапазоны – Время разгона 1 (секунды)” значення “5,00” (час розгону асинхронного електричного двигуна від нуля до максимального значення).

14. Обрати для параметра 3-42 “Источники сигналов, единицы измерения, пределы и диапазоны – Время замедления 1 (секунды)” значення “5,00” (час уповільнення асинхронного електричного двигуна від максимального значення до нуля).

15. Обрати для параметра 3-50 “Источники сигналов, единицы измерения, пределы и диапазоны – Изменение скорости, тип 2” значення “0” (зміна швидкості обертання асинхронного електричного двигуна буде відбуватися з постійним прискоренням).

16. Обрати для параметра 3-51 “Источники сигналов, единицы измерения, пределы и диапазоны – Время разгона 2 (секунды)” значення “25,00” (час роз-

гону асинхронного електричного двигуна від нуля до максимального значення).

17. Обрати для параметра 3-52 “Источники сигналов, единицы измерения, пределы и диапазоны – Время замедления 1 (секунды)” значення “25,00” (час уповільнення асинхронного електричного двигуна від максимального значення до нуля).

18. Обрати для параметра 4-10 “Пределы и предупреждения – Направление вращения двигателя” значення “2” (асинхронний електричний двигун може обертатися як за годинниковою стрілкою, так і проти годинникової стрілки).

19. Обрати для параметра 4-12 “Пределы и предупреждения – Нижний предел скорости вращения двигателя (Гц)” значення “0,0” (мінімальна частота обертання асинхронного електричного двигуна).

20. Обрати для параметра 4-14 “Пределы и предупреждения – Верхний предел скорости вращения двигателя (Гц)” значення “65,0” (максимальна частота обертання асинхронного електричного двигуна). 2. Запустити на персональному комп’ютері програму “Универсальный конфигурактор ПЧВ”, розроблену ТОВ “ВО ОБЕН”.

21. Вийти з програми “Универсальный конфигурактор ПЧВ”.

3.3. Побудова за допомогою ПЧВ101-K75-A каналу керування асинхронними електричними двигунами

1. Запустити і налагодити на персональному комп’ютері OPC-сервер Owen OPC Server (який дозволяє працювати із приладами виробництва ТОВ “ВО ОБЕН”, що мають жорстку логіку, по протоколах OBEN і Modbus RTU/ASCII).

2. Запустити і налагодити на персональному комп’ютері SCADA-систему InSAT MasterSCADA (яка дозволяє відображати в текстовому і графічному вигляді весь хід протікання технологічного процесу).

3. Розмістити на стартовій мнемосхемі SCADA-системи InSAT MasterSCADA елемент “Команда”, який би дозволяв запускати і зупиняти асинхронний електричний двигун шляхом формування командного слова.

4. Розмістити на стартовій мнемосхемі SCADA-системи InSAT MasterSCADA елемент “Команда”, який би дозволяв задавати напрям обертання асинхронного електричного двигуна (нереверсивний, реверсивний) шляхом формування командного слова.

5. Розмістити на стартовій мнемосхемі SCADA-системи InSAT MasterSCADA елемент “Команда”, який би дозволяв задавати режими зупинки асинхронного електричного двигуна (гальмування постійним струмом, вибіг, швидка зупинка) шляхом формування командного слова.

6. Розмістити на стартовій мнемосхемі SCADA-системи InSAT MasterSCADA елемент “Команда”, який би дозволяв задавати фіксовані значення частоти обертання асинхронного електричного двигуна шляхом формування командного слова.

7. Розмістити на стартовій мнемосхемі SCADA-системи InSAT MasterSCADA елемент “Команда”, який би дозволяв вмикати або вимикати вбудоване в ПЧВ101-K75-A реле шляхом формування командного слова.

8. Розмістити на стартовій мнемосхемі SCADA-системи InSAT Master-

SCADA елемент “Команда”, який би дозволяв змінювати частоту обертання асинхронного електричного двигуна шляхом формування командного слова.

9. Розмістити на стартовій мнемосхемі SCADA-системи InSAT Master-SCADA елемент “Значение”, який би дозволяв відображати значення параметра 15-00 “Информация о работе ПЧВ – Рабочие дни” (час роботи ПЧВ101-K75-A в робочих днях).

10. Розмістити на стартовій мнемосхемі SCADA-системи InSAT Master-SCADA елемент “Значение”, який би дозволяв відображати значення параметра 15-01 “Информация о работе ПЧВ – Рабочие часы” (час роботи ПЧВ101-K75-A в робочих часах).

11. Розмістити на стартовій мнемосхемі SCADA-системи InSAT Master-SCADA елемент “Значение”, який би дозволяв відображати значення параметра 15-02 “Информация о работе ПЧВ – Счётчик кВт·ч” (середнє значення споживання ПЧВ101-K75-A електричної енергії за 1 год).

12. Розмістити на стартовій мнемосхемі SCADA-системи InSAT Master-SCADA елемент “Значение”, який би дозволяв відображати значення параметра 15-03 “Информация о работе ПЧВ – Включения питания” (кількість увімкнень ПЧВ101-K75-A).

13. Розмістити на стартовій мнемосхемі SCADA-системи InSAT Master-SCADA елемент “Значение”, який би дозволяв відображати значення параметра 15-04 “Информация о работе ПЧВ – Превышение температуры” (кількість зупинок ПЧВ101-K75-A через перевищення температури).

14. Розмістити на стартовій мнемосхемі SCADA-системи InSAT Master-SCADA елемент “Значение”, який би дозволяв відображати значення параметра 15-05 “Информация о работе ПЧВ – Превышение вольт” (кількість зупинок ПЧВ101-K75-A через перевищення напруги).

15. Розмістити на стартовій мнемосхемі SCADA-системи InSAT Master-SCADA елемент “Значение”, який би дозволяв відображати значення параметра 16-03 “Слово состояния” (стан ПЧВ101-K75-A).

16. Розмістити на стартовій мнемосхемі SCADA-системи InSAT Master-SCADA елемент “Значение”, який би дозволяв відображати значення параметра 16-10 “Считывание рабочих характеристик – Мощность (кВт)” (вихідна потужність асинхронного електричного двигуна).

17. Розмістити на стартовій мнемосхемі SCADA-системи InSAT Master-SCADA елемент “Значение”, який би дозволяв відображати значення параметра 16-11 “Считывание рабочих характеристик – Мощность (л.с.)” (вихідна потужність асинхронного електричного двигуна).

18. Розмістити на стартовій мнемосхемі SCADA-системи InSAT Master-SCADA елемент “Значение”, який би дозволяв відображати значення параметра 16-12 “Считывание рабочих характеристик – Напряжение электродвигателя (В)” (напруга на обмотках асинхронного електричного двигуна).

19. Розмістити на стартовій мнемосхемі SCADA-системи InSAT Master-SCADA елемент “Значение”, який би дозволяв відображати значення параметра 16-13 “Считывание рабочих характеристик – Частота (Гц)” (частота обертання асинхронного електричного двигуна).

20. Розмістити на стартовій мнемосхемі SCADA-системи InSAT Master-SCADA елемент “Значение”, який би дозволяв відображати значення параметра 16-14 Считывание рабочих характеристик – Ток двигателя (А)” (струм через обмотки асинхронного електричного двигуна).

21. Розмістити на стартовій мнемосхемі SCADA-системи InSAT Master-SCADA елемент “Значение”, який би дозволяв відображати значення параметра 16-15 “Считывание рабочих характеристик – Частота (%)” (частота обертання асинхронного електричного двигуна).

4. Питання для самоперевірки

1. Які основні технічні характеристики має ПЧВ101-К75-А?
2. Які основні технічні характеристики керування має ПЧВ101-К75-А?
3. Які основні технічні характеристики джерел сигналів керування має ПЧВ101-К75-А?
4. Яким чином необхідно вибирати модифікацію перетворювача частоти векторного в залежності від його умов експлуатації?
5. Асинхронні електричні двигуни якої потужності рекомендовано підключати до ПЧВ101-К75-А?
6. Який тип корпусу має ПЧВ101-К75-А?
7. Яким чином ПЧВ101-К75-А можна підключити до електричної мережі?
8. Яким чином до ПЧВ101-К75-А можна підключити асинхронний електричний двигун?
9. Яким чином можна підключитися до ПЧВ101-К75-А по комунікаційному інтерфейсу RS-485?
10. Яким чином можна підключитися до ПЧВ101-К75-А за допомогою аналогових входів і виходів?
11. Яким чином можна підключитися до ПЧВ101-К75-А за допомогою цифрових входів?
12. Яке призначення лицевої панелі оператора (ЛПО)?
13. Яке призначення автоматичної адаптації двигуна (ААД)?
14. Яка типова схема побудови електричного приводу із застосуванням перетворювача частоти векторного ПЧВ101-К75-А і асинхронного електричного двигуна?
15. Який вигляд для електричного приводу із застосуванням перетворювача частоти векторного ПЧВ101-К75-А і асинхронного електричного двигуна має типова залежність “Напруга фази, В – Частота, Гц”?
16. Який вигляд для електричного приводу із застосуванням перетворювача частоти векторного ПЧВ101-К75-А і асинхронного електричного двигуна має типова залежність “Напруга фази, В – Вихідна потужність, кВт”?

5. Рекомендована література

1. Основна література [1о–10о].
2. Додаткова література [11д, 12д, 17д].

РОЗДІЛ №7.

ВИМІРЮВАЧ-РЕГУЛЯТОР БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ОДНОКАНАЛЬНИЙ ТРМ201-Н2.Р

1. Мета опанування розділу

Метою опанування розділу є вивчення будови вимірювача-регулятора багатофункціонального одноканального ТРМ201-Н2.Р виробництва ТОВ “ВО ОВЕН”.

2. Необхідні теоретичні відомості

2.1. Призначення ТРМ201-Н2.Р

Вимірювач-регулятор багатофункціональний одноканальний ТРМ201-Н2.Р виробництва ТОВ “ВО ОВЕН” призначений для вимірювання і автоматичного регулювання температури (при використанні в якості первинних вимірювальних перетворювачів термоелектричних перетворювачів і перетворювачів опору), а також інших фізичних параметрів (якщо значення цих фізичних параметрів може бути перетворене за допомогою датчиків в уніфікований сигнал постійної напруги або постійного струму). Інформація про будь-яке значення температури або іншого фізичного параметра відображається в цифровому вигляді на вбудованому в ТРМ201-Н2.Р чотирьохрозрядному цифровому показуючому пристрої.

Вимірювач-регулятор багатофункціональний одноканальний ТРМ201-Н2.Р може використовуватися для вимірювання і регулювання технологічних параметрів в різних галузях промисловості, комунального господарства і сільського господарства.

2.2. Функціональні характеристики ТРМ201-Н2.Р

Функціональні характеристики ТРМ201-Н2.Р наведені в табл. 7.1.

Табл. 7.1. Функціональні характеристики ТРМ201-Н2.Р

№ з/п	Функція
1	2
1	Вимірювання температури (за допомогою відповідних первинних вимірювальних перетворювачів) або іншої фізичної величини
2	Регулювання виміряної величини по двопозиційному (релейному) закону
3	Обчислення кореня квадратного з виміряної величини
4	Відображення поточного значення виміряної величини в цифровому вигляді на вбудованому чотирьохрозрядному цифровому індикаторі
5	Формування уніфікованого вихідного струму (4...20) мА для реєстрації виміряної величини або для керування виконавчими механізмами по П-закону керування (не для всіх виконань ТРМ201).

Продовження табл. 7.1.

1	2
6	Робота в комп'ютерній мережі по комунікаційному інтерфейсу RS-485
7	Дистанційне керування режимами роботи

Зовнішній вигляд ТРМ201-Н2.Р наведений на рис. 7.1.



Рис. 7.1. Зовнішній вигляд ТРМ201-Н2.Р

Схема електрична ТРМ201-Н2.Р наведена на рис. 6.2.

ТРМ201-Н2.Р			
Конт.	Ланцюг	Ланцюг	Конт.
1	~(90...245) В	RS-485-(B)	10
2	~(90...245) В	RS-485-(A)	9
Конт.	Ланцюг	Ланцюг	Конт.
16	Вхід 1-1	Вихід 1-1	5
15	Вхід 1-2	Вихід 1-2	4
14	Вхід 1-3	Вихід 1-3	3

Рис. 7.2. Схема електрична ТРМ201-Н2.Р

3. Приклад роботи з ТРМ201-Н2.Р

3.1. Ознайомлення з характеристиками ТРМ201-Н2.Р

1. Ознайомитися з характеристиками ТРМ201-Н2.Р.

В протокол занести (можна скорочено):

- основні технічні характеристики ТРМ201-Н2.Р;
- основні технічні характеристики корпусів ТРМ201;
- основні технічні характеристики первинних вимірювальних перетворювачів і уніфікованих сигналів, які можна підключати до входів ТРМ201-Н2.Р.

2. З'ясувати, яким чином і навіщо здійснюється масштабування уніфікованих сигналів, які можна підключати до входів ТРМ201-Н2.Р.

В протокол занести: приклад розрахунку масштабування уніфікованого вхідного сигналу.

3. З'ясувати, яким чином і навіщо здійснюється обчислення кореня квадратного з уніфікованих сигналів, які можна підключати до входів ТРМ201-Н2.Р.

В протокол занести: приклад розрахунку обчислення кореня квадратного з уніфікованого сигналу.

4. З'ясувати, яким чином і навіщо здійснюється зсув номінальної статичної характеристики первинних вимірювальних перетворювачів і уніфікованих сигналів в ТРМ201-Н2.Р.

В протокол занести: приклад зсуву номінальної статичної характеристики первинних вимірювальних перетворювачів або уніфікованих сигналів.

5. З'ясувати, яким чином і навіщо здійснюється нахил номінальної статичної характеристики первинних вимірювальних перетворювачів і уніфікованих сигналів в ТРМ201-Н2.Р.

В протокол занести: приклад нахилу номінальної статичної характеристики первинних вимірювальних перетворювачів або уніфікованих сигналів.

6. З'ясувати, яким чином і на що впливає смуга пропускання цифрового фільтра ТРМ201-Н2.Р.

В протокол занести: приклад впливу смуги пропускання цифрового фільтра на проходження сигналу від первинного вимірювального перетворювача або уніфікованого сигналу через вимірювальний тракт.

7. З'ясувати, яким чином і на що впливає постійна часу цифрового фільтра ТРМ201-Н2.Р.

В протокол занести: приклад впливу постійної часу цифрового фільтра на проходження сигналу від первинного вимірювального перетворювача або уніфікованого сигналу через вимірювальний тракт.

8. З'ясувати, які чотири типи логіки (пряме керування, зворотне керування, П-подібне керування, U-подібне керування) при двопозиційному регулюванні можуть застосовуватися в ТРМ201-Н2.Р.

В протокол занести: діаграму роботи для кожної з чотирьох типів логік при двопозиційному регулюванні.

9. З'ясувати, яким чином можна підключити до ТРМ201-Н2.Р первинні вимірювальні перетворювачі і уніфіковані сигнали.

В протокол занести: схеми електричні підключення до ТРМ201-Н2.Р первинних вимірювальних перетворювачів і уніфікованих сигналів.

10. З'ясувати, яким чином можна підключити до ТРМ201-Н2.Р пристрої керування.

В протокол занести: схеми електричні підключення до ТРМ201-Н2.Р при-

строїв керування.

11. З'ясувати, яким чином ТРМ201-Н2.Р можна підключити до електричної мережі.

В протокол занести: схему електричну підключення ТРМ201-Н2.Р до електричної мережі.

12. З'ясувати, яким чином можна підключитися до ТРМ201-Н2.Р по комунікаційному інтерфейсу RS-485.

В протокол занести: схему електричну підключення до ТРМ201-Н2.Р по комунікаційному інтерфейсу RS-485.

13. З'ясувати склад типової схеми побудови системи автоматичного керування температурою із застосуванням ТРМ201-Н2.Р і емулятора печі ЕП-10.

В протокол занести: типову схему побудови системи автоматичного керування температурою із застосуванням ТРМ201-Н2.Р і емулятора печі ЕП-10.

3.2. Налаштування режимів роботи ТРМ201-Н2.Р

1. Підключити ТРМ201-Н2.Р до персонального комп'ютера, до силової електричної мережі і до емулятора печі ЕП-10 відповідно до схеми підключення (див. рис. 7.3 або рис. 7.4). Перевірити надійність такого підключення.

2. Запустити на персональному комп'ютері програму "М101, ТРМ2хх Конфігуратор", розроблену ТОВ "ВО ОВЕН".

3. Обрати для параметра SP "Уставка регулятора" значення "65.0".

4. Обрати для параметра r-L "Перевод канала на внешнее управление" значення "Управление от прибора".

5. Обрати для параметра in-t "Тип входного датчика или сигнала" значення "50М 1.426".

6. Обрати для параметра dPt "Точность вывода температуры" значення "1".

7. Обрати для параметра SH "Сдвиг характеристики датчика" значення "0.0".

8. Обрати для параметра KU "Наклон характеристики датчика" значення "1.000".

9. Обрати для параметра Fb "Полоса цифрового фильтра" значення "2.0".

10. Обрати для параметра inF "Постоянная времени цифрового фильтра" значення "2".

11. Обрати для параметра SL.L "Нижняя граница задания уставки" значення "20.0".

12. Обрати для параметра SL.H "Верхняя граница задания уставки" значення "100.0".

13. Обрати для параметра CmP "Тип логики компаратора" значення "Обр. упр. нагрев.".

14. Обрати для параметра HYS "Гистерезис для компаратора" значення "1.0".

15. Обрати для параметра don "Задержка включения компаратора" значення "0".

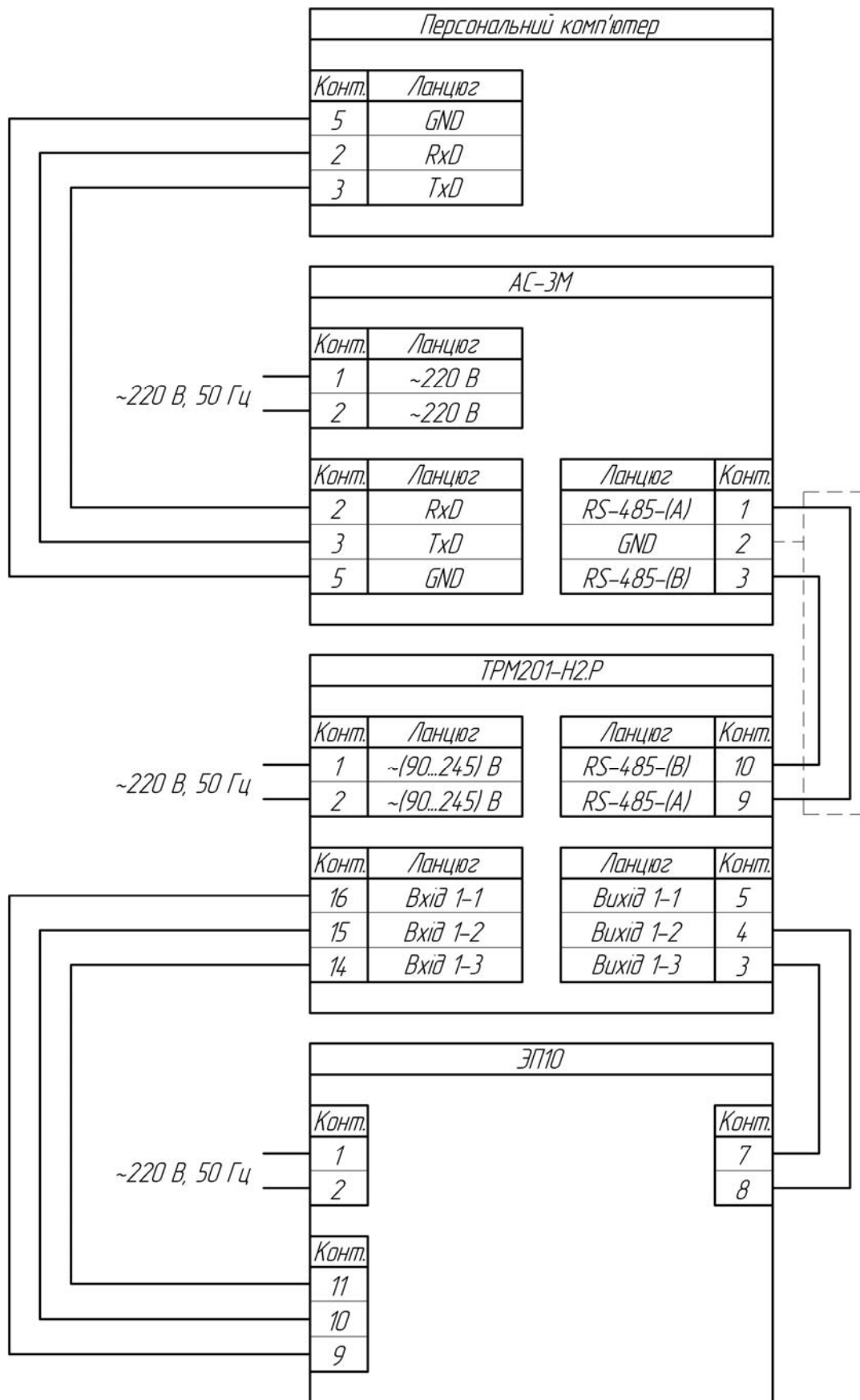


Рис. 7.3. Схема підключення TPM201-H2.P до персонального комп'ютера (за допомогою перетворювача інтерфейсів АС3-М), до силової електричної мережі і до емулятора печі ЭП-10

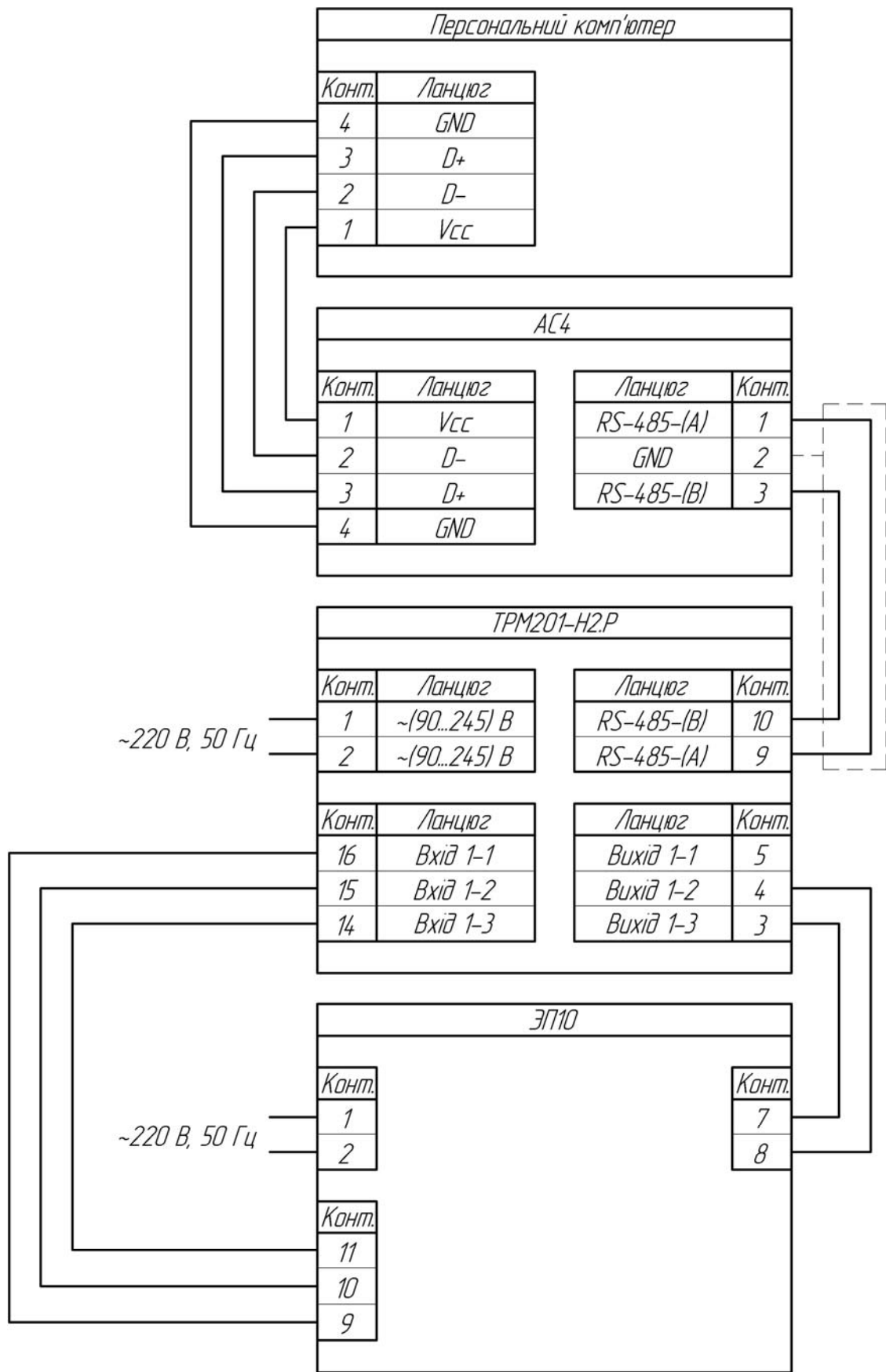


Рис. 7.4. Схема підключення TPM201-H2.P до персонального комп'ютера (за допомогою перетворювача інтерфейсів АС4), до силової електричної мережі і до емулятора печі ЭП-10

16. Обрати для параметра doF “Задержка выключения компаратора” значення “0”.

17. Обрати для параметра ton “Минимальное время удерживания компаратора во включённом состоянии” значення “0”.

18. Обрати для параметра toF “Минимальное время удерживания компаратора в выключенном состоянии” значення “0”.

19. Обрати для параметра oEr “Состояние выхода в режиме «ошибка»” значення “oFF”.

20. Обрати для параметра Addr “Базовый адрес прибора” значення “30”.

21. Обрати для параметра A.Len “Длина сетевого адреса” значення “8 бит”.

22. Обрати для параметра bPS “Скорость обмена” значення “115.2”.

23. Обрати для параметра rSdL “Задержка при ответе по RS-485” значення “20”.

24. Вийти з програми “M101, TPM2xx Конфігуратор”.

3.3. Побудова за допомогою TPM201-H2.P каналу підтримання температури

1. Запустити і налагодити на персональному комп’ютері OPC-сервер Owen OPC Server (який дозволяє працювати із приладами виробництва TOB “BO OBEH”, що мають жорстку логіку, по протоколах OBEH і Modbus RTU/ASCII).

2. Запустити і налагодити на персональному комп’ютері SCADA-систему InSAT MasterSCADA (яка дозволяє відображати в текстовому і графічному вигляді весь хід протікання технологічного процесу).

3. Розмістити на стартовій мнемосхемі SCADA-системи InSAT MasterSCADA елемент “Значение”, який би дозволяв відображати значення параметра “Тип прибора”.

4. Розмістити на стартовій мнемосхемі SCADA-системи InSAT MasterSCADA елемент “Значение”, який би дозволяв відображати значення параметра “Версия прибора”.

5. Розмістити на стартовій мнемосхемі SCADA-системи InSAT MasterSCADA елемент “Значение”, який би дозволяв відображати значення параметра “Измеренная величина”.

6. Розмістити на стартовій мнемосхемі SCADA-системи InSAT MasterSCADA елемент “Значение”, який би дозволяв відображати значення параметра “Выходной сигнал”.

7. На основі значень параметра “Измеренная величина” розрахувати максимальне значення температури.

8. На основі значень параметра “Измеренная величина” розрахувати мінімальне значення температури.

9. На основі значень параметра “Измеренная величина” розрахувати середнє значення температури.

10. На основі значень параметра “Измеренная величина” розрахувати відхилення між заданим і середнім значеннями температури.

11. На основі значень параметра “Измеренная величина” розрахувати пе-

ріод збільшення температури.

12. На основі значень параметра “Измеренная величина” розрахувати період зменшення температури.

13. На основі значень параметра “Измеренная величина” розрахувати період автоколивань.

14. На основі значень параметра “Измеренная величина” розрахувати частоту автоколивань.

4. Питання для самоперевірки

1. Які основні технічні характеристики має ТРМ201-Н2.Р?

2. Які основні технічні характеристики мають корпуси ТРМ201?

3. Які основні технічні характеристики мають первинні вимірювальні перетворювачі і уніфіковані сигнали, які можна підключати до входів ТРМ201-Н2.Р?

4. Яким чином ТРМ201-Н2.Р можна підключити до електричної мережі?

5. Яким чином до ТРМ201-Н2.Р можна підключити первинні вимірювальні перетворювачі і уніфіковані сигнали?

6. Яким чином до ТРМ201-Н2.Р можна підключити пристроїв керування?

7. Яким чином можна підключитися до ТРМ201-Н2.Р по комунікаційному інтерфейсу RS-485?

8. Яке призначення масштабування уніфікованих сигналів, які можна підключати до входів ТРМ201-Н2.Р?

9. Яке призначення обчислення кореня квадратного з уніфікованих сигналів, які можна підключати до входів ТРМ201-Н2.Р?

10. На що впливає зміна зсуву номінальної статичної характеристики первинних вимірювальних перетворювачів і уніфікованих сигналів в ТРМ201-Н2.Р?

11. На що впливає зміна нахилу номінальної статичної характеристики первинних вимірювальних перетворювачів і уніфікованих сигналів в ТРМ201-Н2.Р?

12. На що впливає зміна смуги пропускання цифрового фільтра в ТРМ201-Н2.Р?

13. На що впливає зміна постійної часу цифрового фільтра в ТРМ201-Н2.Р?

14. Яка типова схема побудови системи автоматичного керування температурою із застосуванням ТРМ201-Н2.Р і емулятора печі ЕП-10?

15. Який вигляд для системи автоматичного керування температурою із застосуванням ТРМ201-Н2.Р і емулятора печі ЕП-10 має типова залежність “Температура, °С – Час, с”?

5. Рекомендована література

1. Основна література [1о–10о].

2. Додаткова література [6д, 7д, 9д].

РОЗДІЛ №8.

ВИМІРЮВАЧ ПІД-РЕГУЛЯТОР БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ОДНОКАНАЛЬНИЙ ТРМ210-Н.ИУ

1. Мета опанування розділу

Метою опанування розділу є вивчення будови вимірювача ПІД-регулятора багатофункціонального одноканального ТРМ210-Н.ИУ виробництва ТОВ “ВО ОВЕН”.

2. Необхідні теоретичні відомості

2.1. Призначення ТРМ210-Н.ИУ

Вимірювач ПІД-регулятор багатофункціональний одноканальний ТРМ210-Н.ИУ виробництва ТОВ “ВО ОВЕН” призначений для вимірювання і автоматичного регулювання температури (при використанні в якості первинних вимірювальних перетворювачів термоелектричних перетворювачів і перетворювачів опору), а також інших фізичних параметрів (якщо значення цих фізичних параметрів може бути перетворене за допомогою датчиків в уніфікований сигнал постійної напруги або постійного струму). Інформація про будь-яке значення температури або іншого фізичного параметра відображається в цифровому вигляді на вбудованому в ТРМ210-Н.ИУ чотирьохрозрядному цифровому показуючому пристрої.

Вимірювач ПІД-регулятор багатофункціональний одноканальний ТРМ210-Н.ИУ може використовуватися для вимірювання і регулювання технологічних параметрів в різних галузях промисловості, комунального господарства і сільського господарства.

2.2. Функціональні характеристики ТРМ210-Н.ИУ

Функціональні характеристики ТРМ210-Н.ИУ наведені в табл. 8.1.

Табл. 8.1. Функціональні характеристики ТРМ210-Н.ИУ

№ з/п	Функція
1	2
1	Вимірювання температури (за допомогою відповідних первинних вимірювальних перетворювачів) або іншої фізичної величини
2	Регулювання виміряної величини по двопозиційному (релейному) закону або по ПІД-закону шляхом аналогового або імпульсного керування
3	Обчислення кореня квадратного з виміряної величини
4	Відображення поточного значення виміряної величини в цифровому вигляді на вбудованому чотирьохрозрядному цифровому індикаторі
5	Автоматичне налагодження ПІД-регулятора
6	Ручне керування вихідною потужністю ПІД-регулятора
7	Виявлення помилок роботи і визначення причин несправностей

Продовження табл. 8.1.

1	2
8	Робота в комп'ютерній мережі по комунікаційному інтерфейсу RS-485
9	Дистанційне керування режимами роботи
10	Необхідність застосування зовнішнього джерела живлення (15...35) В для формування на аналогових виходах уніфікованих сигналів напруги і струму

Зовнішній вигляд ТРМ210-Н.ИУ наведений на рис. 7.1.



Рис. 8.1. Зовнішній вигляд ТРМ210-Н.ИУ

Схема електрична ТРМ210-Н.ИУ наведена на рис. 8.2.

ТРМ210-Н.ИУ			
Конт.	Ланцюг	Ланцюг	Конт.
1	~(90...245) В	RS-485-(B)	15
2	~(90...245) В	RS-485-(A)	16
Конт.	Ланцюг	Ланцюг	Конт.
9	Вхід 1-1	Вихід 1-1	3
10	Вхід 1-2	Вихід 1-2	4
11	Вхід 1-3	Вихід 1-3	5
Конт.	Ланцюг	Ланцюг	Конт.
14	Вхід 2-1	Вихід 2-1	6
13	Вхід 2-2	Вихід 2-2	7
12	Вхід 2-3	Вихід 2-3	8

Рис. 8.2. Схема електрична ТРМ210-Н.ИУ

3. Приклад роботи з ТРМ210-Н.ИУ

3.1. Ознайомлення з характеристиками ТРМ210-Н.ИУ

1. Ознайомитися з характеристиками ТРМ210-Н.ИУ.

В протокол занести (можна скорочено):

- основні технічні характеристики ТРМ210-Н.ИУ;
- основні технічні характеристики корпусів ТРМ210;
- основні технічні характеристики первинних вимірювальних перетворювачів і уніфікованих сигналів, які можна підключати до входів ТРМ210-Н.ИУ.
- основні технічні характеристики входів ТРМ210-Н.ИУ;
- основні технічні характеристики виходів ТРМ210-Н.ИУ;
- основні технічні характеристики комунікаційних інтерфейсів ТРМ210-Н.ИУ.

2. З'ясувати, яким чином і навіщо здійснюється масштабування уніфікованих сигналів, які можна підключати до входів ТРМ210-Н.ИУ.

В протокол занести: приклад розрахунку масштабування уніфікованого вхідного сигналу.

3. З'ясувати, яким чином і навіщо здійснюється зсув номінальної статичної характеристики первинних вимірювальних перетворювачів і уніфікованих сигналів в ТРМ210-Н.ИУ.

В протокол занести: приклад зсуву номінальної статичної характеристики первинних вимірювальних перетворювачів або уніфікованих сигналів.

4. З'ясувати, яким чином і навіщо здійснюється нахил номінальної статичної характеристики первинних вимірювальних перетворювачів і уніфікованих сигналів в ТРМ210-Н.ИУ.

В протокол занести: приклад нахилу номінальної статичної характеристики первинних вимірювальних перетворювачів або уніфікованих сигналів.

5. З'ясувати, яким чином і на що впливає смуга пропускання цифрового фільтра ТРМ210-Н.ИУ.

В протокол занести: приклад впливу смуги пропускання цифрового фільтра на проходження сигналу від первинного вимірювального перетворювача або уніфікованого сигналу через вимірювальний тракт.

6. З'ясувати, яким чином і на що впливає постійна часу цифрового фільтра ТРМ210-Н.ИУ.

В протокол занести: приклад впливу постійної часу цифрового фільтра на проходження сигналу від первинного вимірювального перетворювача або уніфікованого сигналу через вимірювальний тракт.

7. З'ясувати, які чотири типи логіки (пряме керування, зворотне керування, П-подібне керування, У-подібне керування) при двопозиційному регулюванні можуть застосовуватися в ТРМ210-Н.ИУ.

В протокол занести: діаграму роботи для кожної з чотирьох типів логік при двопозиційному регулюванні.

8. З'ясувати, які параметри налагодження при ПД-регулюванні можуть застосовуватися в ТРМ210-Н.ИУ.

В протокол занести: приклад розрахунку параметрів налагодження при

ПД-регулюванні.

9. З'ясувати, які одинадцять типів логіки при сигналізації про вихід величини, яка регулюється, за задані межі можуть застосовуватися в ТРМ210-Н.ИУ.

В протокол занести: діаграму роботи для кожної з одинадцяти типів логік при сигналізації про вихід величини, яка регулюється, за задані межі.

10. З'ясувати, яким чином здійснюється сигналізація про обрив в контурі регулювання в ТРМ210-Н.ИУ.

В протокол занести: діаграму роботи при сигналізації про обрив в контурі регулювання.

11. З'ясувати, яким чином можна підключити до ТРМ210-Н.ИУ первинні вимірювальні перетворювачі і уніфіковані сигнали.

В протокол занести: схеми електричні підключення до ТРМ210-Н.ИУ первинних вимірювальних перетворювачів і уніфікованих сигналів.

12. З'ясувати, яким чином можна підключити до ТРМ210-Н.ИУ пристрої керування.

В протокол занести: схеми електричні підключення до ТРМ210-Н.ИУ пристроїв керування.

13. З'ясувати, яким чином ТРМ210-Н.ИУ можна підключити до електричної мережі.

В протокол занести: схему електричну підключення ТРМ210-Н.ИУ до електричної мережі.

14. З'ясувати, яким чином можна підключитися до ТРМ210-Н.ИУ по комунікаційному інтерфейсу RS-485.

В протокол занести: схему електричну підключення до ТРМ210-Н.ИУ по комунікаційному інтерфейсу RS-485.

15. З'ясувати склад типової схеми побудови системи автоматичного керування температурою із застосуванням ТРМ210-Н.ИУ і емулятора печі ЭП-10.

В протокол занести: типову схему побудови системи автоматичного керування температурою із застосуванням ТРМ210-Н.ИУ і емулятора печі ЭП-10.

3.2. Налаштування режимів роботи ТРМ210-Н.ИУ

1. Підключити ТРМ210-Н.ИУ до персонального комп'ютера, до силової електричної мережі, до блока керування тиристорами і симісторами БУСТ2 і до емулятора печі ЭП-10 відповідно до схеми підключення (див. рис. 8.3 або рис.8.4). Перевірити надійність такого підключення.

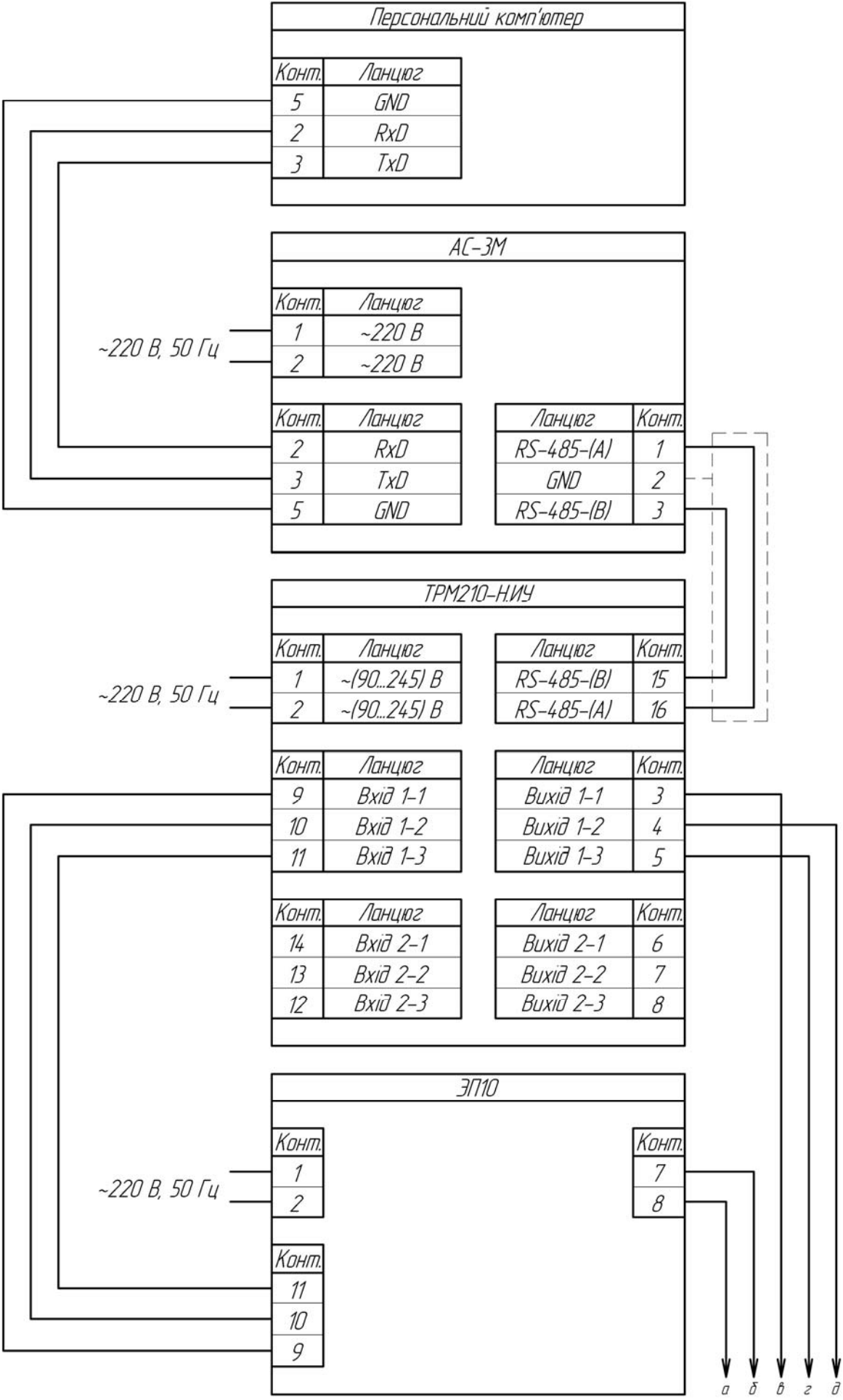
2. Запустити на персональному комп'ютері програму "M101, ТРМ2хх Конфігуратор", розроблену ТОВ "ВО ОВЕН".

3. Обрати для параметра SP "Уставка регулятора" значення "65.0".

4. Обрати для параметра r-L "Перевод канала на внешнее управление" значення "Управление от прибора".

5. Обрати для параметра in-t "Тип входного датчика или сигнала" значення "50M 1.426".

6. Обрати для параметра dPt "Точность вывода температуры" значення "1".



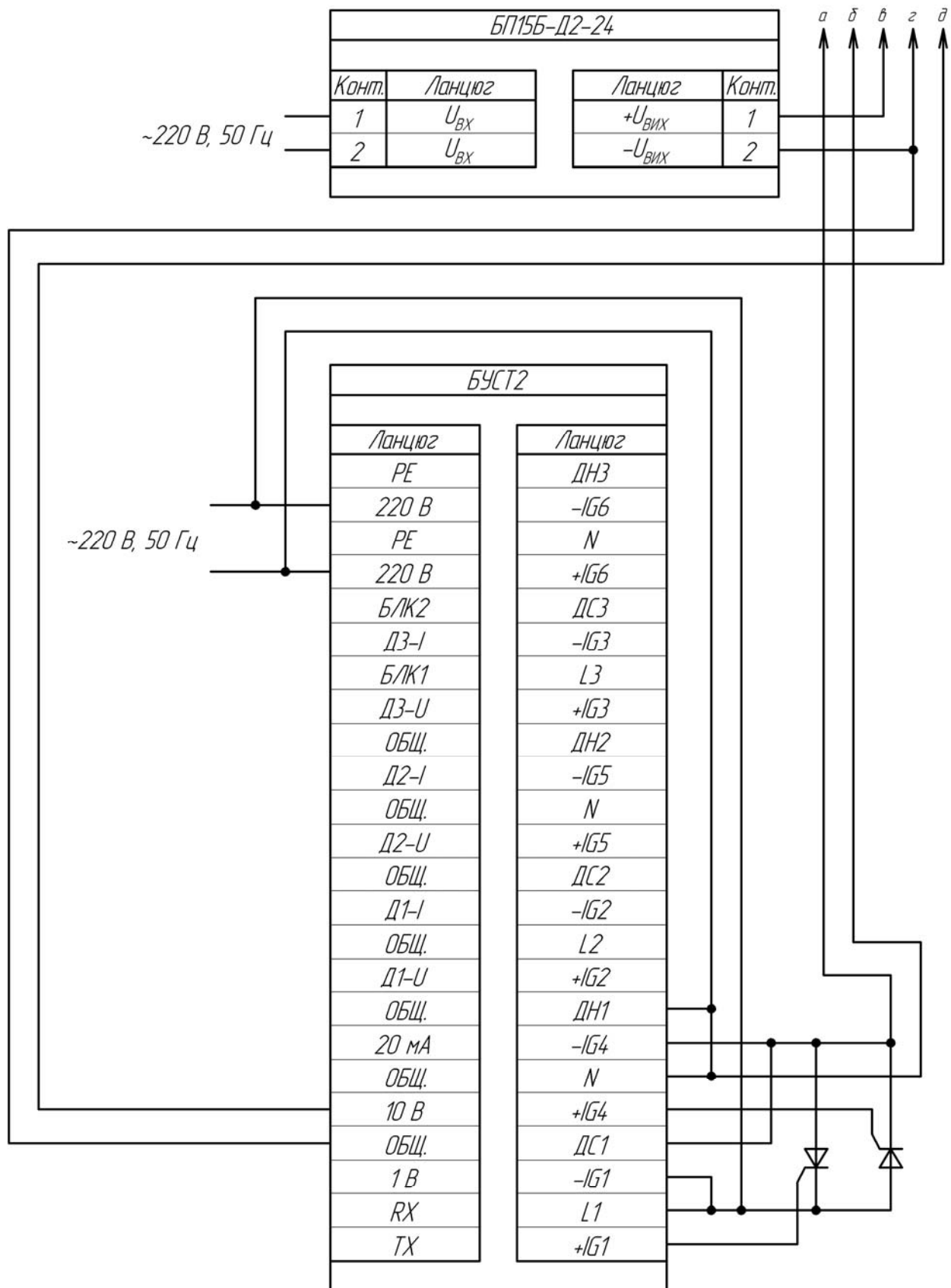
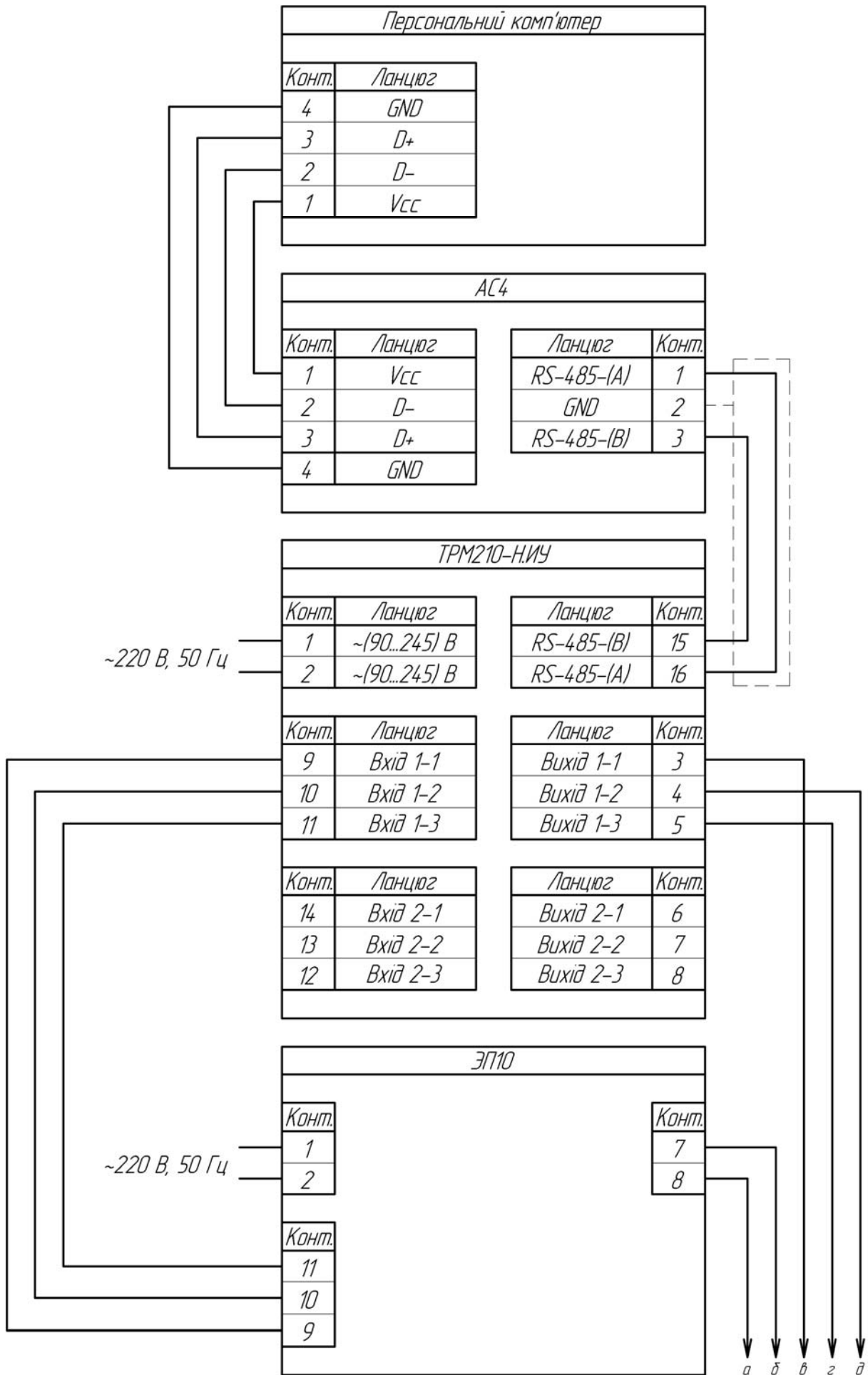


Рис. 8.3. Схема підключення ТРМ210-Н.ІУ до персонального комп'ютера (за допомогою перетворювача інтерфейсів АСЗ-М), до силової електричної мережі, до блока керування тиристорами і симісторами БУСТ2 і до емулятора печі ЭП-10



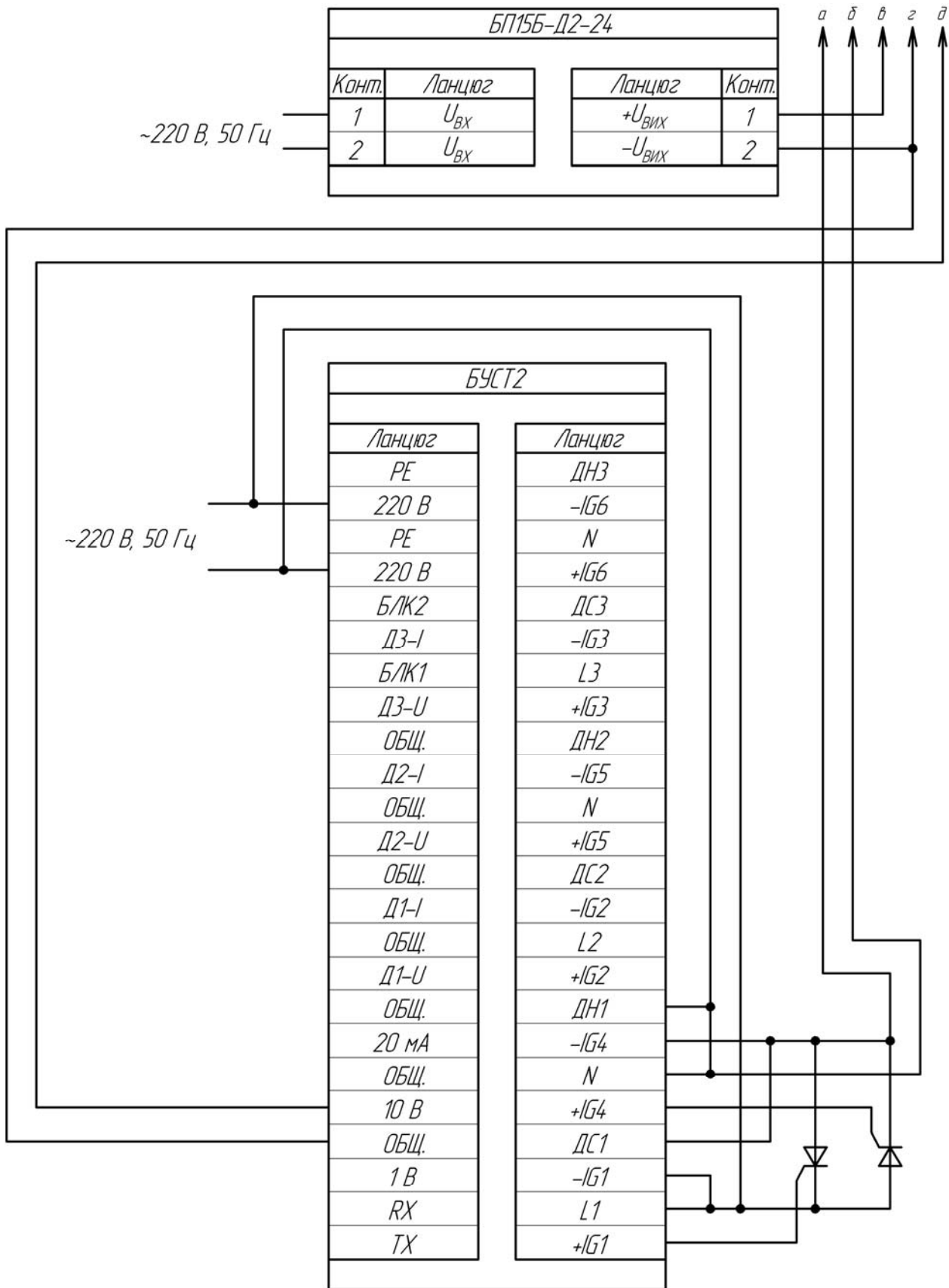


Рис. 8.4. Схема підключення ТРМ210-Н.ИУ до персонального комп'ютера (за допомогою перетворювача інтерфейсів АС4), до силової електричної мережі, до блока керування тиристорами і симісторами БУСТ2 і до емулятора печі ЭП-10

7. Обрати для параметра SH “Сдвиг характеристики датчика” значения “0.0”.
8. Обрати для параметра KU “Наклон характеристики датчика” значения “1.000”.
9. Обрати для параметра Fb “Полоса цифрового фильтра” значения “2.0”.
10. Обрати для параметра inF “Постоянная времени цифрового фильтра” значения “2”.
11. Обрати для параметра SL.L “Нижняя граница задания уставки” значения “20.0”.
12. Обрати для параметра SL.H “Верхняя граница задания уставки” значения “100.0”.
13. Обрати для параметра orEU “Тип управления при регулировании” значения “or-r”.
14. Обрати для параметра CntL “Режим регулирования” значения “Pid”.
15. Обрати для параметра P “Полоса пропорциональности ПИД-регулятора” значения, яке визначається в результаті розрахунку параметрів налагодження ПИД-регулятора.
16. Обрати для параметра I “Интегральная постоянная ПИД-регулятора” значения, яке визначається в результаті розрахунку параметрів налагодження ПИД-регулятора.
17. Обрати для параметра D “Дифференциальная постоянная ПИД-регулятора” значения, яке визначається в результаті розрахунку параметрів налагодження ПИД-регулятора.
18. Обрати для параметра dB “Зона нечувствительности ПИД-регулятора” значения “0.0”.
19. Обрати для параметра OL-L “Ограничение минимальной выходной мощности” значения “0”.
20. Обрати для параметра OL-H “Ограничение максимальной выходной мощности” значения “100”.
21. Обрати для параметра ORL “Предел относительного изменения выходной мощности” значения “100.0”.
22. Обрати для параметра MVEr “Значение выходного сигнала в состоянии «ошибка»” значения “0”.
23. Обрати для параметра MdSt “Состояние выхода в режиме «остановка регулирования»” значения “MVSt”.
24. Обрати для параметра MVSt “Значение выходного сигнала в состоянии «остановка регулирования»” значения “0”.
25. Обрати для параметра LbA “Время определения обрыва контура” значения “0”.
26. Обрати для параметра ramP “Режим «быстрого выхода на уставку»” значения “oFF”.
27. Обрати для параметра Addr “Базовый адрес прибора” значения “30”.
28. Обрати для параметра A.Len “Длина сетевого адреса” значения “8 бит”.
29. Обрати для параметра bPS “Скорость обмена” значения “115.2”.

30. Обрати для параметра rSdL “Задержка при ответе по RS-485” значення “20”.

31. Вийти з програми “M101, TPM2xx Конфігуратор”.

3.3. Побудова за допомогою TPM210-Н.ИУ каналу підтримання температури

1. Запустити і налагодити на персональному комп’ютері OPC-сервер Owen OPC Server (який дозволяє працювати із приладами виробництва ТОВ “ОВОЕН”, що мають жорстку логіку, по протоколах OVEN і Modbus RTU/ASCII).

2. Запустити і налагодити на персональному комп’ютері SCADA-систему InSAT MasterSCADA (яка дозволяє відображати в текстовому і графічному вигляді весь хід протікання технологічного процесу).

3. Розмістити на стартовій мнемосхемі SCADA-системи InSAT MasterSCADA елемент “Значение”, який би дозволяв відображати значення параметра “Тип прибора”.

4. Розмістити на стартовій мнемосхемі SCADA-системи InSAT MasterSCADA елемент “Значение”, який би дозволяв відображати значення параметра “Версия прибора”.

5. Розмістити на стартовій мнемосхемі SCADA-системи InSAT MasterSCADA елемент “Значение”, який би дозволяв відображати значення параметра “Измеренная величина”.

6. Розмістити на стартовій мнемосхемі SCADA-системи InSAT MasterSCADA елемент “Значение”, який би дозволяв відображати значення параметра “Выходной сигнал регулятора”.

7. Розмістити на стартовій мнемосхемі SCADA-системи InSAT MasterSCADA елемент “Значение”, який би дозволяв відображати значення параметра “Выходная мощность ПИД-регулятора”.

8. На основі значень параметра “Измеренная величина” розрахувати час керування перехідного процесу.

9. На основі значень параметра “Измеренная величина” розрахувати перерегулювання (якщо воно є в наявності) перехідного процесу.

10. На основі значень параметра “Измеренная величина” розрахувати статичну помилку (якщо вона є в наявності) перехідного процесу.

11. На основі значень параметра “Измеренная величина” розрахувати кількість коливань (якщо перехідний процес має коливальний характер) перехідного процесу.

12. На основі значень параметра “Измеренная величина” розрахувати період коливань (якщо перехідний процес має коливальний характер) перехідного процесу.

13. На основі значень параметра “Измеренная величина” розрахувати частоту коливань (якщо перехідний процес має коливальний характер) перехідного процесу.

14. На основі значень параметра “Измеренная величина” розрахувати степінь загасання (якщо перехідний процес має коливальний характер) перехідного процесу.

4. Питання для самоперевірки

1. Які основні технічні характеристики має ТРМ210-Н.ИУ?
2. Які основні технічні характеристики мають корпуси ТРМ201?
3. Які основні технічні характеристики мають первинні вимірювальні перетворювачі і уніфіковані сигнали, які можна підключати до входів ТРМ210-Н.ИУ?
4. Які основні технічні характеристики входів ТРМ210-Н.ИУ?
5. Які основні технічні характеристики виходів ТРМ210-Н.ИУ?
6. Які основні технічні характеристики комунікаційних інтерфейсів ТРМ210-Н.ИУ?
7. На що впливає зміна зсуву номінальної статичної характеристики первинних вимірювальних перетворювачів і уніфікованих сигналів в ТРМ210-Н.ИУ?
8. На що впливає зміна нахилу номінальної статичної характеристики первинних вимірювальних перетворювачів і уніфікованих сигналів в ТРМ210-Н.ИУ?
9. На що впливає зміна смуги пропускання цифрового фільтра в ТРМ210-Н.ИУ?
10. На що впливає зміна постійної часу цифрового фільтра в ТРМ210-Н.ИУ?
11. Які чотири типи логіки при двопозиційному регулюванні можуть застосовуватися в ТРМ210-Н.ИУ?
12. Які одинадцять типів логіки при сигналізації про вихід величини, яка регулюється, за задані межі, можуть застосовуватися в ТРМ210-Н.ИУ?
13. Яким чином здійснюється сигналізація про обрив в контурі регулювання в ТРМ210-Н.ИУ?
14. Яким чином до ТРМ210-Н.ИУ можна підключити первинні вимірювальні перетворювачі і уніфіковані сигнали?
15. Яким чином до ТРМ210-Н.ИУ можна підключити пристроїв керування?
16. Яким чином ТРМ210-Н.ИУ можна підключити до електричної мережі?
17. Яким чином можна підключитися до ТРМ210-Н.ИУ по комунікаційному інтерфейсу RS-485?
18. Яка типова схема побудови системи автоматичного керування температурою із застосуванням ТРМ210-Н.ИУ і емулятора печі ЭП-10?
19. Який вигляд для системи автоматичного керування температурою із застосуванням ТРМ210-Н.ИУ і емулятора печі ЭП-10 має типова залежність “Температура, °С – Час, с”?

5. Рекомендована література

1. Основна література [1о–10о].
2. Додаткова література [5д, 8д].

РОЗДІЛ №9. ПАНЕЛЬ ОПЕРАТОРА ИП320

1. Мета опанування розділу

Метою опанування розділу є вивчення будови панелі оператора ИП320 виробництва ТОВ “ВО ОВЕН”.

2. Необхідні теоретичні відомості

2.1. Призначення панелі оператора ИП320

Панель оператора ИП320 виробництва ТОВ “ВО ОВЕН” (далі – ИП320) є людино-машинним інтерфейсом, який призначений для відображення і редагування значень параметрів ПЛК і інших пристроїв. Логіка роботи ИП320 визначається користувачем в процесі її налагодження.

ИП320 призначена для виконання наступних функцій:

- відображення кирилических і латинських символів;
- зчитування і запису значень регістрів ПЛК і інших пристроїв;
- відображення графічних піктограм (індикатори, графіки, лінійки тощо);
- захисту за допомогою паролю від несанкціонованого змінення значень параметрів і переходу на інший екран;
- відображення “списку тривог” (нештатних ситуацій) в режимі реального часу;
- роботи в режимах “ведучого” (master) або “веденого” (slave) пристрою.

2.2. Технічні характеристики ИП320

Загальні технічні характеристики ИП320 наведені в табл. 9.1.

Табл. 9.1. Загальні технічні характеристики ИП320

№ з/п	Технічна характеристика	Значення
1	2	3
1	Напруга живлення постійного струму	Від 20 до 28 В (номінальне значення 24 В)
2	Споживана потужність	Не більше 4 Вт
3	Інтерфейси зв'язку	RS-232, RS-485
4	Швидкості роботи інтерфейсів	2400, 4800, 9600, 19200, 38400 і 115200 біт/с
5	Універсальний протокол обміну	Modbus RTU
6	Конструктивне виконання	Корпус щитового кріплення
7	Ступінь захисту корпусу зі сторони лицевої панелі	IP54
8	Роздільна здатність дисплея	192 піксель × 64 піксель

Продовження табл. 9.1.

1	2	3
9	Розміри дисплея	100 мм × 35 мм
10	Тип дисплея	Графічний монохромний рідиннокристальний з підсвічуванням з діагоналлю 3,7"
11	Кількість кнопок	20
12	Розміри панелі	(172 ± 1) мм × (94 ± 1) мм × (30 ± 1) мм
13	Годинник “реального” часу	Є
14	Маса	Не більше 0,5 кг
15	Напрацювання на відмову	50000 год
16	Середній термін служби	12 років

Схема електрична ИП320 наведена на рис. 9.1.

ИП320			
Конт.	Ланцюг	Ланцюг	Конт.
1	24V		1
2	0V	RxD	2
		TxD	3
			4
		GND	5
			6
		CTS	7
		B	8
		A	9

Рис. 9.1. Схема електрична ИП320

2.3. Устрій ИП320

ИП320 випускається у корпусі, який призначений для монтажу в щит. Під'єднання до ИП320 всіх зовнішніх зв'язків здійснюється через рознімачі, які розташовані справа на бічній стороні цієї панелі. Відкривати корпус ИП320 для під'єднання будь-яких зовнішніх зв'язків не потрібно.

Зовнішній вид ИП320 показаний на рис. 9.2. Спереду ИП320 розташовано:

- графічний рідиннокристальний дисплей;
- 8 керуючих кнопок;
- 12 цифрових і функціональних кнопок.



Рис. 9.2. Зовнішній вид ИП320

Основне функціональне призначення кнопок ИП320 наведено в табл. 9.2.

Табл. 9.2. Основне функціональне призначення кнопок ИП320

Кнопка	Основне функціональне призначення
1	2
	Повертає дисплей до головного екрану проекту (головний екран проекту – це, зазвичай, головне меню проекту або екран проекту, який найбільш часто використовується)
	Використовується для переміщення курсора при введенні значень певних регістрів поточного екрана
	Використовується для переміщення курсора при введенні значень певних регістрів поточного екрана
	Використовується для переміщення між екранами і для зміни числового значення певного регістра в режимі його редагування
	Використовується для переміщення між екранами і для зміни числового значення певного регістра в режимі його редагування
	Використовується для переміщення між областями редагування значень регістрів для поточного екрана. Крім того, запускає процедуру редагування значень регістрів для поточного екрана: рядок з відображенням значення певного регістра перейде в режим редагування (змінить колір). Якщо поточний екран не містить областей редагування значень регістрів, така процедура не буде запущена

Продовження табл. 9.2.

1	2
	Використовується для зберігання зміненого значення певного регістра поточного екрана і для переходу до редагування значення наступного регістра поточного екрана. Після редагування значення останнього регістра поточного екрану завершує процедуру редагування значень регістрів
	Використовується для виклику переліку нештатних ситуацій (“списку тривоги”)
	Використовується для обнуління значення певного регістра поточного екрана в режимі редагування значення цього регістра
	Використовується для встановлення додатного або від’ємного знаку для значення певного регістра поточного екрана, який редагується
	Використовується для введення і редагування значень певних регістрів поточного екрана

Всім 20 кнопкам ИП320 можна програмно призначити функції переходу між екранами і виконання спеціалізованих функцій.

Справа на бічній стороні ИП320 розташований рознімач DB-9, на який виведено контакти комунікаційних інтерфейсів RS-485 і RS-232.

Крім того, теж справа на бічній стороні ИП320 розташований рознімач для під’єднання напруги живлення постійного струму 24 В.

Зліва на бічній стороні ИП320 розташований потенціометр для регулювання контрастності дисплея.

Всередині корпусу ИП320 розташований малопотужний звуковий випромінювач, який видає звуковий сигнал при натисканні кнопок. Частота такого звукового сигналу є фіксованою.

ИП320 оснащена вбудованим годинником реального часу, який живиться від вбудованої літієвої батарейки типу CR2032. Термін роботи такої батарейки становить від 2 до 3 років, після чого її слід замінити.

2.4. Загальні відомості про програму “Конфігуратор ИП320”

Програма “Конфігуратор ИП320” призначений для конфігурування ИП320. Він дозволяє формувати екрани, які будуть відображатися на дисплеї ИП320 під час її роботи.

Крім того, програма “Конфігуратор ИП320” дозволяє налагоджувати параметри обміну даними між ИП320 і ПЛК (або іншим аналогічним обладнанням) по протоколу Modbus RTU.

Основним файлом додатка “Конфігуратор ИП320” є файл **IP320.exe**. Після запуску на виконання файлу **IP320.exe** на екрані монітора персонального комп’ютера з’явиться головне вікно додатка “Конфігуратор ИП320”, приблиз-

ний вигляд якого показаний на рис. 9.3.

Головне вікно додатка “Конфігуратор ИП320” утримує наступні елементи:

- головне меню;
- головну панель інструментів;
- таблицю **Экраны**;
- кнопку **Новый**;
- кнопку **Удалить**;
- область редагування умісту екранів.

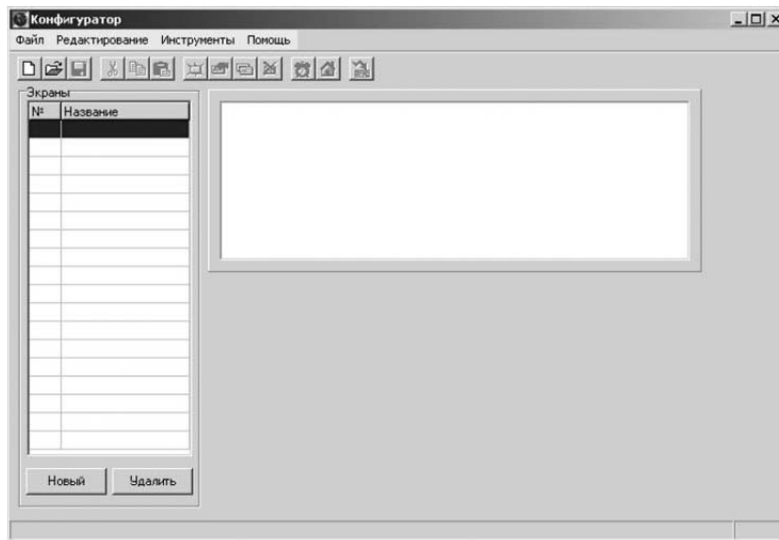


Рис. 9.3. Приблизний вигляд головного вікна додатка “Конфігуратор ИП320”

Екрани утримують набір базових елементів, кожний з яких дозволяє керувати певною базовою функцією ИП320.

До базових елементів екранів відносяться наступні елементи:

- елемент **Текст**;
- елемент **Графический текст**;
- елемент **Динамический текст**;
- елемент **Динамический графический текст**;
- елемент **Индикатор**;
- елемент **Картинка**;
- елемент **Регистр**;
- елемент **Линейка**.

Крім того, екрани можуть утримувати набір додаткових елементів, кожний з яких дозволяє керувати певною додатковою функцією ИП320.

До додаткових елементів екранів відносяться наступні елементи:

- елемент **Функциональная кнопка**;
- елемент **График**;
- елемент **Регистры ASCII-текста**.

2.5. Головне меню головного вікна додатка “Конфігуратор ИП320”

Команда **Файл-Новый проект** дозволяє створити новий проект.

Команда **Файл-Открыть проект...** дозволяє відкрити існуючий проект.

Команда **Файл-Сохранить проект** дозволяє зберегти поточний проект.

Команда **Файл-Сохранить проект как** дозволяє зберегти поточний проект з новим іменем.

Команда **Файл-Настройки Modbus...** дозволяє налагодити параметри обміну даними між ИП320 і ПЛК (або іншим аналогічним обладнанням) по протоколу Modbus RTU.

Команда **Файл-СОМ порт...** дозволяє обрати СОМ-порт для обміну даними між ИП320 і персональним комп'ютером по протоколу Modbus RTU.

Команда **Файл-Загрузить проект** дозволяє завантажити проект з персонального комп'ютера в ИП320.

Команда **Файл-Выход** дозволяє завершити роботу з додатком “Конфігуратор ИП320”.

Команда **Редактирование-Вырезать** дозволяє вирізати обрані елементи в буфер обміну.

Команда **Редактирование-Копировать** дозволяє скопіювати обрані елементи в буфер обміну.

Команда **Редактирование-Вставить** дозволяє вставити обрані елементи з буфера обміну.

Команда **Редактирование-Удалить** дозволяє видалити обрані елементи.

Команда **Сервис-Новый экран...** дозволяє створювати нові екрани.

Команда **Сервис-Атрибуты экрана...** дозволяє налагоджувати параметри поточних екранів.

Команда **Сервис-Удалить экран...** дозволяє видаляти поточні екрани.

Команда **Сервис-Список тревог...** дозволяє налагоджувати параметри “списку тривог” (нештатних ситуацій).

Команда **Сервис-Настройки проекта...** дозволяє налагоджувати параметри поточних проектів.

Команда **Сервис-Отображать сетку** дозволяє в області редагування умісту екранів відображати або приховувати сітку.

Команда **Помощь-О программе...** дозволяє відобразити інформацію про програму “Конфігуратор ИП320”.

2.6. Налаштування параметрів обміну даними між ИП320 і ПЛК (або іншим аналогічним обладнанням) по протоколу Modbus RTU

Для налаштування параметрів обміну даними між ИП320 і ПЛК (або іншим аналогічним обладнанням) по протоколу Modbus RTU використовується команда **Файл-Настройки Modbus...** (див. вище).

Список **Режим работы панели** в діалоговому вікні **Настройки Modbus** дозволяє задати режим роботи ИП320:

- робота в режимі “ведучого” (master) пристрою **Modbus RTU Master**;
- робота в режимі “веденого” (slave) пристрою **Modbus RTU Slave**.

Поле **Адрес панели** в діалоговому вікні **Настройки Modbus** дозволяє задати адресу ИП320 (тільки коли ИП320 знаходиться в режимі роботи “веденого” (slave) пристрою **Modbus RTU Slave**).

Кнопка **Настройки...** в діалоговому вікні **Настройки Modbus** дозволяє

викликати діалогове вікно **Настройки параметров соединения**, в якому можна задати параметри з'єднання ІП320 і ПЛК (або іншого аналогічного обладнання) по протоколу Modbus RTU.

Група залежних кнопок **Скорость, бит/с** в діалоговому вікні **Настройки параметров соединения** дозволяє задати швидкість обміну даними по протоколу Modbus RTU:

- **2400** – швидкість обміну становить 2400 біт/с ;
- **4800** – швидкість обміну становить 4800 біт/с ;
- **9600** – швидкість обміну становить 9600 біт/с ;
- **19200** – швидкість обміну становить 19200 біт/с ;
- **38400** – швидкість обміну становить 38400 біт/с ;
- **115200** – швидкість обміну становить 115200 біт/с .

Група залежних кнопок **Бит данных** в діалоговому вікні **Настройки параметров соединения** дозволяє задати кількість бітів даних в пакеті при обміні даними по протоколу Modbus RTU:

- **7** – кількість бітів даних в пакеті становить 7 бітів;
- **8** – кількість бітів даних в пакеті становить 8 бітів.

Група залежних кнопок **Стоп бит** в діалоговому вікні **Настройки параметров соединения** дозволяє задати кількість стоп-бітів в пакеті при обміні даними по протоколу Modbus RTU:

- **1** – кількість стоп-бітів в пакеті становить 1 біт;
- **2** – кількість стоп-бітів в пакеті становить 2 біти.

Група залежних кнопок **Контроль чётности** в діалоговому вікні **Настройки параметров соединения** дозволяє задати контроль парності/непарності в пакеті при обміні даними по протоколу Modbus RTU:

- **Отсутствует** – контроль парності/непарності відсутній;
- **Нечётный** – контроль парності/непарності непарний;
- **Чётный** – контроль парності/непарності парний.

2.7. Базові елементи екранів

2.7.1. Елемент Текст

Елемент **Текст** призначений для відображення на екрані тексту (див. рис. 9.4).



Рис. 9.4. Елемент **Текст**

Поле **Атрибуты текста-Координаты-X** дозволяє задати значення горизонтальної координати елемента **Текст** відносно лівого верхнього кута поточного екрана.

Поле **Атрибуты текста-Координаты-Y** дозволяє задати значення вертикальної координати елемента **Текст** відносно лівого верхнього кута поточного

екрана.

Поле **Атрибути текста-Текст-Текст** дозволяє задати значення текста елемента **Текст**.

Прапорець **Атрибути текста-Вид-Крупно** дозволяє або забороняє збільшувати в 2 рази розмір шрифту елемента **Текст**.

Прапорець **Атрибути текста-Вид-Інверс.** дозволяє або забороняє інверсію кольорів шрифту і фону елемента **Текст**.

2.7.2. Елемент Графический текст

Елемент **Графический текст** призначений для відображення на екрані тексту різними шрифтами (див. рис. 9.5).



Рис. 9.5. Елемент **Графический текст**

Поле **Атрибути графического текста-Координаты-Х** дозволяє задати значення горизонтальної координати елемента **Графический текст** відносно лівого верхнього кута поточного екрана.

Поле **Атрибути графического текста-Координаты-У** дозволяє задати значення вертикальної координати елемента **Графический текст** відносно лівого верхнього кута поточного екрана.

Поле **Атрибути графического текста-Текст-Текст** дозволяє задати значення текста елемента **Графический текст**.

Прапорець **Атрибути графического текста-Вид-Інверс.** дозволяє або забороняє інверсію кольорів шрифту і фону елемента **Графический текст**.

Кнопка **Атрибути графического текста-Вид-Шрифт...** дозволяє викликати діалогове вікно для вибору шрифту текста елемента **Графический текст**.

2.7.3. Елемент Динамический текст

Елемент **Динамический текст** призначений для відображення на екрані тексту з можливістю зміни в будь-який момент часу значення цього тексту (див. рис. 9.6).



Рис. 9.6. Елемент **Динамический текст**

Поле **Атрибути динамического текста-Координаты-Х** дозволяє задати значення горизонтальної координати елемента **Динамический текст** відносно лівого верхнього кута поточного екрана.

Поле **Атрибути динамического текста-Координаты-У** дозволяє задати значення вертикальної координати елемента **Динамический текст** відносно лівого верхнього кута поточного екрана.

Поле **Атрибути динамического текста-Регистр элемента-Адрес ПЛК** дозволяє задати адресу ПЛК, з якого будуть прийматися дані (тільки коли ИП320 знаходиться в режимі роботи “ведучого” (master) пристрою **Modbus RTU Master**).

Список **Атрибути динамического текста-Регистр элемента-Регистр** дозволяє задати функцію ПЛК, яка буде використовуватися для отримання даних з ПЛК:

- **3x** – функція 03 (03_{16}) Read Holding Registers;
- **4x** – функція 04 (04_{16}) Read Input Registers.

Поле **Атрибути динамического текста-Регистр элемента-Регистр** дозволяє задати регістр ПЛК, з якого будуть прийматися дані.

Група залежних кнопок **Атрибути динамического текста-Регистр элемента-Режим** дозволяє задати систему числення, в якій будуть відображатися дані:

- **DEC** – дані відображаються в десятковій системі числення;
- **HEX/BCD** – дані відображаються в шістнадцятковій системі числення.

Поля **Атрибути динамического текста-Отображение-Отображаемый текст** дозволяють задати значення текста елемента **Динамический текст** (відповідне значення тексту буде відображатися тоді, коли значенням поля **Атрибути динамического текста-Отображение-Знач.** буде співпадати із значенням регістра ПЛК, який задається полем **Атрибути динамического текста-Регистр элемента-Регистр**).

Прапорець **Атрибути динамического текста-Вид-Крупно** дозволяє або забороняє збільшувати в 2 рази розмір шрифту елемента **Динамический текст**.

Прапорець **Атрибути динамического текста-Вид-Инверс.** дозволяє або забороняє інверсію кольорів шрифту і фону елемента **Динамический текст**.

2.7.4. Елемент **Динамический графический текст**

Елемент **Динамический графический текст** призначений для відображення на екрані тексту з можливістю зміни в будь-який момент часу значення цього тексту різними шрифтами (див. рис. 9.7).



Рис. 9.7. Елемент **Динамический графический текст**

Поле **Атрибути динамического графического текста-Координаты-X** дозволяє задати значення горизонтальної координати елемента **Динамический графический текст** відносно лівого верхнього кута поточного екрана.

Поле **Атрибути динамического графического текста-Координаты-Y** дозволяє задати значення вертикальної координати елемента **Динамический графический текст** відносно лівого верхнього кута поточного екрана.

Поле **Атрибути динамического графического текста-Регистр элемента-Адрес ПЛК** дозволяє задати адресу ПЛК, з якого будуть прийматися дані

(тільки коли ИП320 знаходиться в режимі роботи “ведучого” (master) пристрою **Modbus RTU Master**).

Список **Атрибути динамического графического текста-Регистр элемента-Регистр** дозволяє задати функцію ПЛК, яка буде використовуватися для отримання даних з ПЛК:

- **3x** – функція 03 (03_{16}) Read Holding Registers;
- **4x** – функція 04 (04_{16}) Read Input Registers.

Поле **Атрибути динамического графического текста-Регистр элемента-Регистр** дозволяє задати регістр ПЛК, з якого будуть прийматися дані.

Група залежних кнопок **Атрибути динамического графического текста-Регистр элемента-Режим** дозволяє задати систему числення, в якій будуть відображатися дані:

- **DEC** – дані відображаються в десятковій системі числення;
- **HEX/BCD** – дані відображаються в шістнадцятковій системі числення.

Поля **Атрибути динамического графического текста-Отображение-Отображаемый текст** дозволяють задати значення текста елемента **Динамический графического текст** (відповідне значення текста буде відображатися тоді, коли значенням поля **Атрибути динамического графического текста-Отображение-Знач.** буде співпадати із значенням регістра ПЛК, який задається полем **Атрибути динамического графического текста-Регистр элемента-Регистр**).

Прапорець **Атрибути динамического графического текста-Вид-Инверс.** дозволяє або забороняє інверсію кольорів шрифту і фону елемента **Динамический графический текст**.

Кнопка **Атрибути динамического графического текста-Вид-Шрифт...** дозволяє викликати діалогове вікно для вибору шрифту текста елемента **Динамический графический текст**.

2.7.5. Елемент Индикатор

Елемент **Индикатор** призначений для відображення на екрані стану певних режимів керування (наприклад, “Старт”/“Стоп”, “Ручний”/“Автоматичний”, “Вперед”/“Назад” тощо) (див. рис. 9.8).



Рис. 9.8. Елемент Индикатор

Поле **Атрибути индикатора-Координаты-X** дозволяє задати значення горизонтальної координати елемента **Индикатор** відносно лівого верхнього кута поточного екрана.

Поле **Атрибути индикатора-Координаты-Y** дозволяє задати значення вертикальної координати елемента **Индикатор** відносно лівого верхнього кута поточного екрана.

Поле **Атрибути индикатора-Бит элемента-Адрес ПЛК** дозволяє задати

адресу ПЛК, з якого будуть прийматися дані (тільки коли ИП320 знаходиться в режимі роботи “ведучого” (master) пристрою **Modbus RTU Master**).

Список **Атрибути індикатора-Бит елемента-Бит** дозволяє задати функцію ПЛК, яка буде використовуватися для отримання даних з ПЛК:

- **1x** – функція 01 (01_{16}) Read Coils;

- **2x** – функція 02 (02_{16}) Read Discrete Inputs (тільки коли ИП320 знаходиться в режимі роботи “ведучого” (master) пристрою **Modbus RTU Master**).

Поле **Атрибути індикатора-Бит елемента-Бит** дозволяє задати біт ПЛК, з якого будуть прийматися дані.

Прапорець **Атрибути індикатора-Вид-Крупно** дозволяє або забороняє збільшувати в 2 рази розмір елемента **Індикатор**.

Список **Атрибути індикатора-Отображение-Тип** дозволяє задати зовнішній вигляд елемента **Індикатор**:

- **Квадрат** – зовнішній вигляд елемента **Індикатор** нагадує квадрат;

- **Круг** – зовнішній вигляд елемента **Індикатор** нагадує коло.

Група залежних кнопок **Атрибути індикатора-Отображение** дозволяє або забороняє інверсію кольору елемента **Індикатор**:

- **Позитив** – колір елемента **Індикатор** “позитивний”;

- **Негатив** – колір елемента **Індикатор** “негативний”.

2.7.6. Елемент Картинка

Елемент **Картинка** призначений для відображення на екрані певної графічної інформації (наприклад, зовнішнього вигляду технологічного обладнання, умовного позначення технологічного обладнання, напряму переміщення потоку рідини тощо) (див. рис. 9.9).



Рис. 9.9. Елемент **Картинка**

Поле **Атрибути картинки-Координаты-X** дозволяє задати значення горизонтальної координати елемента **Картинка** відносно лівого верхнього кута поточного екрана.

Поле **Атрибути картинки-Координаты-Y** дозволяє задати значення вертикальної координати елемента **Картинка** відносно лівого верхнього кута поточного екрана.

Поле **Атрибути картинки-Размер-X** утримує значення горизонтального розміру елемента **Картинка** (це значення змінити неможливо).

Поле **Атрибути картинки-Размер-Y** утримує значення вертикального розміру елемента **Картинка** (це значення змінити неможливо).

2.7.7. Елемент Регистр

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. 9.10).

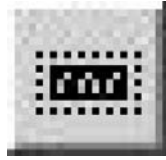


Рис. 9.10. Елемент Регистр

Поле **Атрибути регистра-Координаты-X** дозволяє задати значення горизонтальної координати елемента **Регистр** відносно лівого верхнього кута поточного екрана.

Поле **Атрибути регистра-Координаты-Y** дозволяє задати значення вертикальної координати елемента **Регистр** відносно лівого верхнього кута поточного екрана.

Поле **Атрибути регистра-Регистр елемента-Адрес ПЛК** дозволяє задати адресу ПЛК, з якого будуть прийматися дані (тільки коли ИП320 знаходиться в режимі роботи “ведучого” (master) пристрою **Modbus RTU Master**).

Список **Атрибути регистра-Регистр елемента-Регистр** дозволяє задати функцію ПЛК або ИП320, яка буде використовуватися для отримання даних з ПЛК або з ИП320:

- **3x** – функція 03 (03_{16}) Read Holding Registers;
- **4x** – функція 04 (04_{16}) Read Input Registers.

Поле **Атрибути регистра-Регистр елемента-Регистр** дозволяє задати номер реєстра (єдиного або першого з двох), який буде використовуватися для отримання даних з ПЛК або з ИП320.

Поле **Атрибути регистра-Регистр елемента-Кол-во** дозволяє задати кількість реєстрів (1 або 2), які будуть використовуватися для отримання даних з ПЛК або з ИП320.

Прапорець **Атрибути регистра-Регистр елемента-Настр.** дозволяє або забороняє редагування значень реєстрів (1 або 2).

Прапорець **Атрибути регистра-Регистр елемента-Пароль** дозволяє або забороняє введення пароля при редагуванні значення реєстра.

Прапорець **Атрибути регистра-Регистр елемента-Предел** дозволяє або забороняє задання діапазону значень реєстра (значення якого редагується), який задається значеннями полів **Атрибути регистра-Отображение-Мин.** і **Атрибути регистра-Отображение-Макс.**

Прапорець **Атрибути регистра-Регистр елемента-Конв.** дозволяє або забороняє лінійне масштабування значень реєстра з діапазону, який задається значеннями полів **Атрибути регистра-Регистр елемента-Мин.** і **Атрибути регистра-Регистр елемента-Макс.**, в діапазон, який задається значеннями полів **Атрибути регистра-Отображение-Мин.** і **Атрибути регистра-Отображение-Макс.**

Поле **Атрибути регистра-Регистр елемента-Мин.** дозволяє задати мінімальне значення реєстра (вихідне) при лінійному масштабуванні.

Поле **Атрибути регистра-Регистр елемента-Макс.** дозволяє задати максимальне значення реєстра (вихідне) при лінійному масштабуванні.

Прапорець **Атрибути реєстра-Вид-Крупно** дозволяє або забороняє збільшувати в 2 рази розмір шрифту елемента **Реєстр**.

Прапорець **Атрибути реєстра-Вид-Інверс.** дозволяє або забороняє інверсію кольорів шрифту і фону елемента **Реєстр**.

Поле **Атрибути реєстра-Отображение-Разряды** дозволяє задати загальну кількість символів елемента **Реєстр**.

Поле **Атрибути реєстра-Отображение-Дробные** дозволяє задати кількість символів після десяткової точки елемента **Реєстр**.

Прапорець **Атрибути реєстра-Отображение-Доп. 0** дозволяє або забороняє доповнення зліва нулями символного представлення значення елемента **Реєстр** таким чином, щоб загальна кількість символів в цьому значенні дорівнювала значенню поля **Атрибути реєстра-Отображение-Разряды**.

Прапорець **Атрибути реєстра-Отображение-FLOAT** дозволяє або забороняє інтерпретацію значення елемента **Реєстр** як числа з плаваючою точкою.

Група залежних кнопок **Атрибути реєстра-Отображение-Режим** дозволяє задати інтерпретацію значення елемента **Реєстр** як:

- **HEX/BCD** – значення відображаються в шістнадцятковій системі числення;

- **DEC** – значення відображаються в десятковій системі числення.

Прапорець **Атрибути реєстра-Отображение-INT** дозволяє або забороняє інтерпретацію значення елемента **Реєстр** як числа із знаком (тільки коли група залежних кнопок **Атрибути реєстра-Отображение-Режим** утримує значення **DEC**).

Поле **Атрибути реєстра-Отображение-Мин.** дозволяє задати мінімальне значення реєстра (отримане) при лінійному масштабуванні або при редагуванні.

Поле **Атрибути реєстра-Отображение-Макс.** дозволяє задати максимальне значення реєстра (отримане) при лінійному масштабуванні або при редагуванні.

2.7.8. Елемент **Линейка**

Елемент **Линейка** призначений для відображення значень технологічних параметрів, які можуть бути описані аналоговими величинами (наприклад, температура, тиск, рівень, витрата тощо) (див. рис. 9.11).



Рис. 9.11. Елемент **Линейка**

Поле **Атрибути линейки-Координаты-X** дозволяє задати значення горизонтальної координати елемента **Линейка** відносно лівого верхнього кута поточного екрана.

Поле **Атрибути линейки-Координаты-Y** дозволяє задати значення вер-

тикальної координати елемента **Линейка** відносно лівого верхнього кута поточного екрана.

Поле **Атрибуты линейки-Регистр элемента-Адрес ПЛК** дозволяє задати адресу ПЛК, з якого будуть прийматися дані (тільки коли ИП320 знаходиться в режимі роботи “ведучого” (master) пристрою **Modbus RTU Master**).

Список **Атрибуты линейки-Регистр элемента-Регистр** дозволяє задати функцію ПЛК або ИП320, яка буде використовуватися для отримання даних з ПЛК або з ИП320:

- **3x** – функція 03 (03_{16}) Read Holding Registers;
- **4x** – функція 04 (04_{16}) Read Input Registers.

Поле **Атрибуты линейки-Регистр элемента-Регистр** дозволяє задати номер регістра (єдиного або першого з двох), який буде використовуватися для отримання даних з ПЛК або з ИП320.

Поле **Атрибуты линейки-Регистр элемента-Кол-во** дозволяє задати кількість регістрів (1 або 2), які будуть використовуватися для отримання даних з ПЛК або з ИП320.

Поле **Атрибуты линейки-Регистр элемента-Дробные** дозволяє задати кількість символів після десяткової точки для значення регістрів (1 або 2), які задаються полем **Атрибуты линейки-Регистр элемента-Регистр** (тільки коли прапорець **Атрибуты линейки-Регистр элемента-FLOAT** дозволяє інтерпретацію значення цих регістрів (1 або 2) як числа з плаваючою точкою).

Прапорець **Атрибуты линейки-Регистр элемента-FLOAT** дозволяє або забороняє інтерпретацію значення регістрів (1 або 2), які задаються полем **Атрибуты линейки-Регистр элемента-Регистр**, як числа з плаваючою точкою.

Група залежних кнопок **Атрибуты линейки-Регистр элемента-Режим** дозволяє задати інтерпретацію значення регістрів (1 або 2), які задаються полем **Атрибуты линейки-Регистр элемента-Регистр** як:

- **HEX/BCD** – значення в шістнадцятковій системі числення;
- **DEC** – значення в десятковій системі числення.

Прапорець **Атрибуты линейки-Регистр элемента-INT** дозволяє або забороняє інтерпретацію значення регістрів (1 або 2), які задаються полем **Атрибуты линейки-Регистр элемента-Регистр** як числа із знаком (тільки коли група залежних кнопок **Атрибуты линейки-Регистр элемента-Режим** утримує значення **DEC**).

Поле **Атрибуты линейки-Размер-X** дозволяє задати значення горизонтального розміру елемента **Линейка** відносно лівого верхнього кута поточного екрана.

Поле **Атрибуты линейки-Размер-Y** дозволяє задати значення вертикального розміру елемента **Линейка** відносно лівого верхнього кута поточного екрана.

Поле **Атрибуты линейки-Отображение-Макс. знач.** дозволяє задати значення, яке буде відповідати 100 % значення технологічних параметрів, які можуть бути описані аналоговими величинами (наприклад, температура, тиск, рівень, витрата тощо).

Поле **Атрибуты линейки-Отображение-Мин. знач.** дозволяє задати значення, яке буде відповідати 0% значення технологічних параметрів, які можуть бути описані аналоговими величинами (наприклад, температура, тиск, рівень, витрата тощо).

Список **Атрибуты линейки-Отображение-Направ.** дозволяє задати напрям відображення значень технологічних параметрів, які можуть бути описані аналоговими величинами (наприклад, температура, тиск, рівень, витрата тощо) елементом **Линейка** як:

- **Вверх** – напрям відображення догори;
- **Вниз** – напрям відображення донизу;
- **Вправо** – напрям відображення вправо;
- **Влево** – напрям відображення вліво.

2.1. Додаткові елементи екранів

2.1.1. Елемент Функциональная кнопка

Елемент **Функциональная кнопка** призначений для постановки у відповідність 8 керуючим кнопкам та 12 цифровим і функціональним кнопкам ИП320 відповідних дій (див. рис. 9.12).

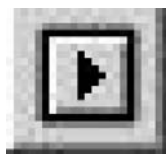


Рис. 9.12. Елемент **Функциональная кнопка**

Поле **Атрибуты функциональной кнопки-Координаты-X** дозволяє задати значення горизонтальної координати елемента **Функциональная кнопка** відносно лівого верхнього кута поточного екрана.

Поле **Атрибуты функциональной кнопки-Координаты-Y** дозволяє задати значення вертикальної координати елемента **Функциональная кнопка** відносно лівого верхнього кута поточного екрана.

Список **Атрибуты функциональной кнопки-Функция** дозволяє задати значення, яке буде відповідати одній з 8 керуючих кнопок або 12 цифрових і функціональних кнопок як:

- **ESC** – керуюча кнопка ;
- **ALM** – керуюча кнопка ;
- **Вниз** – керуюча кнопка ;
- **Вверх** – керуюча кнопка ;
- **Влево** – керуюча кнопка ;
- **Вправо** – керуюча кнопка ;

- **SET** – керуюча кнопка ;
- **ENT** – керуюча кнопка ;
- **CLR** – функціональна кнопка ;
- **+/-** – функціональна кнопка ;
- **0...9** – цифрові кнопки  ... .

Прапорець **Атрибути функціональної кнопки-Функция-Рука** дозволяє або забороняє біля відображення безпосередньо елемента **Функциональная кнопка** додатково відображати символ “рука” (тільки коли прапорець **Атрибути линейки-Функция** елемента-Скрытый дозволяє відображення безпосередньо елемента **Функциональная кнопка**).

Прапорець **Атрибути функціональної кнопки-Функция-Скрытый** дозволяє або забороняє відображення безпосередньо елемента **Функциональная кнопка** (елемент **Функциональная кнопка** при цьому в будь-якому випадку функціонує).

Прапорець **Атрибути функціональної кнопки-Функция-Пароль** дозволяє або забороняє введення пароля при доступі до відповідних керуючих кнопок або цифрових і функціональних кнопок.

Група залежних кнопок **Атрибути функціональної кнопки-Функция** дозволяє задати функціональне призначення елемента **Функциональная кнопка** як:

- **Бит** – елемент **Функциональная кнопка** дозволяє встановлювати або скидати певні біти ПЛК (або іншого аналогічного обладнання);
- **Переход** – елемент **Функциональная кнопка** дозволяє переходити між екранами ИП320;
- **Регистр** – елемент **Функциональная кнопка** дозволяє задавати значення певних регістрів ПЛК (або іншого аналогічного обладнання).

Прапорець **Атрибути функціональної кнопки-Вид-Крупно** дозволяє або забороняє збільшувати в 2 рази розмір шрифту елемента **Функциональная кнопка**.

Прапорець **Атрибути функціональної кнопки-Вид-Инверс.** дозволяє або забороняє інверсію кольорів шрифту і фону елемента **Функциональная кнопка**.

Поле **Атрибути функціональної кнопки-Бит** елемента-Адрес ПЛК дозволяє задати адресу ПЛК, в який будуть передаватися дані (тільки коли ИП320 знаходиться в режимі роботи “ведучого” (master) пристрою **Modbus RTU Master**).

Список **Атрибути функціональної кнопки-Бит** елемента-Бит дозволяє задати функцію ПЛК, яка буде використовуватися для передачі даних в ПЛК:

- **5x** – функція 05 (05_{16}) Write Single Coil;

- **Fx** – функція 0F ($0F_{16}$) Write Multiple Coils (тільки коли ИП320 знаходиться в режимі роботи “ведучого” (master) пристрою **Modbus RTU Master**).

Поле **Атрибути функциональной кнопки-Бит элемента-Бит** дозволяє задати біт ПЛК, в який будуть передаватися дані.

Група залежних кнопок **Атрибути функциональной кнопки-Бит элемента** дозволяє задати дію, яка буде виконуватися при передачі даних в ПЛК як:

- **Уст. “1”** – біт встановлюється в лог. 1;

- **Уст. “0”** – біт скидається в лог. 0;

- **Инверс** – стан біта змінюється на протилежний;

- **Нажатие** – при натисканні елемента **Функциональная кнопка** біт встановлюється в лог. 1, при відпусканні елемента **Функциональная кнопка** біт скидається в лог. 0.

Група залежних кнопок **Атрибути функциональной кнопки-Экран-Переход на** дозволяє задати перехід на певний екран як:

- **Экран** – перехід на екран з певним номером;

- **Экран пароля** – перехід на екран відкриття/закриття пароля;

- **Тревоги** – перехід на екран тривоги;

- **Дата/Время** – перехід на екран дати/часу.

Поле **Атрибути функциональной кнопки-Экран-Переход на** дозволяє задати номер екрана, на який буде виконано перехід (тільки коли група залежних кнопок **Атрибути функциональной кнопки-Экран-Переход на** утримує значення **Экран**).

Поле **Атрибути функциональной кнопки-Регистр элемента-Адрес ПЛК** дозволяє задати адресу ПЛК, в який будуть передаватися дані (тільки коли ИП320 знаходиться в режимі роботи “ведучого” (master) пристрою **Modbus RTU Master**).

Список **Атрибути функциональной кнопки-Регистр элемента-Бит** дозволяє задати функцію ПЛК, яка буде використовуватися для передачі даних в ПЛК:

- **06x** – функція 06 (06_{16}) Write Single Register;

- **10x** – функція 10 (10_{16}) Write Multiple Registers (тільки коли ИП320 знаходиться в режимі роботи “ведучого” (master) пристрою **Modbus RTU Master**).

Поле **Атрибути функциональной кнопки-Регистр элемента-Регистр** дозволяє задати номер регістра (єдиного або першого з двох), який буде використовуватися для передачі даних в ПЛК або в ИП320.

Поле **Атрибути функциональной кнопки-Регистр элемента-Кол-во** дозволяє задати кількість регістрів (1 або 2), які будуть використовуватися для передачі даних в ПЛК або в ИП320.

Поле **Атрибути функциональной кнопки-Регистр элемента-Значение** дозволяє задати значення, яке буде використовуватися для передачі даних в ПЛК або в ИП320.

2.1.2. Елемент График

Елемент **График** призначений для відображення значень технологічних параметрів, які повільно змінюються і можуть бути описані аналоговими величинами (наприклад, температура, тиск, рівень, витрата, переміщення, концентрація тощо) за певний період часу (див. рис. 9.13).

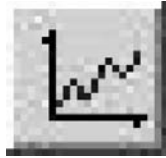


Рис. 9.13. Елемент **График**

Поле **Атрибути графика-Координаты-X** дозволяє задати значення горизонтальної координати елемента **График** відносно лівого верхнього кута поточного екрана.

Поле **Атрибути графика-Координаты-Y** дозволяє задати значення вертикальної координати елемента **График** відносно лівого верхнього кута поточного екрана.

Поле **Атрибути графика-Регистр элемента-Адрес ПЛК** дозволяє задати адресу ПЛК, з якого будуть прийматися дані (тільки коли ИП320 знаходиться в режимі роботи “ведучого” (master) пристрою **Modbus RTU Master**).

Список **Атрибути графика-Регистр элемента-Регистр** дозволяє задати функцію ПЛК або ИП320, яка буде використовуватися для отримання даних з ПЛК або з ИП320:

- **3x** – функція 03 (03_{16}) Read Holding Registers;
- **4x** – функція 04 (04_{16}) Read Input Registers.

Поле **Атрибути графика-Регистр элемента-Регистр** дозволяє задати номер регістра (єдиного або першого з двох), який буде використовуватися для отримання даних з ПЛК або з ИП320.

Поле **Атрибути графика-Регистр элемента-Кол-во** дозволяє задати кількість регістрів (1 або 2), які будуть використовуватися для отримання даних з ПЛК або з ИП320.

Прапорець **Атрибути графика-Регистр элемента-FLOAT** дозволяє або забороняє інтерпретацію значення регістрів (1 або 2), які задаються полем **Атрибути графика-Регистр элемента-Регистр**, як числа з плаваючою точкою.

Група залежних кнопок **Атрибути графика-Регистр элемента-Режим** дозволяє задати інтерпретацію значення регістрів (1 або 2), які задаються полем **Атрибути графика-Регистр элемента-Регистр** як:

- **HEX/BCD** – значення в шістнадцятковій системі числення;
- **DEC** – значення в десятковій системі числення.

Прапорець **Атрибути графика-Регистр элемента-INT** дозволяє або забороняє інтерпретацію значення регістрів (1 або 2), які задаються полем **Атрибути графика-Регистр элемента-Регистр** як числа із знаком (тільки коли група залежних кнопок **Атрибути графика-Регистр элемента-Режим** утримує значення **DEC**).

Поле **Атрибути графика-Размер-Х** дозволяє задати значення горизонтального розміру елемента **График** відносно лівого верхнього кута поточного екрана.

Поле **Атрибути графика-Размер-У** дозволяє задати значення вертикального розміру елемента **График** відносно лівого верхнього кута поточного екрана.

Поле **Атрибути графика-Отображение-Макс. знач.** дозволяє задати значення, яке буде відповідати 100 % значення технологічних параметрів, які можуть бути описані аналоговими величинами (наприклад, температура, тиск, рівень, витрата тощо).

Поле **Атрибути графика-Отображение-Мин. знач.** дозволяє задати значення, яке буде відповідати 0 % значення технологічних параметрів, які можуть бути описані аналоговими величинами (наприклад, температура, тиск, рівень, витрата тощо).

Поле **Атрибути графика-Отображение-Число точек** дозволяє задати кількість точок елемента **График**.

Поле **Атрибути графика-Отображение-Интервал** дозволяє задати період часу між двома послідовними отриманнями даних з ПЛК або з ИП320.

2.1.3. Елемент Регистры ASCII-текста

Елемент **Регистры ASCII-текста** призначений для отримання доступу до регістрів ПЛК (або іншого аналогічного обладнання), які утримують ASCII-символи і можуть підтримувати обмін даним з ИП320 по протоколу Modbus RTU (див. рис. 9.14).



Рис. 9.14. Елемент Регистры ASCII-текста

Поле **Атрибути регистров ASCII-текста-Координаты-Х** дозволяє задати значення горизонтальної координати елемента **Регистры ASCII-текста** відносно лівого верхнього кута поточного екрана.

Поле **Атрибути регистров ASCII-текста-Координаты-У** дозволяє задати значення вертикальної координати елемента **Регистры ASCII-текста** відносно лівого верхнього кута поточного екрана.

Поле **Атрибути регистров ASCII-текста-Регистр элемента-Адрес ПЛК** дозволяє задати адресу ПЛК, з якого будуть прийматися дані (тільки коли ИП320 знаходиться в режимі роботи “ведучого” (master) пристрою **Modbus RTU Master**).

Список **Атрибути регистров ASCII-текста-Регистр элемента-Регистр** дозволяє задати функцію ПЛК або ИП320, яка буде використовуватися для отримання даних з ПЛК або з ИП320:

- **3x** – функція 03 (03_{16}) Read Holding Registers;
- **4x** – функція 04 (04_{16}) Read Input Registers.

Поле **Атрибути регистров ASCII-текста-Регистр** елемента-Регистр дозволяє задати номер першого регістра, який буде використовуватися для отримання даних з ПЛК або з ИП320.

Поле **Атрибути регистров ASCII-текста-Регистр** елемента-Кол-во дозволяє задати кількість регістрів (1, 2 або більше), які будуть використовуватися для отримання даних з ПЛК або з ИП320.

Прапорець **Атрибути регистров ASCII-текста-Вид-Крупно** дозволяє або забороняє збільшувати в 2 рази розмір шрифту елемента **Регистры ASCII-текста**.

Прапорець **Атрибути регистров ASCII-текста-Вид-Инверс.** дозволяє або забороняє інверсію кольорів шрифту і фону елемента **Регистры ASCII-текста**.

Поле **Атрибути регистров ASCII-текста-Отображение-Символов** дозволяє задати кількість ASCII-символів, які буде відображати елемент **Регистры ASCII-текста**.

3. Приклад роботи з ИП320

3.1. Ознайомлення з характеристиками ИП320

1. Ознайомитися з характеристиками ИП320.

В протокол занести (можна скорочено):

- основні технічні характеристики ИП320.

2. Ознайомитися з прикладним програмним забезпеченням для роботи з ИП320 (зокрема, з програмою “Конфигуратор ИП320”, розробленою ТОВ “ВО ОВЕН”).

В протокол занести (можна скорочено):

- відомості про те, як можна створювати, відкривати, зберігати, завантажувати і налаштовувати проекти;

- відомості про те, як можна налаштувати режими роботи ИП320;

- відомості про те, як можна налаштувати режими роботи СОМ-порту;

- відомості про те, як можна створювати, видаляти і редагувати екрани а також змінювати їх атрибути;

- відомості про те, як можна налаштувати список тривоги.

2. З'ясувати, яким чином ИП320 можна підключити до електричної мережі.

3. З'ясувати, яким чином можна підключитися до ИП320 по комунікаційному інтерфейсу RS-232.

В протокол занести: схему електричну підключення до ИП320 по комунікаційному інтерфейсу RS-232.

4. З'ясувати, яким чином можна підключитися до ИП320 по комунікаційному інтерфейсу RS-485.

В протокол занести: схему електричну підключення до ИП320 по комунікаційному інтерфейсу RS-485.

5. З'ясувати склад типової схеми побудови системи автоматичного керування із застосуванням ИП320.

В протокол занести: типову схему побудови системи автоматичного ке-

рування із застосуванням ИП320.

3.2. Налаштування режимів роботи ИП320

1. Підключити ИП320 до персонального комп'ютера і до силової електричної мережі (режим програмування) відповідно до схеми підключення (див. рис. 9.15). Перевірити надійність такого підключення.

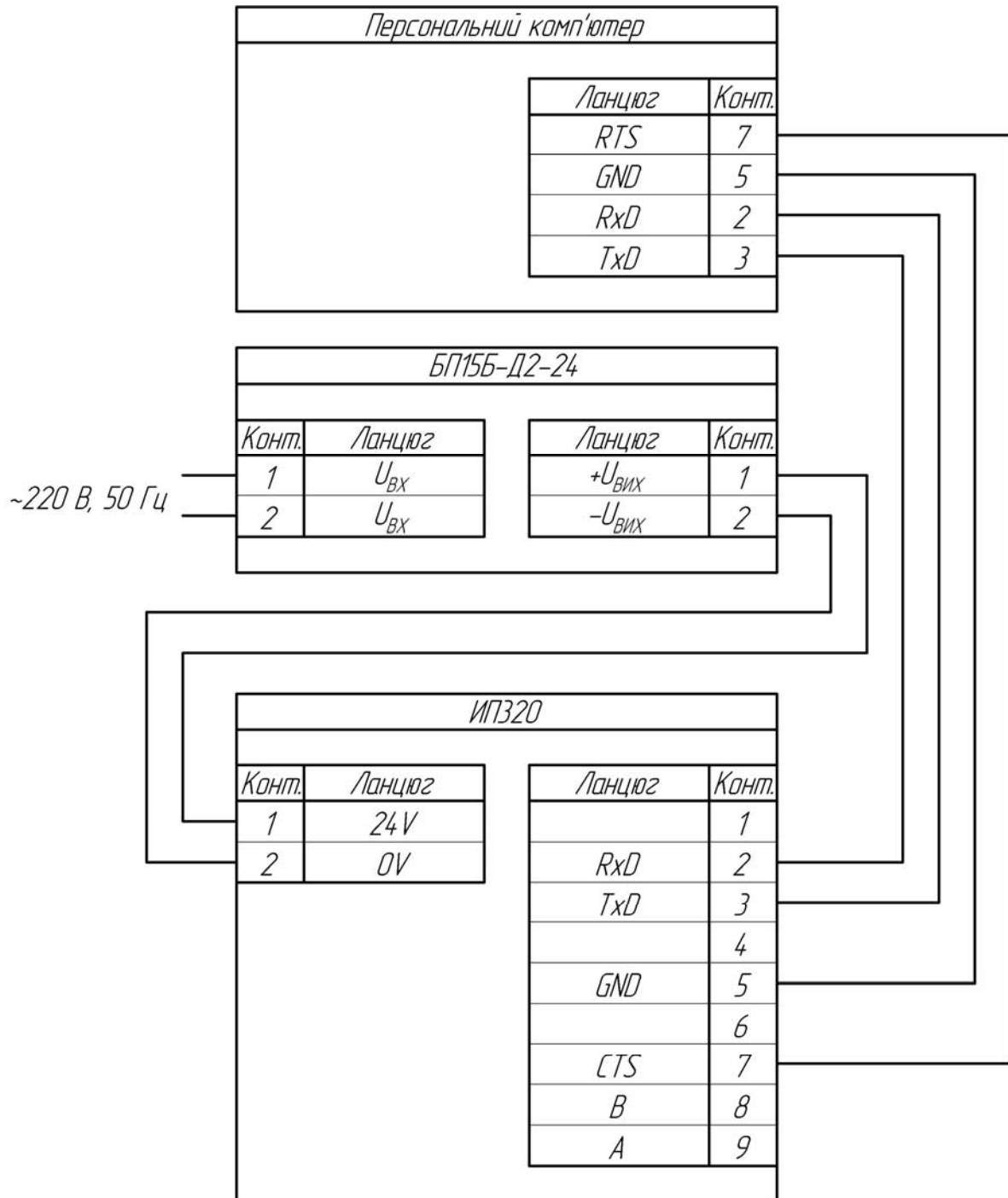


Рис. 9.15. Схема підключення ИП320 до персонального комп'ютера і до силової електричної мережі (режим програмування)

2. Запустити на персональному комп'ютері програму “Конфігуратор ИП320”, розроблену ТОВ “ВО ОВЕН”.

3. Виконати команду “Файл–Новий проект”, створивши таким чином ек-

ран №1.

4. Виконати команду “Файл–Настройки Modbus...” і у вікні “Настройки Modbus” обрати для параметра “Режим работы панели” значення “Modbus RTU Slave”.

5. Виконати команду “Файл–Настройки Modbus...” і у вікні “Настройки Modbus” обрати для параметра “Адрес панели” значення “20”.

6. У вікні “Настройки Modbus” натиснути кнопку “Настройки...” і у вікні “Настройки параметров соединения” обрати для параметра “Скорость, бит/с” значення “115200”.

7. У вікні “Настройки Modbus” натиснути кнопку “Настройки...” і у вікні “Настройки параметров соединения” обрати для параметра “Бит данных” значення “8 бит”.

8. У вікні “Настройки Modbus” натиснути кнопку “Настройки...” і у вікні “Настройки параметров соединения” обрати для параметра “Стоп бит” значення “2 бита”.

9. У вікні “Настройки Modbus” натиснути кнопку “Настройки...” і у вікні “Настройки параметров соединения” обрати для параметра “Контроль чётности” значення “Отсутствует”.

10. Виконати команду “Файл–СОМ-порт...” і у вікні “Выбор СОМ-порта” обрати для параметра “СОМ-порт...” потрібне значення (наприклад, це може бути “СОМ2”).

11. Задати для екрана №1 назву “Екран №1”.

12. Перенести на екран №1 елемент **Текст** (див. рис. 9.4). Задати для параметрів “Координаты–Х”, “Координаты–У”, “Вид–Крупно”, “Вид–Инверс.” і “Текст–Текст” елемента **Текст** довільні значення.

13. Створити екран №2 і задати для нього назву “Екран №2”.

14. Перенести на екран №2 елемент **Графический текст** (див. рис. 9.5). Задати для параметрів “Координаты–Х”, “Координаты–У”, “Вид–Инверс.”, “Вид–Шрифт...” і “Текст–Текст” елемента **Графический текст** довільні значення.

15. Створити екран №3 і задати для нього назву “Екран №3”.

16. Перенести на екран №3 елемент **Динамический текст** (див. рис. 9.6). Задати для параметрів “Координаты–Х”, “Координаты–У”, “Вид–Крупно”, “Вид–Инверс.” і “Отображение–Отображаемый текст” елемента **Динамический текст** довільні значення; задати для параметра “Регистр элемента–Регистр” елемента **Динамический текст** значення “3”.

17. Створити екран №4 і задати для нього назву “Екран №4”.

18. Перенести на екран №4 елемент **Динамический графический текст** (див. рис. 9.7). Задати для параметрів “Координаты–Х”, “Координаты–У”, “Вид–Инверс.”, “Вид–Шрифт...” і “Отображение–Отображаемый текст” елемента **Динамический графический текст** довільні значення; задати для параметра “Регистр элемента–Регистр” елемента **Динамический графический текст** значення “4”.

19. Створити екран №5 і задати для нього назву “Екран №5”.

20. Перенести на екран №5 елемент **Индикатор** (див. рис. 9.8). Задати для

параметрів “Координаты–Х”, “Координаты–У”, “Вид–Крупно” і “Отображение–Тип” елемента **Индикатор** довільні значення; обрати довільно параметр “Отображение–Позитив/Негатив” елемента **Индикатор**; задати для параметра “Бит елемента–Бит” елемента **Индикатор** значення “80”.

21. Створити екран №6 і задати для нього назву “Екран №6”.

22. Перенести на екран №6 елемент **Картинка** (див. рис. 9.9). Завантажити довільний рисунок відповідних розмірів; задати для параметра “Координаты–Х”, “Координаты–У” елемента **Картинка** довільні значення.

23. Створити екран №7 і задати для нього назву “Екран №7”.

24. Перенести на екран №7 елемент **Регистр** (див. рис. 9.10).

Задати для параметрів “Координаты–Х”, “Координаты–У”, “Вид–Крупно”, “Вид–Инверс.”, “Отображение–Разряды” і “Отображение–Дробные” елемента **Регистр** довільні значення; задати для параметра “Регистр елемента–Регистр” елемента **Регистр** значення “7”; задати для параметра “Регистр елемента–Кол-во” елемента **Регистр** значення “1”.

25. Створити екран №8 і задати для нього назву “Екран №8”.

26. Перенести на екран №8 елемент **Линейка** (див. рис. 9.11). Задати для параметрів “Координаты–Х”, “Координаты–У”, “Размер–Х” і “Размер–У” елемента **Линейка** довільні значення; задати для параметра “Отображение–Макс. знач.” елемента **Линейка** значення “1000”; задати для параметра “Отображение–Мин. знач.” елемента **Линейка** значення “0”; задати для параметра “Отображение–Направ.” елемента **Линейка** значення “Вправо”; задати для параметра “Регистр елемента–Регистр” елемента **Линейка** значення “8”; задати для параметра “Регистр елемента–Кол-во” елемента **Линейка** значення “1”.

27. Створити екран №9 і задати для нього назву “Екран №9”.

28. Перенести на екран №9 елемент **Функциональная кнопка** (див. рис. 9.12). Задати для параметрів “Координаты–Х”, “Координаты–У”, “Вид–Крупно”, “Вид–Инверс.” елемента **Функциональная кнопка** довільні значення; задати для параметра “Функция–Кнопка” елемента **Функциональная кнопка** значення “CLR”; обрати параметр “Функция–Регистр” елемента **Функциональная кнопка**; задати для параметра “Регистр елемента–Регистр” елемента **Функциональная кнопка** значення “9”; задати для параметра “Регистр елемента–Кол-во” елемента **Функциональная кнопка** значення “1”; задати для параметра “Регистр елемента–Значение” елемента **Функциональная кнопка** значення “1”.

29. Створити екран №10 і задати для нього назву “Екран №10”.

30. Перенести на екран №10 елемент **График** (див. рис. 9.13). Задати для параметрів “Координаты–Х”, “Координаты–У”, “Размер–Х”, “Размер–У” елемента **График** довільні значення; задати для параметра “Отображение–Макс. знач.” елемента **График** значення “1000”; задати для параметра “Отображение–Мин. знач.” елемента **График** значення “0”; задати для параметра “Отображение–Число точек” елемента **График** значення “50”; задати для параметра “Отображение–Интервал” елемента **График** значення “5”; задати для параметра “Регистр елемента–Регистр” елемента **График** значення “10”; задати для параметра “Регистр елемента–Кол-во” елемента **График** значення “2”.

31. Створити екран №11 і задати для нього назву “Екран №11”.

32. Перенести на екран №11 елемент **Регистры ASCII-текста** (див. рис. 9.14). Задати для параметрів “Координаты–X”, “Координаты–Y”, “Вид–Крупно”, “Вид–Инверс.” елемента **Регистры ASCII-текста** довільні значення; задати для параметра “Отображение–Символов” елемента **Регистры ASCII-текста** значення “10”; задати для параметра “Регистр элемента–Регистр” елемента **Регистры ASCII-текста** значення “11”; задати для параметра “Регистр элемента–Кол-во” елемента **Регистры ASCII-текста** значення “2”.

33. Звантажити проект в ИП320.

34. Вийти з програми “Конфигуратор ИП320”.

3.3. Налаштування режимів роботи SCADA-системи InSAT Master-SCADA

1. Запустити і налагодити на персональному комп’ютері SCADA-систему MasterSCADA (яка дозволяє відображати в текстовому і графічному вигляді весь хід протікання технологічного процесу).

2. В дереві системи для вузла “Система” необхідно створити вузол “Комп’ютер” і перейменувати його в “Комп’ютерно-інтегрована система керування”.

3. В дереві об’єктів вузол “Объект” необхідно перейменувати в “Технологічний процес”.

4. В дереві об’єктів для вузла “Технологічний процес” необхідно створити вузол “Объект” і перейменувати його в “Технологічна операція”.

5. В дереві об’єктів для вузла “Технологічний процес” на вкладці “Общие” необхідно обрати елемент “Компьютер” і задати для нього значення “Комп’ютерно-інтегрована система керування”.

6. В дереві об’єктів для вузла “Технологічна операція” на вкладці “Общие” необхідно обрати елемент “Компьютер” і задати для нього значення “Комп’ютерно-інтегрована система керування”.

7. В дереві системи для вузла “Комп’ютерно-інтегрована система керування” необхідно створити вузол “MasterLink”.

8. В дереві системи для вузла обраного COM-порту, який створюється автоматично з вузлом “MasterLink” (наприклад, це може бути “COM2”), на вкладці “Настройки” необхідно обрати елемент “Интерфейс” і задати для нього значення “RS485”.

9. В дереві системи для вузла обраного COM-порту, який створюється автоматично з вузлом “MasterLink” (наприклад, це може бути “COM2”), на вкладці “Настройки” необхідно обрати елемент “Протокол” і задати для нього значення “Modbus RTU”.

10. В дереві системи для вузла обраного COM-порту, який створюється автоматично з вузлом “MasterLink” (наприклад, це може бути “COM2”), на вкладці “Настройки” необхідно обрати елемент “Параметры интерфейса” і для параметра “Скорость” задати значення “115200”.

11. В дереві системи для вузла обраного COM-порту (наприклад, це може бути “COM2”) необхідно створити вузол “Устройство ModBus” і перейменува-

ти його в “ИП320”.

12. В дереві системи для вузла “ИП320” на вкладці “Свойства” необхідно обрати елемент “Адрес устройства” і задати для нього значення “20”.

13. В дереві системи для вузла “ИП320” необхідно створити вузол “Регистр Чтение” і перейменувати його в “Читання з ИП320 (регістр)”.

14. В дереві системи для вузла “ИП320” необхідно створити вузол “Регистр Запись” і перейменувати його в “Запис в ИП320 (регістр)”.

15. В дереві системи для вузла “ИП320” необхідно створити вузол “Флаг Чтение” і перейменувати його в “Читання з ИП320 (біт)”.

16. В дереві системи для вузла “ИП320” необхідно створити вузол “Флаг Запись” і перейменувати його в “Запис в ИП320 (біт)”.

17. В дереві об’єктів для вузла “Технологічна операція” необхідно створити вузол “Значение” і перейменувати його в “Технологічний параметр (регістр) (читання)”.

18. В дереві об’єктів для вузла “Технологічна операція” необхідно створити вузол “Команда” і перейменувати його в “Технологічний параметр (регістр) (запис)”.

19. В дереві об’єктів для вузла “Технологічна операція” необхідно створити вузол “Значение” і перейменувати його в “Технологічний параметр (біт) (читання)”.

20. В дереві об’єктів для вузла “Технологічна операція” необхідно створити вузол “Команда” і перейменувати його в “Технологічний параметр (біт) (запис)”.

21. Зв’язати з елементом “Технологічний параметр (регістр) (читання)” дерева об’єктів елемент “Читання з ИП320 (регістр)” дерева системи.

22. Зв’язати з елементом “Технологічний параметр (регістр) (запис)” дерева об’єктів елемент “Запис в ИП320 (регістр)” дерева системи.

23. Зв’язати з елементом “Технологічний параметр (біт) (читання)” дерева об’єктів елемент “Читання з ИП320 (біт)” дерева системи.

24. Зв’язати з елементом “Технологічний параметр (біт) (запис)” дерева об’єктів елемент “Запис в ИП320 (біт)” дерева системи.

25. В дереві системи для вузла “Комп’ютерно-інтегрована система керування” на вкладці “Окна” необхідно обрати елемент “Стартовая мнемосхема” і перейти в режим її редагування (за необхідності налаштувати властивості стартової мнемосхеми).

26. Перенести з дерева об’єктів на стартову мнемосхему елемент “Технологічний параметр (регістр) (читання)” в вигляді “Значение”.

27. Перенести з дерева об’єктів на стартову мнемосхему елемент “Технологічний параметр (регістр) (запис)” в вигляді “Редактируемое значение”.

28. Перенести з дерева об’єктів на стартову мнемосхему елемент “Технологічний параметр (біт) (читання)” в вигляді “Значение”.

29. Перенести з дерева об’єктів на стартову мнемосхему елемент “Технологічний параметр (біт) (запис)” в вигляді “Редактируемое значение”.

3.4. Побудова за допомогою ИП320 каналу обміну даними з персональним комп'ютером

1. Підключити ИП320 до персонального комп'ютера і до силової електричної мережі (робочий режим) відповідно до схеми підключення (див. рис. 9.16 або рис. 9.17). Перевірити надійність такого підключення.

2. Запустити і налагодити на персональному комп'ютері SCADA-систему InSAT MasterSCADA (яка дозволяє відображати в текстовому і графічному вигляді весь хід протікання технологічного процесу).

3. Перемикнути ИП320 на екран №1.

4. Переглянути елемент **Текст** на екрані №1.

5. Перемикнути ИП320 на екран №2.

6. Переглянути елемент **Графический текст** на екрані №2.

7. Перемикнути ИП320 на екран №3.

8. В дереві об'єктів для елемента “Запис в ИП320 (регістр)” на вкладці “Свойства” необхідно для “Адрес ячейки” задати значення “3”.

9. Перейти в режим виконання “Рабочий”.

10. Задавати послідовно на стартовій мнемосхемі для елемента “Технологічний параметр (регістр) (запис)” значення “0”, “1”, “2” і так далі, переглядаючи при цьому елемент **Динамический текст** на екрані №3.

11. Вийти з режиму виконання “Рабочий”.

12. Перемикнути ИП320 на екран №4.

13. В дереві об'єктів для елемента “Запис в ИП320 (регістр)” на вкладці “Свойства” необхідно для “Адрес ячейки” задати значення “4”.

14. Перейти в режим виконання “Рабочий”.

15. Задавати послідовно на стартовій мнемосхемі для елемента “Технологічний параметр (регістр) (запис)” значення “0”, “1”, “2” і так далі, переглядаючи при цьому елемент **Динамический графический текст** на екрані №4.

16. Вийти з режиму виконання “Рабочий”.

17. Перемикнути ИП320 на екран №5.

18. В дереві об'єктів для елемента “Запис в ИП320 (біт)” на вкладці “Свойства” необхідно для “Адрес ячейки” задати значення “80”.

19. Перейти в режим виконання “Рабочий”.

20. Задавати послідовно на стартовій мнемосхемі для елемента “Технологічний параметр (біт) (запис)” значення “0” і “1”, переглядаючи при цьому елемент **Индикатор** на екрані №5.

21. Вийти з режиму виконання “Рабочий”.

22. Перемикнути ИП320 на екран №6.

23. Переглянути елемент **Картинка** на екрані №6.

24. Перемикнути ИП320 на екран №7.

25. В дереві об'єктів для елемента “Запис в ИП320 (регістр)” на вкладці “Свойства” необхідно для “Адрес ячейки” задати значення “7”.

26. Перейти в режим виконання “Рабочий”.

27. Задавати послідовно на стартовій мнемосхемі для елемента “Технологічний параметр (регістр) (запис)” значення “0”, “10”, “20” і так далі, переглядаючи при цьому елемент **Регистр** на екрані №7.

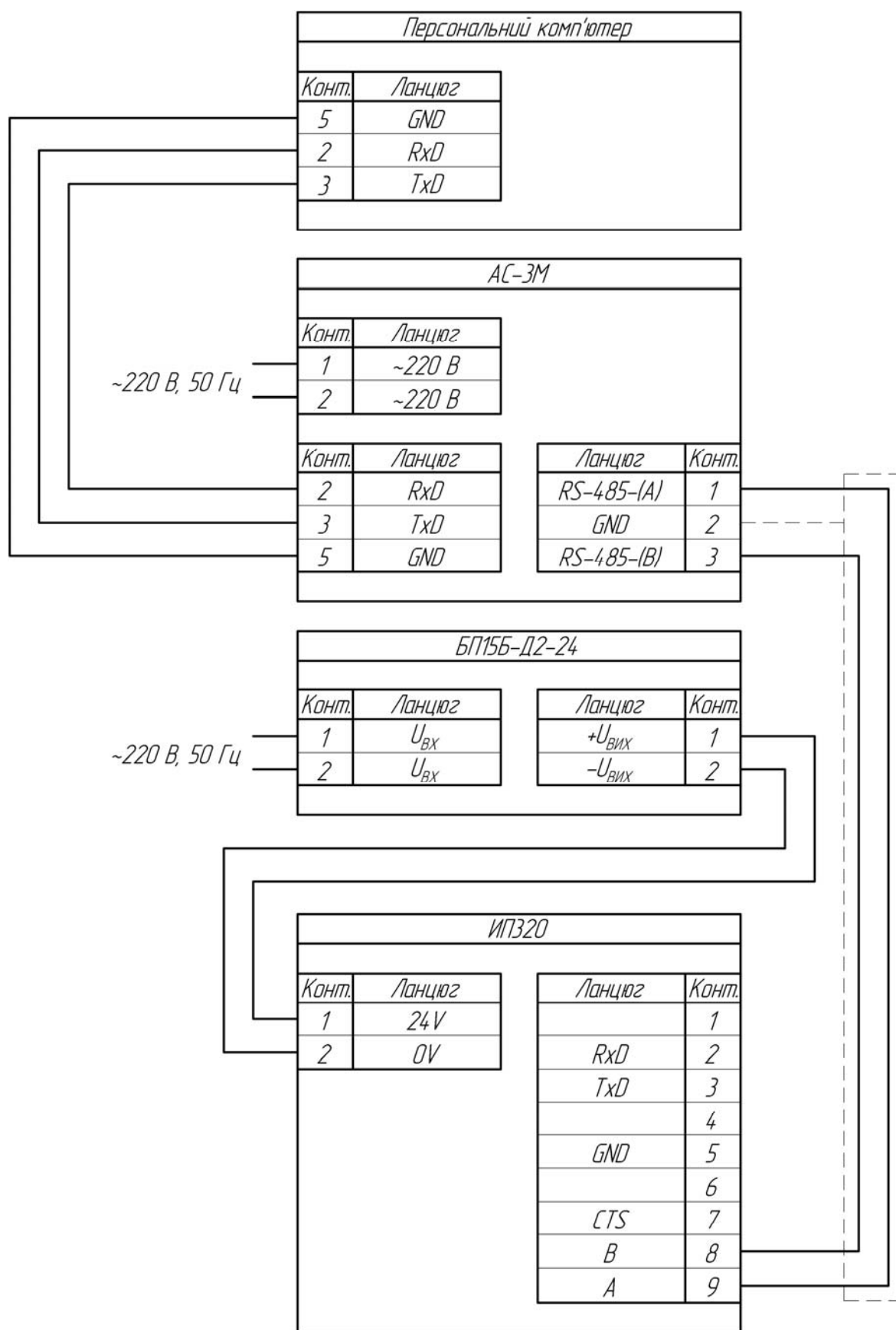


Рис. 9.16. Схема підключення ИП320 до персонального комп'ютера (за допомогою перетворювача інтерфейсів АС3-М) і до силової електричної мережі (робочий режим)

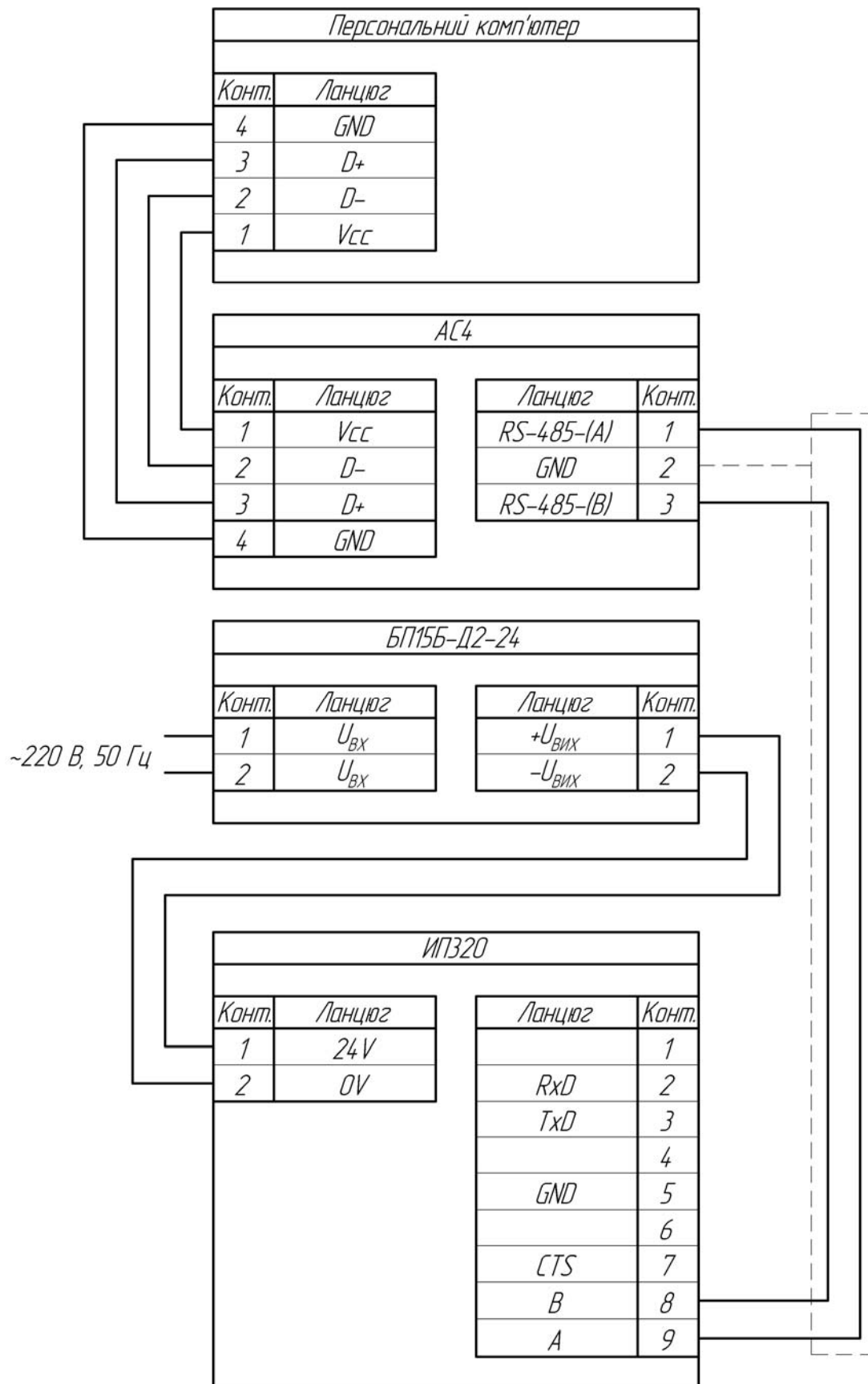


Рис. 9.17. Схема підключення ИП320 до персонального комп'ютера (за допомогою перетворювача інтерфейсів АС4) і до силової електричної мережі (робочий режим)

28. Вийти з режиму виконання “Рабочий”.
29. Перемикнути ИП320 на екран №8.
30. В дереві об’єктів для елемента “Запис в ИП320 (регістр)” на вкладці “Свойства” необхідно для “Адрес ячейки” задати значення “8”.
31. Перейти в режим виконання “Рабочий”.
32. Задавати послідовно на стартовій мнемосхемі для елемента “Технологічний параметр (регістр) (запис)” значення “0”, “50”, “100” і так далі, переглядаючи при цьому елемент **Линейка** на екрані №8.
33. Вийти з режиму виконання “Рабочий”.
34. Перемикнути ИП320 на екран №9.
35. В дереві об’єктів для елемента “Читання з ИП320 (регістр)” на вкладці “Свойства” необхідно для “Адрес ячейки” задати значення “9”.
36. Перейти в режим виконання “Рабочий”.
37. Послідовно натискати і відпускати на екрані №8 елемент **Функциональная кнопка**, переглядаючи при цьому елемент “Технологічний параметр (регістр) (читання)” на стартовій мнемосхемі.
38. Вийти з режиму виконання “Рабочий”.
39. Перемикнути ИП320 на екран №10.
40. В дереві об’єктів для елемента “Запис в ИП320 (регістр)” на вкладці “Свойства” необхідно для “Адрес ячейки” задати значення “10”.
41. Перейти в режим виконання “Рабочий”.
42. Задавати послідовно на стартовій мнемосхемі для елемента “Технологічний параметр (регістр) (запис)” довільні значення в діапазоні від 0 до 1000 (наприклад, це може бути “30”, “60”, “90” і так далі, переглядаючи при цьому елемент **График** на екрані №10.
43. Вийти з режиму виконання “Рабочий”.
44. Перемикнути ИП320 на екран №11.
45. В дереві об’єктів для елемента “Запис в ИП320 (регістр)” на вкладці “Свойства” необхідно для “Адрес ячейки” задати значення “11”.
46. Перейти в режим виконання “Рабочий”.
47. Задавати послідовно на стартовій мнемосхемі для елемента “Технологічний параметр (регістр) (запис)” значення “0”, “5”, “10” і так далі, переглядаючи при цьому елемент **Регистры ASCII-текста** на екрані №11.
48. Вийти з режиму виконання “Рабочий”.

4. Питання для самоперевірки

1. Які основні технічні характеристики має ИП320?
2. Які основні технічні характеристики комунікаційних інтерфейсів ИП320?
3. Яке основне призначення керуючих кнопок ИП320?
4. Яке основне призначення цифрових і функціональних кнопок ИП320?
5. Яким чином ИП320 можна підключити до електричної мережі?
6. Яким чином можна підключитися до ИП320 по комунікаційному інтерфейсу RS-232?
7. Яким чином можна підключитися до ИП320 по комунікаційному інте-

рфейсу RS-485?

8. Яким чином можна формувати екрани, які будуть відображатися на дисплеї ИП320 під час її роботи?

9. Яке основне призначення і характеристики базового елемента екрана **Текст**?

10. Навести приклади використання елемента **Текст**.

11. Яке основне призначення і характеристики базового елемента екрана **Графический текст**?

12. Навести приклади використання елемента **Графический текст**.

13. Яке основне призначення і характеристики базового елемента екрана **Динамический текст**?

14. Навести приклади використання елемента **Динамический текст**.

15. Яке основне призначення і характеристики базового елемента екрана **Динамический графический текст**?

16. Навести приклади використання елемента **Динамический графический текст**.

17. Яке основне призначення і характеристики базового елемента екрана **Индикатор**?

18. Навести приклади використання елемента **Индикатор**.

19. Яке основне призначення і характеристики базового елемента екрана **Картинка**?

20. Навести приклади використання елемента **Картинка**.

21. Яке основне призначення і характеристики базового елемента екрана **Регистр**?

22. Навести приклади використання елемента **Регистр**.

23. Яке основне призначення і характеристики базового елемента екрана **Линейка**?

24. Навести приклади використання елемента **Линейка**.

25. Яке основне призначення і характеристики додаткового елемента екрана **Функциональная кнопка**?

26. Навести приклади використання елемента **Функциональная кнопка**.

27. Яке основне призначення і характеристики додаткового елемента екрана **График**?

28. Навести приклади використання елемента **График**.

29. Яке основне призначення і характеристики додаткового елемента екрана **Регистры ASCII-текста**?

30. Навести приклади використання елемента **Регистры ASCII-текста**.

31. Яка типова схема побудови системи автоматичного керування із застосуванням ИП320?

5. Рекомендована література

1. Основна література [10–100].

2. Додаткова література [10д, 13д].

РОЗДІЛ №10.

МІКРОСИСТЕМА ЗБОРУ ДАНИХ З ІНТЕРФЕЙСОМ USB m-DAQ12/DAC

1. Мета опанування розділу

Метою опанування розділу є вивчення будови мікросистеми збору даних з інтерфейсом USB m-DAQ12/DAC виробництва HOLIT Data Systems Ltd. (Україна).

2. Необхідні теоретичні відомості

2.1. Призначення мікросистеми m-DAQ12/DAC

Мікросистема збору даних з інтерфейсом USB m-DAQ12/DAC виробництва HOLIT Data Systems Ltd. (Україна) (далі – m-DAQ12/DAC) призначена для уведення/виведення аналогових і дискретних сигналів. m-DAQ12/DAC може бути застосована як в складі мобільних вимірювальних комплексів, так і в лабораторних або промислових умовах експлуатації.

m-DAQ12/DAC є багатофункціональним вимірювальним модулем, який під'єднуються до персонального комп'ютера через інтерфейс USB (USB 2.0 HighSpeed). Підключення сигналів здійснюється через рознімач, який розташований на бічній стінці цього модуля.

2.2. Склад m-DAQ12/DAC

Склад m-DAQ12/DAC наведений в табл. 10.1.

Табл. 10.1. Склад m-DAQ12/DAC

№ з/п	Функція
1	2
1	12-ти розрядний аналогово-цифровий перетворювач (АЦП) з мультиплексуванням вхідних аналогових каналів
2	Порт уведення/виведення дискретних сигналів
3	16-розрядний лічильник
4	2-х каналний 12-ти розрядний цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП)

m-DAQ12/DAC дозволяють працювати:

- з 4-ма диференціальними каналами для уведення аналогових сигналів;
- з 8-ма каналами з аналоговою “землею” для уведення аналогових сигналів.

Кожний з вхідних аналогових каналів підключається до АЦП m-DAQ12/DAC через програмно керований підсилювач, який дозволяє задавати один з чотирьох діапазонів вимірювання напруги:

- діапазон $\pm 1,25$ В;

- діапазон $\pm 2,50$ В ;
- діапазон $\pm 5,00$ В ;
- діапазон $\pm 10,00$ В .

m-DAQ12/DAC забезпечує неперервний (синхронізований по вбудованому таймеру) збір даних на частотах дискретизації АЦП від 65 Гц до 100 кГц.

Цифрове введення/виведення здійснюється за допомогою 8-ми цифрових ліній, які можна налагоджувати індивідуально на введення або виведення і які сумісні з рівнями TTL.

На контактах зовнішнього рознімача m-DAQ12/DAC присутні напруги живлення для зовнішніх пристроїв +5 В, +15 В і –15 В.

Базова модель m-DAQ12/DAC виконана у вигляді модуля в компактному корпусі з АВС-пластика. Підключення до зовнішніх пристроїв в цій моделі здійснюється через рознімач DB-25.

ОЕМ-модель m-DAQ12/DAC виконана у вигляді окремої плати. Вона орієнтована на вбудовані застосування і потребує додаткового корпусу для захисту від навколишнього середовища. Підключення до зовнішніх пристроїв в цій моделі здійснюється через рознімач IDC-26.

Програмне забезпечення m-DAQ12/DAC утримує:

- драйвери для кількох версій операційної системи Windows;
- dll-бібліотеку;
- приклади роботи з dll-бібліотекою;
- lib-бібліотеку (для середовища програмування LabView);
- програму “Осцилограф-реєстратор”.

2.3. Апаратна частина m-DAQ12/DAC

m-DAQ12/DAC (див. рис. 10.1) утримує 8-м каналів аналогового введення від A_{IN0} до A_{IN7} . Діапазон входних напруг встановлюється програмно для кожного каналу і становить $\pm 1,25$ В, $\pm 2,50$ В, $\pm 5,00$ В або $\pm 10,00$ В.

Аналого-цифровий тракт містить:

- 8-канальний комутатор вибору опитуваного каналу;
- комутатор режиму підключення;
- інструментальний підсилювач із змінним коефіцієнтом посилення;
- безпосередньо 12-розрядний АЦП;
- буфер FIFO;
- автомат керування.

Зазначені складові аналого-цифрового тракту реалізовані на основі мікроконтролера.

Гарантоване максимальне значення частоти дискретизації в одноканальному режимі становить 150 кГц, в багатоканальному режимі – 100 кГц. Запуск АЦП здійснюється від вбудованого програмованого генератора, а початок процесу оцифровування може бути синхронізований із зовнішньою подією.

Аналоговий тракт АЦП виконує функції:

- комутації входних аналогових каналів;

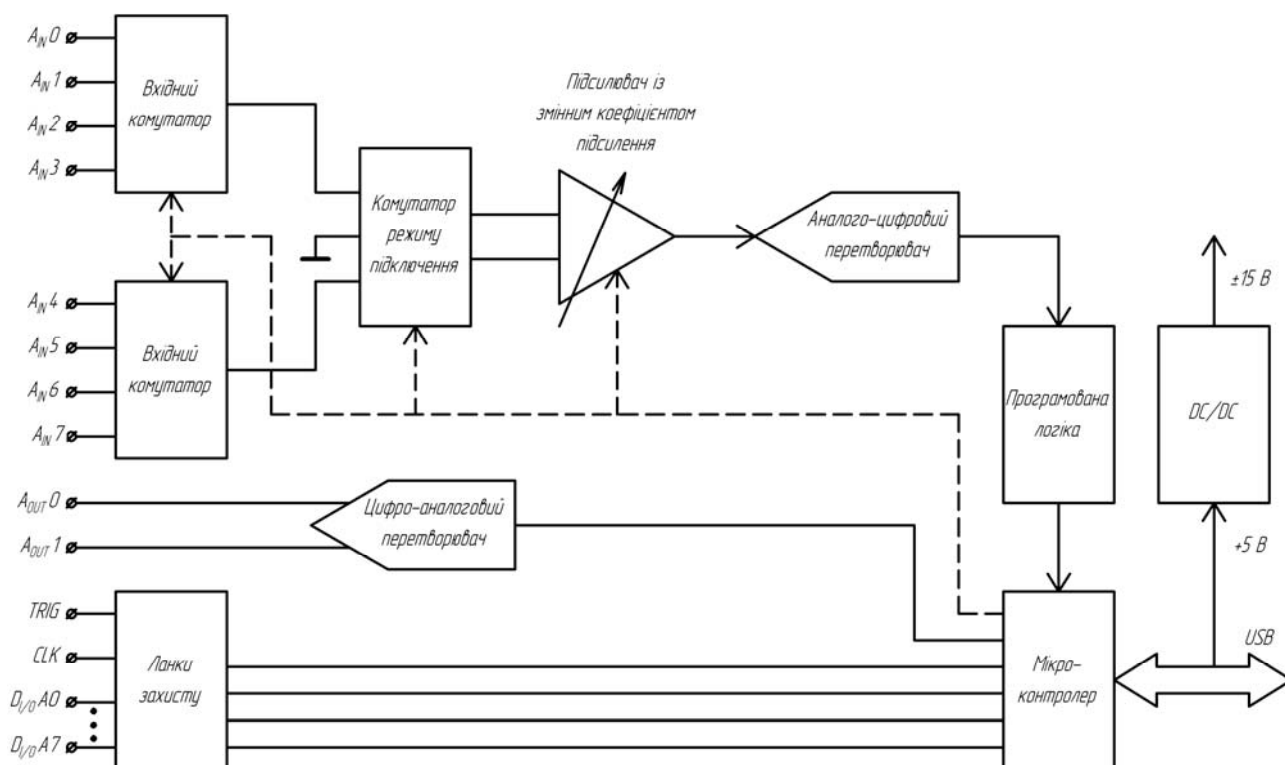


Рис. 10.1. Внутрішня будова m-DAQ12/DAC

- встановлення коефіцієнта посилення окремо для кожного з вхідних аналогових каналів.

Програмована вхідна комутація m-DAQ12/DAC дозволяє гнучко налаштувати її на потрібний режим роботи, який визначається способом підключення вхідних сигналів:

- диференціальний режим підключення – від 1 до 4 каналів;
- режим підключення відносно аналогової “землі” – від 1 до 8 каналів;
- внутрішнє з’єднання входу АЦП із аналоговою “землею”.

В першому режимі роботи m-DAQ12/DAC дозволяє опитати до 4-х диференціальних каналів. Оцифрований сигнал є різницю сигналів $A_{IN0} - A_{IN4}$, $A_{IN1} - A_{IN5}$, $A_{IN2} - A_{IN6}$ і $A_{IN3} - A_{IN7}$ відносно аналогової “землі” A_{GND} .

В другому режимі роботи m-DAQ12/DAC дозволяє опитати до 8-и каналів відносно аналогової “землі”. Оцифрований сигнал є сигналом A_{IN0} , A_{IN1} , A_{IN2} , A_{IN3} , A_{IN4} , A_{IN5} , A_{IN6} і A_{IN7} відносно аналогової “землі” A_{GND} .

В третьому режимі роботи m-DAQ12/DAC дозволяє подавати на вхід АЦП (через підсилювач із змінним коефіцієнтом підсилення) нульове значення напруги і вимірювати фактичне значення вхідної напруги, яка впливає на зсув “нуля” АЦП. В цьому режимі комутатор відключає вхідні сигнали всіх каналів.

Таким чином, встановлюючи необхідний режим підключення, кількість опитуваних вхідних каналів може бути гнучко задана в діапазоні від 1 до 8. Відповідно до кількості опитуваних вхідних каналів, частота вибірки АЦП розподіляється між опитуваними каналами відповідно до їх кількості і порядку (кратності) опитування.

Аналогове виведення реалізовано в m-DAQ12/DAC із використанням

двох незалежних каналів ЦАП, причому програмно можна встановити діапазон вихідних напруг $\pm 5,0\text{ В}$, $\pm 10,0\text{ В}$, $\pm 10,8\text{ В}$, $(0,0\dots+5,0)\text{ В}$, $(0,0\dots+10,0)\text{ В}$ і $(0,0\dots10,8)\text{ В}$. Струм навантаження кожного з каналів ЦАП при цьому не повинен перевищувати 5 мА .

Цифрове введення/виведення в m-DAQ12/DAC з рівнями, які сумісні з рівнями TTL, здійснюється за допомогою одного 8-бітового порту $D_{I/O}A0\dots D_{I/O}A7$, причому кожна лінія введення/виведення цього порту може бути налагоджена індивідуально або на введення, або на виведення. Лінія CLK є входом 16-розрядного таймера-лічильника зовнішніх подій, а лінія TRIG є входом для запуску оцифровки вхідних сигналів за допомогою аналого-цифрового тракту.

Кожна з ліній $D_{I/O}A0\dots D_{I/O}A7$, TRIG і CLK утримує як вбудований струмообмежувальний резистор опором 430 Ом , так і вбудований “підтягуючий” (до напруги $+5,0\text{ В}$) резистор опором 10 кОм .

Живлення аналогових ланцюгів m-DAQ12/DAC здійснюється напругою $\pm 15,0\text{ В}$ від вбудованого в цю мікросистему DC/DC перетворювача. Напруга $\pm 15,0\text{ В}$ виведена на вхідний рознімач m-DAQ12/DAC через самовідновлювані запобіжники і може бути використана для живлення зовнішніх слабкострумів пристроїв (наприклад, нормалізаторів сигналів від вимірювальних перетворювачів). На контактах вхідного рознімача m-DAQ12/DAC також присутня напруга $+5,0\text{ В}$ від інтерфейсу USB, яка виведена через плавкий запобіжник в інтегральному виконанні.

2.4. Функціональні можливості m-DAQ12/DAC

m-DAQ12/DAC, як єдиний комплекс апаратних і програмних засобів, має наступні функціональні можливості:

- забезпечення синхронного введення даних з одного або кількох аналогових входів в масив, заданий користувачем;
- забезпечення асинхронного/синхронного введення/виведення даних з використанням порту $D_{I/O}A0\dots D_{I/O}A7$;
- забезпечення асинхронного побітового зчитування/запису даних з використанням порту $D_{I/O}A0\dots D_{I/O}A7$;
- забезпечення підрахунку кількості імпульсів сигналу на вході CLK.

Функціональні можливості m-DAQ12/DAC реалізуються наступною системою команд:

- встановлення частоти дискретизації АЦП;
- встановлення номерів опитуваних каналів АЦП, режимів їх підключення і діапазонів вхідних напруг;
- однократне читання масиву даних з АЦП;
- неперервне читання масивів даних з АЦП;
- налаштування ліній порту введення/виведення дискретних сигналів;
- зчитування даних з порту введення/виведення дискретних сигналів;
- запис даних в порт введення/виведення дискретних сигналів;

- встановлення частоти зчитування/запису даних з/в порту/порт уведення/виведення дискретних сигналів;
- зчитування масиву даних з порту уведення/виведення дискретних сигналів;
- запис масиву даних в порт уведення/виведення дискретних сигналів;
- запуск лічильника зовнішніх подій;
- зупинка лічильника зовнішніх подій;
- зчитування результатів підрахунку лічильника зовнішніх подій;
- встановлення діапазонів вихідних напруг ЦАП;
- однократне виведення даних в ЦАП.

До персонального комп'ютера одночасно можна підключити не більше 16-ти m-DAQ12/DAC.

2.5. Технічні характеристики m-DAQ12/DAC

Загальні технічні характеристики m-DAQ12/DAC наведені в табл. 10.2.

Табл. 10.2. Загальні технічні характеристики m-DAQ12/DAC

№ з/п	Технічна характеристика	Значення
1	2	3
1	Напруга живлення	Від інтерфейсу USB
2	Струм споживання, не більше	250 мА
3	Робоча температура	Від +5 до +40 °С
4	Відносна вологість повітря	Від 5 до 90 % без конденсації вологи
5	Матеріал корпусу	Пластик АВС
6	Розміри	60 мм × 100 мм × 28 мм
7	Маса	0,35 кг

Технічні характеристики аналогових каналів АЦП m-DAQ12/DAC наведені в табл. 10.3.

Табл. 10.3. Технічні характеристики аналогових каналів АЦП m-DAQ12/DAC

№ з/п	Технічна характеристика	Значення
1	2	3
1	Кількість аналогових входів	4 диференціальних 8 відносно аналогової “землі”
2	Вхідний діапазон напруг	$\pm 1,25$ В, $\pm 2,50$ В, $\pm 5,00$ В і $\pm 10,00$ В
3	Максимальна вхідна напруга (при наявності живлення мікросистеми m-DAQ12/DAC)	$\pm 15,00$ В відносно аналогової “землі” A_{GND}

Продовження табл. 10.3.

1	2	3
4	Максимальна входна напруга (при відсутності живлення m-DAQ12/DAC)	$\pm 10,00$ В відносно аналогової “землі” A_{GND}
5	Розрядність АЦП	12 біт
6	Максимальна диференціальна нелінійність перетворення	$(-1,0 \dots +1,5)$ МЗР
7	Максимальна інтегральна нелінійність перетворення	$(-1,5 \dots +1,5)$ МЗР
8	Частота дискретизації в одноканальному режимі	65 Гц...100 кГц
9	Частота дискретизації в багатоканальному режимі	65 Гц...150 кГц
10	Затримка аналого-цифрового перетворення при зовнішньому запуску	12 мкс
11	Міжканальне проходження синусоїдального сигналу частотою 1 кГц в діапазоні напруг $\pm 10,0$ В і внутрішньому опорі джерела сигналу 50 Ом	98 дБ при частоті аналого-цифрового перетворення 10,0 кГц 93 дБ при частоті аналого-цифрового перетворення 100,0 кГц
12	Придушення синфазної складової при диференціальному підключенні	100 дБ для діапазонів напруг $\pm 1,25$ В і $\pm 2,50$ В 96 дБ для діапазону напруг $\pm 5,00$ В 92 дБ для діапазону напруг $\pm 10,00$ В

Технічні характеристики аналогових каналів ЦАП m-DAQ12/DAC наведені в табл. 10.4.

Табл. 10.4. Технічні характеристики аналогових каналів ЦАП m-DAQ12/DAC

№ з/п	Технічна характеристика	Значення
1	2	3
1	Кількість аналогових виходів	2
2	Вихідний діапазон напруг	$\pm 5,0$ В, $\pm 10,0$ В, $\pm 10,8$ В, (0,0...+5,0) В, (0,0...+10,0) В і (0,0...10,8) В
3	Розрядність ЦАП	12 біт

Продовження табл. 10.4.

1	2	3
4	Час встановлення вихідної напруги	10 мкс
5	Опір навантаження	Не менше 2 кОм
6	Максимальний струм навантаження	5 мА

Технічні характеристики дискретних каналів уведення/виведення m-DAQ12/DAC наведені в табл. 10.5.

Табл. 10.5. Технічні характеристики дискретних каналів уведення/виведення m-DAQ12/DAC

№ з/п	Технічна характеристика	Значення
1	2	3
1	Загальна кількість каналів уведення/виведення	8
2	Тип логіки	TTL (3,3 В)
3	Вхідний опір каналу (конфігурація “вхід”)	10,5 кОм
4	Вихідний опір каналу конфігурація “вихід”)	430 Ом
5	Частота синхронного уведення/виведення	50,0 кГц...5,0 МГц

Технічні характеристики каналів CLK, TRIG, +5 В, ± 15 В m-DAQ12/DAC наведені в табл. 10.6.

Табл. 10.6. Технічні характеристики каналів CLK, TRIG, +5 В, ± 15 В m-DAQ12/DAC

№ з/п	Технічна характеристика	Значення
1	2	3
1	Тип логіки каналів CLK і TRIG	TTL (3,3 В)
2	Напруга, струм, опір каналів CLK і TRIG	Аналогічно дискретним каналам уведення/виведення
3	Ємність лічильника подій	65535
4	Максимальний вихідний струм каналу +5 В	100 мА
5	Максимальний вихідний струм каналу ± 15 В	30 мА

2.6. Підключення джерел/приймачів сигналів до m-DAQ12/DAC

Підключення джерел/приймачів сигналів до m-DAQ12/DAC здійснюється за допомогою рознімача DB-25 (див. рис. 10.2).

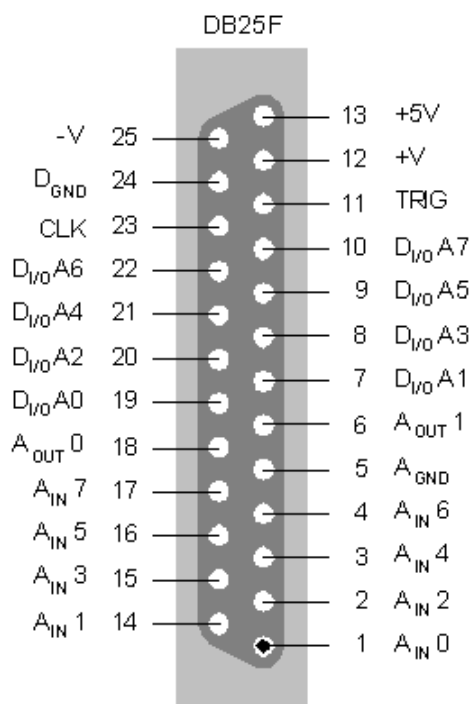


Рис. 10.2. Підключення джерел/приймачів сигналів до m-DAQ12/DAC за допомогою рознімача DB-25

Підключення сигналів і розпаювання рознімача DB-25 повинен здійснювати користувач m-DAQ12/DAC.

Зокрема, монтаж ланцюгів з підключенням джерел/приймачів сигналів (вимірювальних перетворювачів, нормуючих перетворювачів, датчиків, сенсорів тощо) до m-DAQ12/DAC повинен виконуватися фахівцем відповідної кваліфікації.

Якщо значення напруг і/або струмів при підключенні джерел/приймачів сигналів перевищують гранично допустимі значення, то це може привести до погіршення метрологічних параметрів m-DAQ12/DAC або до виходу з ладу цієї мікросистеми, персонального комп'ютера або іншого приєднаного обладнання.

Ланцюги аналогової “землі” A_{GND} і цифрової “землі” D_{GND} , виведені на контакти рознімача DB-25, зв’язані:

- між собою всередині m-DAQ12/DAC;
- із загальним проводом інтерфейсу USB;
- із корпусом персонального комп'ютера.

Таким чином, при підключенні m-DAQ12/DAC до зовнішніх ланцюгів слід пам'ятати, що правильним підключенням є таке підключення, яке не призводить до протікання наскрізних струмів по наступних ланцюгах:

- аналогова “земля” A_{GND} – цифрова “земля” D_{GND} ;
- цифрова “земля” D_{GND} – корпус персонального комп'ютера;
- аналогова “земля” A_{GND} – цифрова “земля” D_{GND} – корпус персональ-

ного комп'ютера.

Наявність вищевказаних струмів може:

- погіршити співвідношення сигнал/шум в аналогових каналах m-DAQ12/DAC;
- викликати нестійку роботу інтерфейсу USB;
- викликати (при наскрізному струмі більше 200 мА) несправність інтерфейсу USB m-DAQ12/DAC і/або персонального комп'ютера (якщо таких наскрізних струмів при використанні m-DAQ12/DAC уникнути неможливо, то необхідно вживати заходи для мінімізації цих струмів і для придушення їх високочастотної складової).

Підключення джерел сигналів до m-DAQ12/DAC в режимі 4-х диференціальних каналів показано на рис. 10.3.

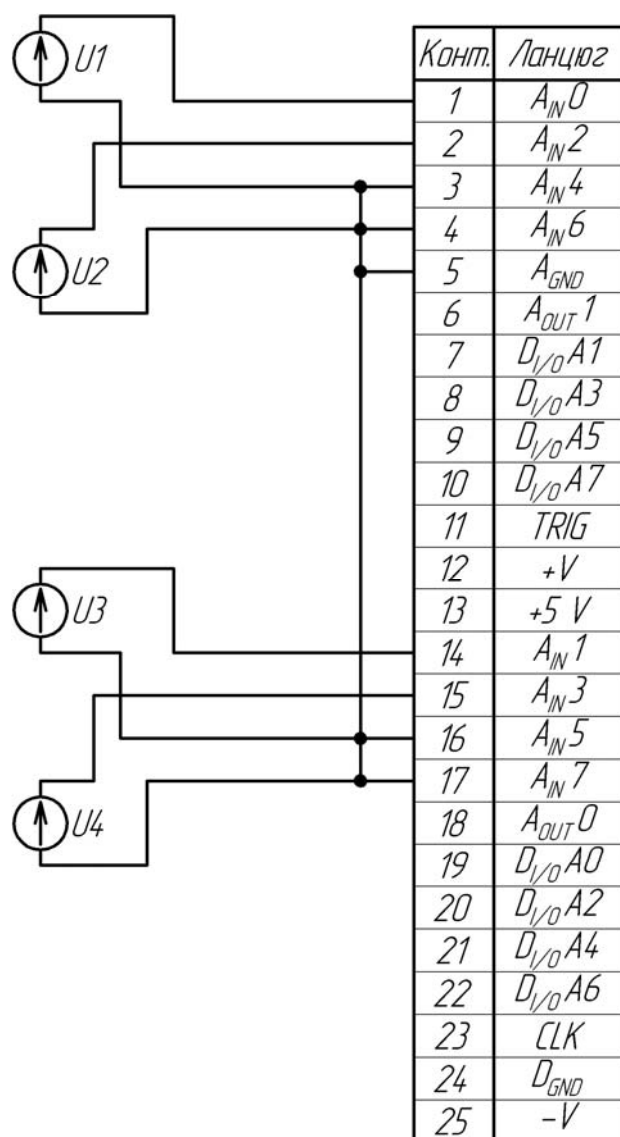


Рис. 10.3. Підключення джерел сигналів до m-DAQ12/DAC в режимі 4-х диференціальних каналів

Підключення джерел сигналів до m-DAQ12/DAC в режимі 8-ми каналів відносно аналогової “землі” показано на рис. 10.4.

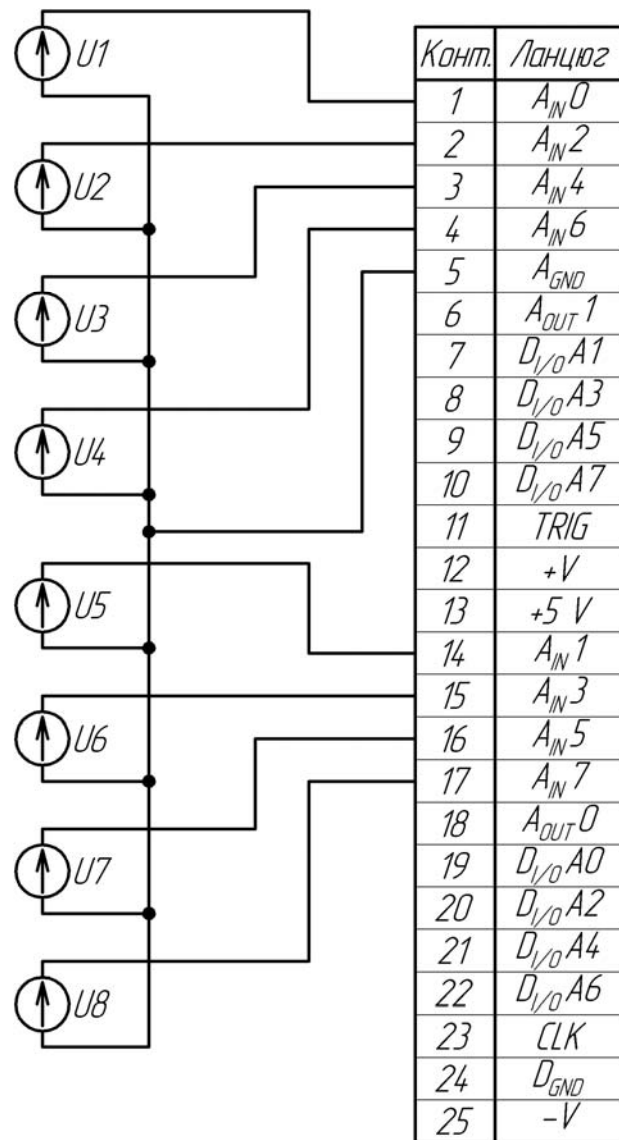


Рис. 10.4. Підключення джерел сигналів до m-DAQ12/DAC в режимі 8-ми каналів відносно аналогової “землі”

Підключення приймачів сигналів невеликої потужності до m-DAQ12/DAC в показано на рис. 10.5.

Підключення приймачів сигналів великої потужності до m-DAQ12/DAC в показано на рис. 10.6.

При диференціальному підключенні джерел сигналів вимірюється різниця напруг між двома входами $A_{IN}0 - A_{IN}4$, $A_{IN}1 - A_{IN}5$, $A_{IN}2 - A_{IN}6$ і $A_{IN}3 - A_{IN}7$ відносно аналогової “землі” A_{GND} . При такому підключенні забезпечується максимально можливе придушення перешкод від зовнішнього середовища, які наводяться на з’єднувальні дроти.

При підключенні відносно аналогової “землі” джерел сигналів вимірюється різниця напруг між входами $A_{IN}0$, $A_{IN}1$, $A_{IN}2$, $A_{IN}3$, $A_{IN}4$, $A_{IN}5$, $A_{IN}6$ і $A_{IN}7$ і аналоговою “землею” A_{GND} . Таке підключення більш чутливе до перешкод від зовнішнього середовища, які наводяться на з’єднувальні дроти.

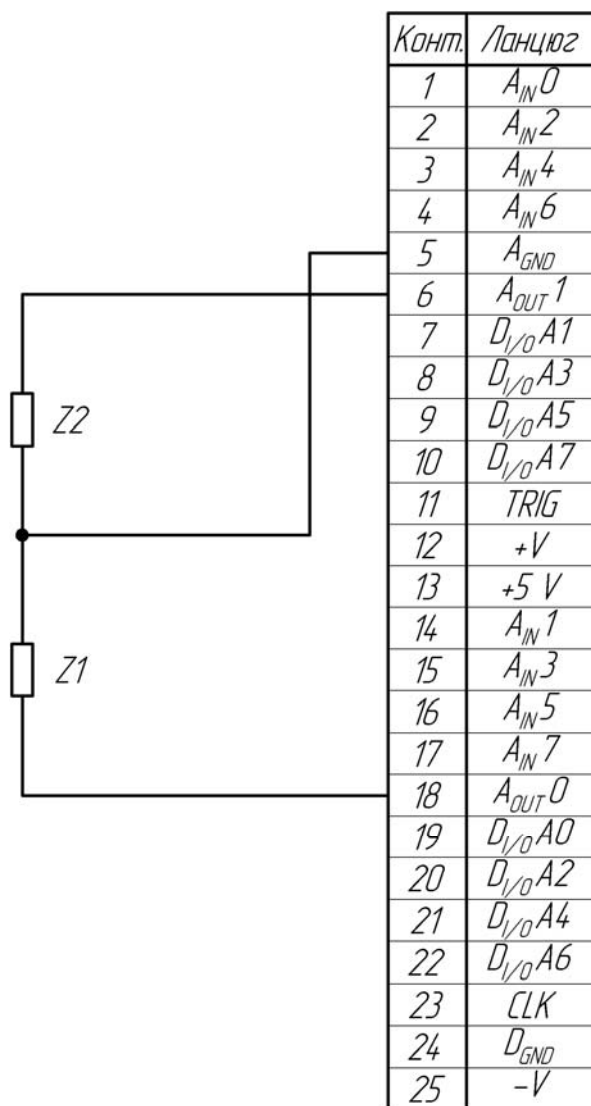


Рис. 10.5. Підключення приймачів сигналів невеликої потужності до m-DAQ12/DAC

m-DAQ12/DAC не має внутрішньої гальванічної розв'язки, тому ланцюг аналогової “землі” A_{GND} і ланцюг цифрової “землі” D_{GND} мають внутрішнє з'єднання із загальним проводом інтерфейсу USB і, отже, із корпусом персонального комп'ютера.

Необхідно пам'ятати, що для коректної роботи вхідних аналогових каналів m-DAQ12/DAC необхідно, щоб потенціал кожного з входів $A_{IN}0$, $A_{IN}1$, $A_{IN}2$, $A_{IN}3$, $A_{IN}4$, $A_{IN}5$, $A_{IN}6$ і $A_{IN}7$ відносно аналогової “землі” A_{GND} (тобто синфазна напруга) не перевищувала максимального допустимого значення (див. табл. 10.3). Непідключені аналогові входи необхідно “заземлити”, тобто з'єднати з A_{GND} .

Необхідно також враховувати, що смуга пропускання вхідного тракту m-DAQ12/DAC вище максимальної частоти дискретизації АЦП цієї мікросистеми. Таким чином, для досягнення спектральної вірності перетворення вхідного аналогового сигналу необхідно обмежити смугу цього сигналу згідно з критерієм Найквіста.

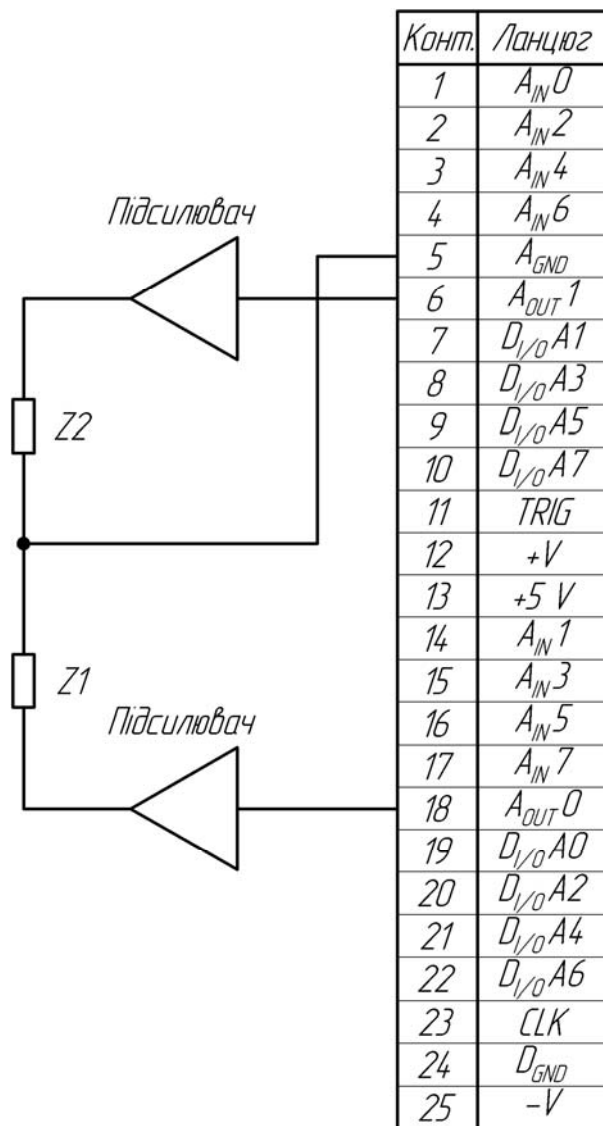


Рис. 10.6. Підключення приймачів сигналів великої потужності до m-DAQ12/DAC

Це означає, що необхідно обмежити високочастотну складову вхідного аналогового сигналу до прийняттого рівня шумів, починаючи з частоти f , яка визначається наступним чином:

$$f = 0,5f_{\text{АЦП}}, \quad (10.1)$$

де $f_{\text{АЦП}}$ – частота дискретизації АЦП m-DAQ12/DAC.

В іншому випадку всі шуми і завади, які мають частоту вище $0,5f_{\text{АЦП}}$, будуть накладатися на корисний сигнал в робочій смузі частот і не зможуть бути відокремлені від нього при подальшій апаратно-програмній обробці.

У випадку багатоканального введення аналогових сигналів необхідно враховувати наявність вхідної ємності $C_{\text{ВХ}}$ комутаторів аналогового сигналів, яка має значення приблизно 100 пФ.

Необхідно зауважити, що паразитне міжканальне проходження аналогових сигналів не перевищить похибки перетворення АЦП m-DAQ12/DAC в тому випадку, якщо виконується наступна умова:

$$R_{\text{вих}} C_{\text{вх}} \leq \frac{0,1}{f_{\text{АЦП}}}, \quad (10.2)$$

де $R_{\text{вих}}$ – вихідний опір джерела сигналу.

Як у випадках наявності великого рівня вхідного аналогового сигналу (який знаходиться поза межами встановленого діапазону вимірювання напруги m-DAQ12/DAC), так і у випадках комутації аналогових каналів з різним діапазоном напруг, необхідно застосовувати більш жорсткий критерій, який в таких випадках враховує збільшення міжканального проходження аналогових сигналів.

2.7. Програмне забезпечення m-DAQ12/DAC

Програмне забезпечення m-DAQ12/DAC утримує наступні складові: USB-драйвер, який забезпечує зв'язок m-DAQ12/DAC з персональним комп'ютером; dll-бібліотеку mDAQ12.dll; бібліотеку функцій mDAQ12.lib; приклад програмного забезпечення (осцилограф-реєстратор) в середовищі програмування LabView. Dll-бібліотека mDAQ12.dll містить набір функцій, за допомогою яких можна реалізовувати різні алгоритми введення/виведення.

Для здійснення можливості виклику функцій dll-бібліотеки mDAQ12.dll з додатку користувача необхідно виконати наступне:

- створити проект в будь-якому середовищі програмування (наприклад, у Visual Studio);
- підключити до проекту файли mDAQ2.h і mDAQ2.lib;
- створити і додати в проект файл/файли з вихідним текстом програмного забезпечення користувача;
- за допомогою функції GetDllVersion() порівняти версію використовуваної dll-бібліотеки mDAQ12.dll з версією поточного програмного забезпечення користувача;
- за допомогою функції GetUsbDeviceCount() визначити кількість підключених до персонального комп'ютера m-DAQ12/DAC;
- за допомогою функції OpenDevice() відкрити потрібну m-DAQ12/DAC;
- викликати (за необхідності) інші функції dll-бібліотеки mDAQ12.dll, які необхідні для коректної роботи програмного забезпечення користувача.

Всі функції бібліотеки mDAQ12.dll не забезпечують “потокбезпечну” роботу цієї dll-бібліотеки. Тому, щоб уникнути некоректної роботи програмного забезпечення користувача, в багатопотокових додатках користувач повинен сам організовувати (за необхідності) коректну синхронізацію викликів функцій dll-бібліотеки mDAQ12.dll в різних потоках (використовуючи, наприклад, критичні ділянки, мютекси, семафори тощо).

Необхідно також нагадати, що в файл dll-бібліотеки mDAQ12.dll включена інформація про поточну версію цієї бібліотеки. Для отримання цієї інформації необхідно використати функцію GetDllVersion().

3. Приклад роботи з m-DAQ12/D

3.1. Ознайомлення з характеристиками m-DAQ12/DAC

1. Ознайомитися з характеристиками m-DAQ12/DAC.

В протокол занести (можна скорочено):

- склад m-DAQ12/DAC;
- функціональні можливості DAQ12/DAC;
- технічні характеристики m-DAQ12/DAC;
- складові і технічні характеристики тракту аналогового введення m-DAQ12/DAC;
- складові і технічні характеристики тракту аналогового виведення m-DAQ12/DAC;
- складові і технічні характеристики тракту дискретного введення m-DAQ12/DAC;
- складові і технічні характеристики тракту дискретного виведення m-DAQ12/DAC;
- складові і технічні характеристики тракту живлення m-DAQ12/DAC;
- складові програмного забезпечення m-DAQ12/DAC.

2. З'ясувати, яким чином можна підключитися до m-DAQ12/DAC по комунікаційному інтерфейсу USB.

В протокол занести: схему електричну підключення до m-DAQ12/DAC по комунікаційному інтерфейсу USB.

3. З'ясувати склад типової схеми побудови системи автоматичного керування із застосуванням ИП320.

В протокол занести: типову схему побудови системи автоматичного керування із застосуванням ИП320.

3.2. Ознайомлення з прикладним програмним забезпеченням для роботи з m-DAQ12/DAC

Прикладне програмне забезпечення для роботи з m-DAQ12/DAC, зокрема, програма “Мікросистема збору даних з інтерфейсом USB m-DAQ12/DAC”, було розроблене на кафедрі комп’ютерно-інтегрованих технологій та виміральної техніки Київського національного університету технологій та дизайну.

Для запуску на персональному комп’ютері на виконання програми “Мікросистема збору даних з інтерфейсом USB m-DAQ12/DAC” необхідно запустити файл “m-DAQ12.exe”.

Після успішного під’єднання m-DAQ12/DAC до персонального комп’ютера за допомогою інтерфейсу USB програма “Мікросистема збору даних з інтерфейсом USB m-DAQ12/DAC” дозволяє працювати в 7 основних режимах, які дозволяють отримати доступ практично до всіх можливостей m-DAQ12/DAC.

1. РЕЖИМ “ОДНОКРАТНЕ ВИМІРЮВАННЯ НАПРУГИ”.

В цьому режимі здійснюється вимірювання аналогової напруги при натисканні на кнопку “Виміряти”.

За допомогою списку “Режим вимірювання АЦП” можна задати один з варіантів вимірювання аналогової напруги: “Вхід “заземлений””, “Диференціальне підключення” або “Однопровідне підключення”.

За допомогою списку “Порядковий номер каналу АЦП” можна задати один з каналів АЦП: “1”, “2”, “3”, “4”, “5”, “6”, “7” або “8” (при варіантах вимі-

рювання аналогової напруги “Вхід “заземлений”” або “Однопровідне підключення”) або “1”, “2”, “3” або “4” (при варіанті вимірювання аналогової напруги “Диференціальне підключення”).

За допомогою списку “Діапазон каналу АЦП” можна задати один з діапазонів каналу АЦП: “(-10...+10) В”, “(-5...+5) В”, “(-2,5...+2,5) В” або “(-1,25...+1,25) В”.

За допомогою списку “Частота дискретизації АЦП” можна задати одну з частот дискретизації АЦП: “100 Гц”, “200 Гц”, “500 Гц”, “1 кГц”, “2 кГц”, “5 кГц”, “10 кГц”, “20 кГц”, “50 кГц” або “100 кГц”.

2. РЕЖИМ “БАГАТОКРАТНЕ ВИМІРЮВАННЯ НАПРУГИ”.

В цьому режимі починається вимірювання аналогової напруги при натисканні на кнопку “Почати вимірювання” (з швидкістю приблизно 5 вимірювань за 1 секунду) і закінчується вимірювання аналогової напруги при натисканні на кнопку “Закінчити вимірювання”.

За допомогою списку “Режим вимірювання АЦП” можна задати один з варіантів вимірювання аналогової напруги: “Вхід “заземлений””, “Диференціальне підключення” або “Однопровідне підключення”.

За допомогою списку “Порядковий номер каналу АЦП” можна задати один з каналів АЦП: “1”, “2”, “3”, “4”, “5”, “6”, “7” або “8” (при варіантах вимірювання аналогової напруги “Вхід “заземлений”” або “Однопровідне підключення”) або “1”, “2”, “3” або “4” (при варіанті вимірювання аналогової напруги “Диференціальне підключення”).

За допомогою списку “Діапазон каналу АЦП” можна задати один з діапазонів каналу АЦП: “(-10...+10) В”, “(-5...+5) В”, “(-2,5...+2,5) В” або “(-1,25...+1,25) В”.

3. РЕЖИМ “ОДНОКРАТНЕ ФОРМУВАННЯ НАПРУГИ”.

В цьому режимі здійснюється формування аналогової напруги при натисканні на кнопку “Сформувати”.

За допомогою списку “Порядковий номер каналу ЦАП” можна задати один з каналів ЦАП: “1” або “2”.

За допомогою списку “Діапазон каналу ЦАП” можна задати один з діапазонів каналу ЦАП: “(0...+5) В”, “(0...+10) В”, “(0...+10,8) В”, “(-5...+5) В”, “(-10...+10) В” або “(-10,8...+10,8) В”.

За допомогою повзунка можна задати код для формування аналогової напруги в діапазоні від -2048 до 2047. Аналогова напруга, яка формується на виході ЦАП, буде пропорційна цьому коду з урахуванням поточного діапазону каналу ЦАП.

4. РЕЖИМ “БАГАТОКРАТНЕ ФОРМУВАННЯ НАПРУГИ”.

В цьому режимі починається формування аналогової напруги при натисканні на кнопку “Почати формування” (з швидкістю приблизно 5 формувань за 1 секунду) і закінчується формування аналогової напруги при натисканні на кнопку “Закінчити формування”.

За допомогою списку “Порядковий номер каналу ЦАП” можна задати один з каналів ЦАП: “1” або “2”.

За допомогою списку “Діапазон каналу ЦАП” можна задати один з діапа-

зонів каналу ЦАП: “(0...+5) В”, “(0...+10) В”, “(0...+10,8) В”, “(–5...+5) В”, “(–10...+10) В” або “(–10,8...+10,8) В”.

За допомогою повзунка можна задати код для формування аналогової напруги в діапазоні від –2048 до 2047. Аналогова напруга, яка формується на виході ЦАП, буде пропорційна цьому коду з урахуванням поточного діапазону каналу ЦАП.

5. РЕЖИМ “ОДНОКРАТНЕ ВИМІРЮВАННЯ СТАНУ ДИСКРЕТНИХ ВХОДІВ”.

В цьому режимі здійснюється вимірювання дискретної напруги при натисканні на кнопку “Виміряти”.

6. РЕЖИМ “БАГАТОКРАТНЕ ВИМІРЮВАННЯ СТАНУ ДИСКРЕТНИХ ВХОДІВ”.

В цьому режимі починається вимірювання дискретної напруги при натисканні на кнопку “Почати вимірювання” (з швидкістю приблизно 5 вимірювань за 1 секунду) і закінчується вимірювання дискретної напруги при натисканні на кнопку “Закінчити вимірювання”.

7. РЕЖИМ “ОДНОКРАТНЕ ФОРМУВАННЯ СТАНУ ДИСКРЕТНИХ ВИХОДІВ”.

В цьому режимі здійснюється формування дискретної напруги при натисканні на кнопку “Сформувати”.

8. РЕЖИМ “БАГАТОКРАТНЕ ФОРМУВАННЯ СТАНУ ДИСКРЕТНИХ ВИХОДІВ”.

В цьому режимі починається формування дискретної напруги при натисканні на кнопку “Почати формування” (з швидкістю приблизно 5 формувань за 1 секунду) і закінчується формування дискретної напруги при натисканні на кнопку “Закінчити формування”.

9. РЕЖИМ “ОСЦИЛОГРАФ”.

В цьому режимі здійснюється виображення аналогової напруги при натисканні на кнопку “Осцилограф”.

За допомогою списку “Режим вимірювання АЦП” можна задати один з варіантів вимірювання аналогової напруги: “Вхід “заземлений””, “Диференціальне підключення” або “Однопровідне підключення”.

За допомогою списку “Порядковий номер каналу АЦП” можна задати один з каналів АЦП: “1”, “2”, “3”, “4”, “5”, “6”, “7” або “8” (при варіантах вимірювання аналогової напруги “Вхід “заземлений”” або “Однопровідне підключення”) або “1”, “2”, “3” або “4” (при варіанті вимірювання аналогової напруги “Диференціальне підключення”).

За допомогою списку “Діапазон каналу АЦП” можна задати один з діапазонів каналу АЦП: “(–10...+10) В”, “(–5...+5) В”, “(–2,5...+2,5) В” або “(–1,25...+1,25) В”.

За допомогою списку “Час розгортки” можна задати час розгортки при вимірюванні аналогової напруги: “25мс”, “50 мс”, “100 мс”, “250 мс”, “500 мс”, “1 с”, “2,5 с”, “5 с” або “10 с”.

За допомогою списку “Рівень синхронізації” можна задати рівень синхронізації при вимірюванні аналогової напруги: “–1 В”, “–100 мВ”, “–10 мВ”, “–

1 мВ”, “+1 мВ”, “+10 мВ”, “+100 мВ” або “+1 В”.

3.3. Побудова за допомогою m-DAQ12/DAC каналу обміну даними з персональним комп’ютером

3.3.1. Робота в режимі “ОДНОКРАТНЕ ВИМІРЮВАННЯ НАПРУГИ”

1. Запустити на персональному комп’ютері на виконання програму “Мікросистема збору даних з інтерфейсом USB m-DAQ12/DAC”.

2. Підключити m-DAQ12/DAC до персонального комп’ютера за допомогою інтерфейсу USB.

3. У випадку некоректності або неможливості такого підключення виправити можливі помилки і повторити спробу.

4. За допомогою списку “Режим вимірювання АЦП” обрати один з варіантів вимірювання аналогової напруги.

5. За допомогою списку “Порядковий номер каналу АЦП” обрати один з каналів АЦП.

6. За допомогою списку “Діапазон каналу АЦП” обрати один з діапазонів каналу АЦП.

7. За допомогою списку “Частота дискретизації АЦП” обрати одну з частот дискретизації АЦП.

8. Підключити до обраного каналу АЦП джерело аналогової напруги (наприклад, батарею, акумулятор, блок живлення постійного струму тощо).

9. Виміряти напругу джерела аналогової напруги за допомогою вимірювального пристрою (наприклад, стрілочного вольтметра, цифрового вольтметра, мультиметра тощо).

10. Розрахувати код, який повинен згенерувати m-DAQ12/DAC при вимірюванні напруги джерела аналогової напруги (див. п. 9).

11. Виміряти напругу джерела аналогової напруги за допомогою m-DAQ12/DAC, натискаючи на кнопку “Виміряти”.

12. Порівняти між собою розрахований код (див. п. 10) і код, отриманий в результаті вимірювання (див. п. 11).

13. Порівняти між собою напругу, виміряну за допомогою вимірювального пристрою (див. п. 9) і напругу, виміряну за допомогою m-DAQ12/DAC (див. п. 11).

14. Повторити кілька раз п. 4–п. 13 при різних напругах джерела аналогової напруги (див. п. 8).

15. Відключити m-DAQ12/DAC від персонального комп’ютера.

16. Закрити програму “Мікросистема збору даних з інтерфейсом USB m-DAQ12/DAC”.

3.3.2. Робота в режимі “БАГАТОКРАТНЕ ВИМІРЮВАННЯ НАПРУГИ”

1. Запустити на персональному комп’ютері на виконання програму “Мікросистема збору даних з інтерфейсом USB m-DAQ12/DAC”.

2. Підключити m-DAQ12/DAC до персонального комп’ютера за допомогою інтерфейсу USB.

3. У випадку некоректності або неможливості такого підключення виправити можливі помилки і повторити спробу.

4. За допомогою списку “Режим вимірювання АЦП” обрати один з варіантів вимірювання аналогової напруги.

5. За допомогою списку “Порядковий номер каналу АЦП” обрати один з каналів АЦП.

6. За допомогою списку “Діапазон каналу АЦП” обрати один з діапазонів каналу АЦП.

7. За допомогою списку “Частота дискретизації АЦП” обрати одну з частот дискретизації АЦП.

8. Підключити до обраного каналу АЦП джерело аналогової напруги (наприклад, батарею, акумулятор, блок живлення постійного струму тощо).

9. Виміряти напругу джерела аналогової напруги за допомогою вимірювального пристрою (наприклад, стрілочного вольтметра, цифрового вольтметра, мультиметра тощо).

10. Розрахувати код, який повинен згенерувати m-DAQ12/DAC при вимірюванні напруги джерела аналогової напруги (див. п. 9).

11. Виміряти напругу джерела аналогової напруги за допомогою m-DAQ12/DAC, натискаючи на кнопки “Почати вимірювання” і “Закінчити вимірювання”.

12. Порівняти між собою розрахований код (див. п. 10) і код, отриманий в результаті вимірювання (див. п. 11).

13. Порівняти між собою напругу, виміряну за допомогою вимірювального пристрою (див. п. 9) і напругу, виміряну за допомогою m-DAQ12/DAC (див. п. 11).

14. Повторити кілька раз п. 4–п. 13 при різних напругах джерела аналогової напруги (див. п. 8).

15. Відключити m-DAQ12/DAC від персонального комп’ютера.

16. Закрити програму “Мікросистема збору даних з інтерфейсом USB m-DAQ12/DAC”.

3.3.3. Робота в режимі “ОДНОКРАТНЕ ФОРМУВАННЯ НАПРУГИ”

1. Запустити на персональному комп’ютері на виконання програму “Мікросистема збору даних з інтерфейсом USB m-DAQ12/DAC”.

2. Підключити m-DAQ12/DAC до персонального комп’ютера за допомогою інтерфейсу USB.

3. У випадку некоректності або неможливості такого підключення виправити можливі помилки і повторити спробу.

4. За допомогою списку “Порядковий номер каналу ЦАП” обрати один з варіантів формування аналогової напруги.

5. За допомогою списку “Діапазон каналу ЦАП” обрати один з діапазонів каналу ЦАП.

6. За допомогою повзунка задати код для формування аналогової напруги.

7. Підключити до обраного каналу ЦАП вимірювальний пристрій (наприклад, стрілочний вольтметр, цифровий вольтметр, мультиметр тощо).

8. Сформувати аналогову напругу за допомогою m-DAQ12/DAC, натискаючи на кнопку “Виміряти”.

9. Виміряти аналогову напругу, сформовану m-DAQ12/DAC, за допомогою вимірювального пристрою (див. п. 7).

10. Розрахувати аналогову напругу, яку повинен сформувати m-DAQ12/DAC при заданні коду (див. п. 6).

11. Розрахувати код, який був би повинен згенерувати m-DAQ12/DAC для отримання виміряної напруги (див. п. 9).

12. Порівняти між собою виміряну напругу (див. п. 9) і напругу, яку повинен сформувати m-DAQ12/DAC (див. п. 10).

13. Повторити кілька раз п. 4–п. 12 при різних кодах для формування аналогової напруги (див. п. 6).

14. Відключити m-DAQ12/DAC від персонального комп’ютера.

15. Закрити програму “Мікросистема збору даних з інтерфейсом USB m-DAQ12/DAC”.

3.3.4. Робота в режимі “БАГАТОКРАТНЕ ФОРМУВАННЯ НАПРУГИ”

1. Запустити на персональному комп’ютері на виконання програму “Мікросистема збору даних з інтерфейсом USB m-DAQ12/DAC”.

2. Підключити m-DAQ12/DAC до персонального комп’ютера за допомогою інтерфейсу USB.

3. У випадку некоректності або неможливості такого підключення виправити можливі помилки і повторити спробу.

4. За допомогою списку “Порядковий номер каналу ЦАП” обрати один з варіантів формування аналогової напруги.

5. За допомогою списку “Діапазон каналу ЦАП” обрати один з діапазонів каналу ЦАП.

6. За допомогою повзунка задати код для формування аналогової напруги.

7. Підключити до обраного каналу ЦАП вимірювальний пристрій (наприклад, стрілочний вольтметр, цифровий вольтметр, мультиметр тощо).

8. Сформувати аналогову напругу за допомогою m-DAQ12/DAC, натискаючи на кнопки “Почати формування” і “Закінчити формування”.

9. Виміряти аналогову напругу, сформовану m-DAQ12/DAC, за допомогою вимірювального пристрою (див. п. 7).

10. Розрахувати аналогову напругу, яку повинен сформувати m-DAQ12/DAC при заданні коду (див. п. 6).

11. Розрахувати код, який був би повинен згенерувати m-DAQ12/DAC для отримання виміряної напруги (див. п. 9).

12. Порівняти між собою виміряну напругу (див. п. 9) і напругу, яку повинен сформувати m-DAQ12/DAC (див. п. 10).

13. Повторити кілька раз п. 4–п. 12 при різних кодах для формування аналогової напруги (див. п. 6).

14. Відключити m-DAQ12/DAC від персонального комп’ютера.

15. Закрити програму “Мікросистема збору даних з інтерфейсом USB m-

DAQ12/DAC”.

3.3.5. Робота в режимі “ОДНОКРАТНЕ ВИМІРЮВАННЯ СТАНУ ДИСКРЕТНИХ ВХОДІВ”

1. Запустити на персональному комп’ютері на виконання програму “Мікросистема збору даних з інтерфейсом USB m-DAQ12/DAC”.

2. Підключити m-DAQ12/DAC до персонального комп’ютера за допомогою інтерфейсу USB.

3. У випадку некоректності або неможливості такого підключення виправити можливі помилки і повторити спробу.

4. Підключити до обраного дискретного входу джерело дискретної напруги (наприклад, батарею, акумулятор, блок живлення постійного струму тощо).

5. Виміряти напругу джерела дискретної напруги за допомогою вимірювального пристрою (наприклад, стрілочного вольтметра, цифрового вольтметра, мультиметра тощо).

6. Виміряти напругу джерела дискретної напруги за допомогою m-DAQ12/DAC, натискаючи на кнопку “Виміряти”.

7. Повторити кілька раз п. 4–п. 6 для різних дискретних входів (див. п. 4).

8. Відключити m-DAQ12/DAC від персонального комп’ютера.

9. Закрити програму “Мікросистема збору даних з інтерфейсом USB m-DAQ12/DAC”.

3.3.6. Робота в режимі “БАГАТОКРАТНЕ ВИМІРЮВАННЯ СТАНУ ДИСКРЕТНИХ ВХОДІВ”

1. Запустити на персональному комп’ютері на виконання програму “Мікросистема збору даних з інтерфейсом USB m-DAQ12/DAC”.

2. Підключити m-DAQ12/DAC до персонального комп’ютера за допомогою інтерфейсу USB.

3. У випадку некоректності або неможливості такого підключення виправити можливі помилки і повторити спробу.

4. Підключити до обраного дискретного входу джерело дискретної напруги (наприклад, батарею, акумулятор, блок живлення постійного струму тощо).

5. Виміряти напругу джерела дискретної напруги за допомогою вимірювального пристрою (наприклад, стрілочного вольтметра, цифрового вольтметра, мультиметра тощо).

6. Виміряти напругу джерела дискретної напруги за допомогою m-DAQ12/DAC, натискаючи на кнопки “Почати вимірювання” і “Закінчити вимірювання”.

7. Повторити кілька раз п. 4–п. 6 для різних дискретних входів (див. п. 4).

8. Відключити m-DAQ12/DAC від персонального комп’ютера.

9. Закрити програму “Мікросистема збору даних з інтерфейсом USB m-DAQ12/DAC”.

3.3.7. Робота в режимі “ОДНОКРАТНЕ ФОРМУВАННЯ СТАНУ ДИСКРЕТНИХ ВИХОДІВ”

1. Запустити на персональному комп’ютері на виконання програму “Мікросистема збору даних з інтерфейсом USB m-DAQ12/DAC”.

2. Підключити m-DAQ12/DAC до персонального комп’ютера за допомо-

гою інтерфейсу USB.

3. У випадку некоректності або неможливості такого підключення виправити можливі помилки і повторити спробу.

4. Підключити до обраного дискретного виходу вимірювальний пристрій (наприклад, стрілочний вольтметр, цифровий вольтметр, мультиметр тощо).

5. Сформувати напругу джерела дискретної напруги за допомогою m-DAQ12/DAC, натискаючи на кнопку “Сформувати”.

6. Виміряти дискретну напругу, сформовану m-DAQ12/DAC, за допомогою вимірювального пристрою (див. п. 4).

7. Повторити кілька раз п. 4–п. 6 для різних дискретних виходів (див. п. 4).

8. Відключити m-DAQ12/DAC від персонального комп’ютера.

9. Закрити програму “Мікросистема збору даних з інтерфейсом USB m-DAQ12/DAC”.

3.3.8. Робота в режимі “БАГАТОКРАТНЕ ФОРМУВАННЯ СТАНУ ДИСКРЕТНИХ ВИХОДІВ”

1. Запустити на персональному комп’ютері на виконання програму “Мікросистема збору даних з інтерфейсом USB m-DAQ12/DAC”.

2. Підключити m-DAQ12/DAC до персонального комп’ютера за допомогою інтерфейсу USB.

3. У випадку некоректності або неможливості такого підключення виправити можливі помилки і повторити спробу.

4. Підключити до обраного дискретного виходу вимірювальний пристрій (наприклад, стрілочний вольтметр, цифровий вольтметр, мультиметр тощо).

5. Сформувати напругу джерела дискретної напруги за допомогою m-DAQ12/DAC, натискаючи на кнопки “Почати формування” і “Закінчити формування”.

6. Виміряти дискретну напругу, сформовану m-DAQ12/DAC, за допомогою вимірювального пристрою (див. п. 4).

7. Повторити кілька раз п. 4–п. 6 для різних дискретних виходів (див. п. 4).

8. Відключити m-DAQ12/DAC від персонального комп’ютера.

9. Закрити програму “Мікросистема збору даних з інтерфейсом USB m-DAQ12/DAC”.

3.3.9. Робота в режимі “ОСЦИЛОГРАФ”

1. Запустити на персональному комп’ютері на виконання програму “Мікросистема збору даних з інтерфейсом USB m-DAQ12/DAC”.

2. Підключити m-DAQ12/DAC до персонального комп’ютера за допомогою інтерфейсу USB.

3. У випадку некоректності або неможливості такого підключення виправити можливі помилки і повторити спробу.

4. За допомогою списку “Режим вимірювання АЦП” обрати один з варіантів вимірювання аналогової напруги.

5. За допомогою списку “Порядковий номер каналу АЦП” обрати один з каналів АЦП.

6. За допомогою списку “Діапазон каналу АЦП” обрати один з діапазонів каналу АЦП.

7. За допомогою списку “Час розгортки” обрати один з часів розгортки.

8. За допомогою списку “Рівень синхронізації” обрати один з рівнів синхронізації.

9. Підключити до обраного каналу АЦП генератор аналогових сигналів (наприклад, генератор сигналів довільної форми Siglent SDG1010).

10. Відобразити аналоговий сигнал генератора аналогових сигналів за допомогою m-DAQ12/DAC, натискаючи на кнопку “Осцилограф”.

11. Повторити кілька раз п. 4–п. 10 при різних сигналах генератора аналогових сигналів (див. п. 9).

12. Відключити m-DAQ12/DAC від персонального комп’ютера.

13. Закрити програму “Мікросистема збору даних з інтерфейсом USB m-DAQ12/DAC”.

4. Питання для самоперевірки

1. Які режими введення аналогових сигналів має m-DAQ12/DAC?

2. Які діапазони вимірювання напруги має m-DAQ12/DAC?

3. Які частоти дискретизації АЦП може мати m-DAQ12/DAC?

4. Яким чином m-DAQ12/DAC може здійснювати цифрове введення/виведення?

5. Які додаткові напруги на контактах зовнішнього рознімача може формувати m-DAQ12/DAC?

6. Які виконання має m-DAQ12/DAC?

7. Який склад програмного забезпечення має m-DAQ12/DAC?

8. Яку кількість каналів аналогового введення має m-DAQ12/DAC?

9. Яку розрядність АЦП має m-DAQ12/DAC?

10. Яку розрядність ЦАП має m-DAQ12/DAC?

11. Яке призначення лічильника зовнішніх подій?

12. Як смуга пропускання вхідного тракту m-DAQ12/DAC впливає на спектральну вірність перетворення вхідного аналогового сигналу?

13. Яку умову необхідно виконати, щоб паразитне міжканальне проходження аналогових сигналів не перевищило похибки перетворення АЦП m-DAQ12/DAC?

14. Який загальний порядок виклику функцій dll-бібліотеки mDAQ12.dll з додатку користувача?

15. Яким чином можна забезпечити “потокобезпечну” роботу dll-бібліотеки mDAQ12.dll?

5. Рекомендована література

1. Основна література [1о–10о].

2. Додаткова література [18д].

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Основна література

1. Бочков В.М. Обладнання автоматизованого виробництва / В.М. Бочков, Р.І. Сілін. – Львів: Львівська політехніка, 2015. – 404 с. – ISBN 978–617–607–780–0.
2. Васильківський І.С. Виконавчі пристрої систем автоматизації. Навчальний посібник / І.С. Васильківський, В.О. Фединець, Я.П. Юсик. – Львів: Львівська політехніка, 2020. – 220 с. – ISBN 978–966–941–543–1.
3. Грицунов О.В. Інформаційні системи та технології. Навчальний посібник. – Х.: ХНАМГ, 2010. – 222 с. – ISBN 978–966–695–195–6.
4. Ладанюк А.П. Автоматизація технологічних процесів і виробництв харчової промисловості: Підручник / А.П. Ладанюк, В.Г. Трегуб, І.В. Ельперін, В.Д. Цюцюра. – К.: Аграрна освіта, 2001. – 224 с. – ISBN 966–95661–2–6.
5. Лисаченко І. Г. Програмне забезпечення комп'ютерно-інтегрованих систем управління хіміко-технологічними процесами: Навчально-методичний посібник / І.Г. Лисаченко. – Х.: НТУ “ХПІ”, 2012. – 112 с. – ISBN 000-000-000-000-0.
6. Павлюк О.М. Основи теорії надійності технічних систем: Навчальний посібник / О.М. Павлюк, М.О. Медиковський, Н.К. Лиса, І.В. Ізонін. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2021. – 208 с. – ISBN 978–966–941–659–9.
7. Пушкар М.С. Проектування систем автоматизації: Навч. посібник / М.С. Пушкар, С.М. Проценко. – Д.: Національний гірничий університет, 2013. – 268 с. – ISBN 978–966–350–423–0.
8. Савицький В. Технічні засоби автоматизації / В. Савицький, Р. Федоришин. – Львів: Львівська політехніка, 2018. – 292 с. – ISBN 978–966–941–182–2.
9. Синєглазов В.М. Автоматизація технологічних процесів / В.М. Синєглазов, І.Ю. Сергєєв. – К.: НАУ, 2015. – 444 с. – ISBN 978–966–598–928–8.
10. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: Навч. посібник. – К.: Видавництво Ліра-К, 2017. – 344 с. – ISBN 978–966–2609–58–5.

Додаткова література

1. OwenCloud. Хмарний сервіс. Керівництво користувача. 06.08.2019. Версія 1.00.
2. www.energосys.com.ua.
3. www.owen.ua.
4. Блок керування тиристорами і симісторами. Керівництво з експлуатації.
5. Вимірювач ПД-регулятор багатофункціональний одноканальний ТРМ210. Керівництво з експлуатації АРАВ.421210.001-04 КЕ.
6. Вимірювач-регулятор багатофункціональний одноканальний ТРМ201. Керівництво з експлуатації АРАВ.421210.001-02 КЕ.
7. Вимірювач-регулятор ТРМ201. Коротка інструкція з експлуатації.

8. Коротка інструкція по роботі з вимірювачем ПД-регулятором одноканальним ТРМ210 по інтерфейсу RS-485.
9. Коротка інструкція по роботі з вимірювачем-регулятором одноканальним ТРМ201 по інтерфейсу RS-485.
10. ОВЕН ИП320. Панель оператора. Керівництво з експлуатації АРАВ.421449.002 КЕ.
11. ОВЕН МВ110-224.8А. Модуль аналогового уведення. Керівництво з експлуатації АРАВ.421459.002-05 КЕ.
12. ОВЕН МУ110-224.6У. Модуль аналогового виведення. Керівництво з експлуатації АРАВ.426419.002 КЕ.
13. Панель оператора ИП320. Керівництво користувача. Версія документа: 9.4.31.
14. Перетворювач частоти векторний ПЧВ1-XX і ПЧВ2-XX. Керівництво з експлуатації КУВФ.421212.004 КЕ.
15. Перетворювач частоти векторний ПЧВХХ. Керівництво з програмування КУВФ.421212.004 РП. Версія 04.
16. Перетворювач частоти векторний ПЧВХХ. Керівництво з проектування.
17. Керівництво користувача програмою «Конфігуратор М110».
18. Мікросистема збирання даних з інтерфейсом USB m-DAQ12, m-DAQ14. Керівництво користувача. V1.7.