

Винахід відноситься до пристроїв фітосанітарного контролю в сільському господарстві, а зокрема при контролі умов розвитку хвороб і шкідників та попередженні про можливість ураження і пошкодження ними урожаю протягом вирощування та зберігання.

Найбільш близьким до винаходу по сукупності ознак та технічній суті є "Пристрій контролю та попередження про ураження рослин хворобами", що вміщує вимірювальний перетворювач з перетворювачем "напруга - частота", керуючий пристрій з лічильним пристроєм, пристрій живлення та датчики вологості повітря, температури повітря, зволоженості листя [4].

Пристрій придатний для використання при контролі та попередженні про ураження рослин хворобами, зокрема паршею, однак не забезпечує точність контролю, не дозволяє з достатньою достовірністю отримати дані про строки початку проведення заходів захисту рослин, стадії розвитку хвороб та шкідників, не прогнозує її розвиток, що може спричинити помилки у визначенні строків захисту від хвороб, кількості та дозуванні необхідних захисних засобів.

В основу винаходу покладена задача своєчасного передбачення та сигналізації появи хвороб і шкідників та прогнозу їх розвитку шляхом введення в пристрій контролю та попередження про ураження хворобами достатньої кількості датчиків для заміру параметрів навколишнього середовища, пристроїв для підсилення сигналів та їх фільтрації, корекції, індикації, обробки результатів вимірів і управління виконавчими механізмами, що в результаті забезпечило досягнення точності вимірів параметрів, їх багаторазову повторність, одержання щільно розміщених точок розвитку хвороби на шкалі інфекційних періодів та точності моменту відліку сигналу вирогідності початку розвитку хвороби.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій, що містить вимірювальний перетворювач з перетворювачем "напруга - частота", керуючий пристрій з лічильним пристроєм, пристрій живлення та датчики вологості повітря, температури повітря, зволоженості листя, введені датчики температури ґрунту, вологості ґрунту температури листя, освітленості, опадів з'єднаних з входом вимірювального перетворювача, в який включено імпульсний перетворювач напруги живлення, блок комутаційних реле, еталонні калібруючі резистори та підсилювач сигналу, вхід якого підключений через блок комутаційних реле до датчиків та еталонних калібруючих резисторів, а вихід підсилювача сигналу підключений до входу перетворювача "напруга - частота", який зв'язаний з імпульсним перетворювачем напруги живлення, а вихід вимірювального перетворювача підключений до входу лічильного пристрою, вміщуючого блок формування та гальванічної розв'язки, програмовані таймери, схему паралельного інтерфейсу, шинний формувач, дешифратор, реле підключення напруги живлення датчиків, реле підключення датчиків до входу блоку формування та гальванічної розв'язки, підсилювачі потужності, фільтр напруги живлення, а також тим, що блок формування та гальванічної розв'язки виконаний з фільтруючого ланцюга, компаратора, оптронаї схеми гальванічної розв'язки, вихід якої зв'язаний

з лічильним входом таймера відліку імпульсів та з одним із входів схеми формування сигналу готовності вимірювань, другий вхід якої підключений до таймера програмованої частоти, а вихід до керуючого входу таймера - відліку імпульсів та керуючий пристрій обладнаний блоком управління виконавчими механізмами, мікропроцесором з пристроями пам'яті, індикації і клавіатури та прийомопередавачем інформації.

Промислова придатність винаходу та можливість його здійснення підтверджується описом приладу і кресленнями та графічними зображеннями, де на фіг.1 зображена структурна схема пристрою; на фіг.2 - структурна схема керуючого пристрою; на фіг.3, 4 - принципова схема вимірювального перетворювача; на фіг.5, 6, 7 - принципова схема лічильного пристрою; на фіг.8, 9, 10 - алгоритм роботи пристрою; на фіг.11 - 13 - алгоритм фенологічного прогнозу шкідників (на прикладі яблуневої плодожерки); на фіг.14, 15 - алгоритм прогнозу появи та розвитку хвороби (на прикладі парші яблуні).

Пристрій складається (фіг.1) з датчиків заміру параметрів зовнішнього середовища, а саме: датчика температури повітря 1, датчика вологості повітря, датчика температури ґрунту 3, датчика вологості ґрунту 4, датчика зволоженості листя 5, датчика температури листя 6, датчика кількості опадів 7 та датчика освітленості 8, вимірювального перетворювача 9, який калібрує та перетворює вихідні величини датчиків 1 - 8 в частотну послідовність імпульсів, та керуючого пристрою 10, що приймає інформацію по лінії зв'язку від вимірювального перетворювача 9, управляє її калібруванням та обробкою згідно з алгоритмами.

Керуючий пристрій 10 (фіг.2), як основні складові елементи, має мікропроцесор 11, пристрій пам'яті 12, пристрій клавіатури та індикації 13, лічильний пристрій 14, блок управління виконавчими механізмами 15, прийомопередавач інформації 16, а також блок живлення (на фігурі не вказано). Пристрій пам'яті 12 має постійну пам'ять 17 і енергонезалежну оперативну пам'ять 18. Пристрій клавіатури та індикації 13 керує індикатором, світловопромінюючими діодами, а також забезпечує обслуговування клавіш та подачу звукового сигналу. Блок управління виконавчими механізмами 15 служить для зв'язку пристрою з технологічним обладнанням в режимі управління мікрокліматом у сховищі і представляє собою пристрій вводу-виводу інформації по типу включено-виключено з оптронами схемами гальванічної розв'язки. Блок живлення виробляє напруги, необхідні для керуючого пристрою 10 та вимірювального перетворювача 9 (фіг.1).

Вимірювальний перетворювач 9 (фіг.3, 4) вміщує блок комутаційних реле 19, еталонні калібруючі резистори 20, 21, перетворювач "напруга - частота" 22, підсилювач сигналу 23, імпульсний перетворювач напруги живлення 24.

Блок комутаційних реле 19 включає реле 25 - 27, контакти яких з'єднують датчики та еталонні калібруючі резистори, і керує послідовністю їх підключення до входу перетворювача "напруга - частота" 22 через підсилювач сигналу 23.

Еталонні калібруючі резистори 20, 21 являються опорами підвищеної точності, наприклад з точністю 1%. Перетворювач "напруга

- частота" 22 включає мікросхему 29, наприклад типу КР1108ПП1, резистори 30 - 35, конденсатори 36 - 38, транзистор 39 та діод 40, а підсилювач напруги 23 мікросхему 41, наприклад типу К140УД14, резистори 42 - 48, конденсатори 49 - 50.

Імпульсний перетворювач напруги живлення 24 складається з мікросхеми, наприклад К561ЛН2, на логічних елементах 51 - 56 якої, а також резисторах 57 - 60, конденсаторах 61 - 64 та діодах 65 - 66 зібрано генератор імпульсів, трансформатора 67, діодів 68 - 71, транзисторів 72 - 75, конденсаторів 76 - 82 та двох мікросхем стабілізаторів напруги 83 - 84, наприклад КР142ЕН8В.

Імпульсний перетворювач напруги живлення 24 перетворює однополярну напругу від блоку живлення у двополярну стабілізовану, необхідну для живлення перетворювача "напруга - частота" 22 та підсилювача сигналу 23.

Лічильний пристрій (фіг.5 - 7) вміщує чотири реле 85 - 88 підключення напруги живлення датчиків 1 - 8, вісім реле 89 - 96 підключення датчиків до входу блоку формування та гальванічної розв'язки вимірюваного сигналу, підсилювачі потужності 97 - 100, два програмованих таймери 101 - 102, схему паралельного інтерфейсу 103, шинний формувач 104, дешифратор 105, фільтр напруги живлення на високочастотних дроселях 106 - 107 та конденсаторах 108 - 119, пристрою системного скиду. В пристрій системного скиду входять мікросхеми 120 - 121, резистори 122 - 123 та конденсатор 124.

Блок формування та гальванічної розв'язки складається з фільтруючого ланцюга на елементах 125 - 129, компаратора формування фронтів частотно-імпульсного сигналу виконаного на мікросхемі 130 та резисторах 131 - 133, вихід якого з'єднаний з входом оптронної схеми гальванічної розв'язки 134, обладнаної резистором 135 та конденсатором 136, а також схеми формування сигналу готовності вимірювань.

Схема формування сигналу готовності вимірювань складена з двох тригерів 137 - 138. На один вхід схеми подається вимірюваний сигнал від схеми 134, а другий вхід підключений до одного з портів програмованого таймера 102, який формує помітки часу "одна секунда", причому керуючий вхід іншого порту таймера 102, запрограмованого в режим відліку імпульсів, підключений до виходу схеми формування сигналу готовності вимірювань.

Лічильний пристрій призначений для підключення гальванічне розв'язаної напруги живлення ліній 139 - 140 та одного з восьми датчиків через контакти 141 - 144, підключення вимірюваного сигналу одного з восьми датчиків до вимірювального каналу 145 через контакти 146 - 153 реле 89 - 96, формування поміток часу "одна секунда" та "одна хвилина", підрахування кількості імпульсів вимірюваного сигналу за одну секунду по каналу 145, формування та гальванічної розв'язки вимірюваного сигналу, організації читання стану поміток "одна секунда", "одна хвилина" та сигналу готовності результату вимірювань.

Три порти входу-виходу мікросхеми таймера 101 мають таке призначення: порт 0 - для

формування вхідної частоти мікросхеми послідовного інтерфейсу прийомопередавача інформації 16 (фіг.2), яка поступає до нього через мікросхему 154; порт 1 - для ділення вхідної частоти; порт 2 - для формування поміток часу "одна секунда".

Три порти входу - виходу мікросхеми таймера 102 мають таке призначення: порт 0 - для формування поміток часу "одна хвилина" з поміток часу "одна секунда"; порт 1 - для ділення поміток часу "одна хвилина"; порт 2 - для підрахунку кількості імпульсів з вибраного датчика за одну секунду.

Схема паралельного інтерфейсу 103 призначена для подачі команд управління через підсилювачі потужності 97 - 100, 155 - 157 підключенням напруги живлення до одного з датчиків, для подачі команд управління через підсилювачі 158 - 165 підключенням вимірюваного сигналу від одного з восьми датчиків, а також для читання поміток часу "одна секунда", "одна хвилина" та сигналу готовності результату вимірювань. Шинний формувач 104 служить для сполучення лічильного пристрою 14 з мікропроцесором 11 (фіг.2). Режимом роботи шинного формувача управляють мікросхеми 166 - 168. Дешифратор 105 призначений для організації вибору однієї з трьох схем 101 - 103.

В режимі сигналізації прилад працює таким чином: до вимірювального перетворювача 9 (фіг.1), безпосередньо на місці контролю, підключаються датчики вологості повітря 1, температури повітря 2, температури ґрунту 3, вологості ґрунту 4, зволоженості листя 5, температури листя 6, кількості опадів 7 та освітленості 8. Керуючий пристрій 10 та перетворювач 9, підключені один до одного через лінію зв'язку, заживлюються, - причому від окремих гальванічнорозв'язаних джерел, що знаходяться в блоці живлення приладу. Прийомопередавач інформації приладу 16 (фіг.2) може підключатись через лінії зв'язку до ЕОМ.

Після запуску керуючої програми (фіг.8, 9, 10) мікропроцесора 11 (фіг.2) відбувається ініціалізація (фіг.8, позиція 1) прийомопередавача інформації 16 (фіг.2), завантаження його відповідними керуючими словами, які задають режим роботи. Контролеру індикації та клавіатури пристрою індикації та клавіатури 13 передаються керуючі слова, що встановлюють його режим роботи. Також встановлюються режими роботи програмованих таймерів 101, 102 (фіг.5) та схеми паралельного інтерфейсу 103 (фіг.6).

Наступним кроком є тестування пристрою пам'яті 12 (фіг.8, позиція 2). При тестуванні постійної пам'яті 17 (фіг.2) проводиться послідовне складання по модулю два всіх комірок пам'яті. Отримана сума складається зі своєю контрольною сумою, яка зберігається в останній комірці пам'яті.

Тестування вважається правильним, якщо в результаті складання отримується нульовий результат. Тестування оперативної пам'яті 18 (фіг.2) проводиться, починаючи з початкової адреси, послідовно роблячи запис та читання чисел для всіх комірок. У випадку, якщо хоча б одне записане в пам'ять число т співпадає з читаним, то на індикаторному табло висвітлюється повідомлення про помилку.

При вдалому проходженні тестування в

оперативну пам'ять записуються всі константи необхідні для роботи технологічної частини програми (фіг.8, позиція 3). Також проводиться початкова установка керуючих ознак, зокрема присвоєння ознаці "Вкл." (активізація - деактивізація блоку індикації) значення нуль.

Далі проводиться калібрування вимірювального каналу та знімання показників кожного з датчиків (фіг.8, позиції 4, 5) слідує чиним:

1. Мікропроцесор 11 керує переключенням вимірюваних опорів чутливих елементів датчиків та еталонних резисторів 20, 21 (фіг.3) до входу підсилювача сигналу 23 (фіг.4) через блок комутаційних реле 19 (фіг.3). Вимірювання проводяться по схемі з почерговим контролем.

2. З виходу підсилювача сигналу 23 (фіг.4) сигнал поступає на вхід перетворювача "напруга - частота" 22. Оскільки останній має лінійну характеристику, то при замірюванні двох еталонних резисторів 20, 21 отримується калібрувальна пряма вимірювального каналу (фіг.8, позиція 4). Це дає можливість встановити поправочний коефіцієнт на градуйовані характеристики датчиків і, таким чином, врахувати адитивно-мультиплікативну похибку вимірювального каналу, яка може виникнути внаслідок нестабільності характеристик електронних елементів вимірювального перетворювача при зміні температури та інших факторів експлуатації.

3. По лінії зв'язку сигнал від вимірювального перетворювача 9 поступає до лічильного пристрою 14 (фіг.2). Далі, проходячи через блок формування та гальванічної розв'язки 125 - 136 (фіг.6), вимірюваний сигнал поступає на схему формування сигналу готовності вимірювань 137 - 138, на другий вхід якої поступає сигнал помітки "одна секунда" від програмованого таймера 101 (фіг.5). Вимірюваний сигнал також поступає до порту таймера 102, який запрограмований в режим підрахунку кількості імпульсів частотного сигналу. Запуск та зупинка підрахунку через порт таймера керується сигналом готовності вимірювань, що поступає від схеми формування сигналу готовності вимірювань 137 - 138 (фіг.6).

4. Результат вимірювань кількості імпульсів за одну секунду читається мікропроцесором 11 та записується в оперативну пам'ять 18 керуючого пристрою 10 (фіг.2).

5. Вимірювання повторюються десять разів з метою усереднення результату.

6. Використовуючи градуйовану характеристику датчика та поправочні коефіцієнти до неї, розраховується значення вимірюваного параметра.

7. Якщо датчик не останній, то вимірювання повторюються послідовно для всіх датчиків (фіг.8, позиція 5).

Кінцевим результатом вимірювань є визначення агрокліматичних параметрів протягом дня, їх сумарних, середніх, мінімальних та максимальних показників (фіг.8, позиція 6), на основі яких згідно з алгоритмом проводиться оцінка стану популяцій шкідників (фіг.11 - 13) та розрахунок ступеню розвитку хвороби (фіг.14, 15). Вся інформація виводиться на індикаторне табло по запиту з клавіатури пристрою клавіатури та індикації 13 (фіг.2).

Для того щоб переглянути інформацію по

розвитку хвороб та шкідників потрібно активізувати роботу пристрою індикації та клавіатури 13 шляхом натискання на клавішу "Вкл." (фіг.8, позиція 7). У цьому випадку включається індикаторне табло (фіг.8, позиція 12), проводиться автоматичне тестування (фіг.8, позиція 13) основних блоків та пристроїв, тест індикаторного табло, світловипромінюючих діодів, перевіряється лінія зв'язку між вимірювальним перетворювачем 9 та керуючим пристроєм 10, а також граничний рівень напруги резервного джерела живлення. У разі неполадки її тип висвічується на індикаторному табло (фіг.9, позиція 17). Після її усунення (позиції 18, 19) або у разі успішного проходження тесту на індикаторному табло висвітлюються реальна дата та час (фіг.9, позиція 16), а світлові випромінюючі діоди сигналізують про ступінь розвитку хвороби та фенологічний стан популяції шкідників (фіг.8, позиція 15).

Більш детальну інформацію можна отримати при натисканні на функціональні клавіші: "Режим", "Параметр", "Ввід", "Виведення". При натисканні на клавішу "Режим" (фіг.10, позиція 20) та активному стані блоку індикації (позиція 25) на індикаторному табло формується запит на введення номеру режиму (позиція 27). Після того як номер режиму введено цифровими клавішами та натиснуто клавішу "Виведення" (фіг.10, позиція 23) на табло висвітлюється інформація відповідно до введеного номеру (позиція 32), як наприклад, температура, вологість, рівень зараження та інше.

Аналогічний порядок роботи при виведенні параметрів клавішею "Параметр" (позиція 21). Різниця тільки у тому, що параметр можна коректувати і вводити у новому вигляді за допомогою клавіші "Ввід" (фіг.10, позиція 22). Так можуть бути відкореговані порогові рівні та змінні параметри такі, як дата та час, сума ефективних температур та інше. Оцінка стану популяції яблуневої плодожерки виконується в слідуєчому порядку (фіг.11 - 13).

Початок роботи пов'язаний з вимірюванням температури (фіг.11, позиція 1), і при перевищенні її порогового значення +10 градусів (позиція 2) проводиться підрахунок суми ефективних температур (CET) (позиція 3). При досягненні CET 50 градусів (позиція 4) засвічується індикатор "Оуклювання" (фіг.11, позиція 5), при CET 80 градусів (позиція 6) включається сигналізація "Розвішування пасток" (позиція 7), що говорить про початок розвішування феромонних пасток. При ранньому льоті метеликів і перевищенні їх порогової кількості сім осіб на пастку за тиждень (позиція 8) і при температурі в сутінках більшій +15,5 градусів (позиції 11 - 13) починається сигналізація та відлік CET розвитку яйця (позиції 15, 16). Якщо чисельність низька, то сигналізація "Літ" дається при досягненні CET 130 градусів (позиції 9, 10), що означає масовий літ метеликів. В цей час проводиться вимірювання температури в сутінках (позиції 11, 12) і при її перевищенні +15,5 градусів дається світлова сигналізація "відкладання яєць" (позиція 15). Також фіксується температура вище 32 градусів (позиція 14) при якій яйця гинуть. У випадку справдження цієї умови процес повторюється з відкладки яєць, а якщо такої температури немає, - продовжується накопичення CET. Після проходження стадії "відкладання яєць" фіксується температура N

(позиція 16) і до неї починає додаватися температура вище порогової. При досягненні СЕТ ($N + 108 = N1$) (фіг.12 позиція 17), дається світлова сигналізація "Відродження гусениць" (позиція 18) і проводиться подальше накопичення СЕТ. При досягненні СЕТ в 500 градусів (позиція 19), визначається короткостроковий прогноз розвитку другого покоління (позиція 20) в залежності віддати досягнення цього показника. Це дає можливість завчасно спланувати захисні заходи. При досягненні СЕТ ($N1 + 260 = N2$) (позиція 21) дається сигналізація "Оуклювання" першого покоління (позиція 22) і одночасно сигнал "Розвішування пасток" (позиція 23). При перевищенні порогу чисельності шкідника, який дорівнює трьом метеликам і більше (позиція 24), фіксується СЕТ = S (початок розвитку яйця) (позиція 32). Якщо чисельність низька, то проходить підрахунок СЕТ до ($N2 + 130$) (позиція 25) і дається світлова сигналізація льоту метеликів другого покоління (позиція 26). У даному випадку процес повторюється: вимірюється вечірня температура, сигналізується "Відкладання яєць", визначається оптимальний температурний режим від +15,5 до +32 градусів і фіксується СЕТ = S ($S = N2 + 130$) (позиції 27 - 32). При досягненні СЕТ ($S + 108 = S$) дається світлова сигналізація "Відродження гусениць" (фіг.13, позиції 33, 34). У подальшому для третього покоління цикл повторюється.

Для побудови алгоритму сигналізації і прогнозу розвитку парші яблуні (фіг.14, 15) були відібрані такі агрокліматичні параметри, як зволоження листя, вологість повітря, температура повітря а також час зволоження і високої вологості повітря (вищої 85% відносної вологості). Прогноз інфекційних періодів, а також ступінь загрози визначається за допомогою шкали інфекційних періодів, яка базується на даних Міллса.

Початок роботи пов'язаний з присвоєнням ознаці первинного зараження "Зар." значення один, якщо прилад включається в роботу після такого зараження, або значення ноль у протилежному випадку (фіг.14, позиція 1) та списання показників (позиція 2). Потім проводиться вимірювання температури (позиція 3) і якщо вона перевищує +5,5 градусів (позиція 4) перевіряється факт зволоження (позиція 6). Якщо критичні умови виконуються (температура вища ніж +5,5 градусів і листя зволожено) то сумується час критичного періоду (позиція 28). Якщо немає факту зволоження листя, але відносна вологість повітря більша 85%, то цей час також сумується (позиція 16) до критичного періоду. Якщо тривалість часу з відносною вологістю 85% дорівнює або менше двох годин (позиція 17), проводиться сумування часу критичного періоду (фіг.15, позиція 28). Якщо заданий параметр більше двох годин, починається відлік часу сухого періоду (Δt) (фіг.14, позиція 13). Якщо Δt менше або дорівнює восьми (позиція 15) годинам цей час не додається до часу критичного періоду, але всі показники зберігаються і якщо протягом цього строку (восьми годин) знову всі критичні умови виконуються, то наступний період додається до часу критичного періоду.

Якщо Δt більше восьми годин проводиться списання показників (фіг.14, позиція 2). Якщо всі критичні умови витримуються та первинне зараження ще не відбулося (фіг.14, позиція 7), то

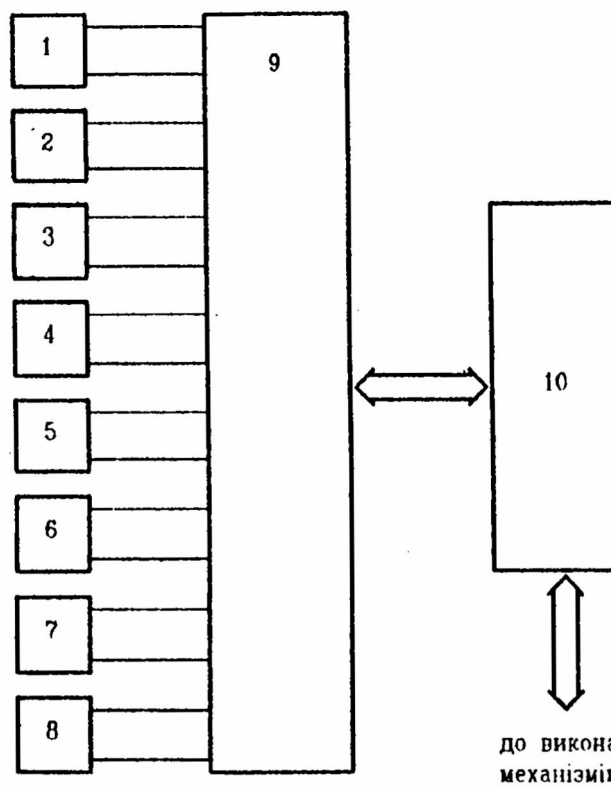
в такому випадку визначається період зволоження (фіг.15, позиція 18) при сприятливій температурі і підраховується СЕТ з порога нуль градусів (позиція 19). Від часу зволоження опалого листя залежить ступінь насичення повітря аскоспорами. При СЕТ 130 градусів подається сигналізація про обробку насаджень проти первинного зараження (фіг.15, позиції 21) і видається інформація про ступінь ураження від насичення повітря аскоспорами в балах (позиція 27). При досягненні СЕТ + 167,6 градусів (час необхідний для проростання аскоспор) подається сигналізація "Первинне зараження" (позиція 23) і фіксується час для визначення ознаки його завершення (позиція 25). Після завершення первинного зараження розвиток хвороби йде конідіями (вторинне зараження).

У такому разі проводиться підрахунок часу критичного періоду (фіг.15, позиція 28) і розраховується ступінь розвитку хвороби (позиція 29) за шкалою інфекційних періодів. При ураженні листя конідіями збудника хвороби починається відлік СЕТ і при досягненні СЕТ 130 градусів (позиція 34) подається сигналізація (позиція 35) на обробіток фунгіцидами контактної дії, а при досягненні СЕТ 159,5 градусів (час розвитку конідіальної стадії) подається сигналізація (позиція 36) на обробіток рослин фунгіцидами системної дії. По закінченні одного такого циклу відбувається факт завершення вторинного зараження і визначається їх кількість за вегетаційний сезон, що частково дозволяє прогнозувати розвиток хвороби у наступному році.

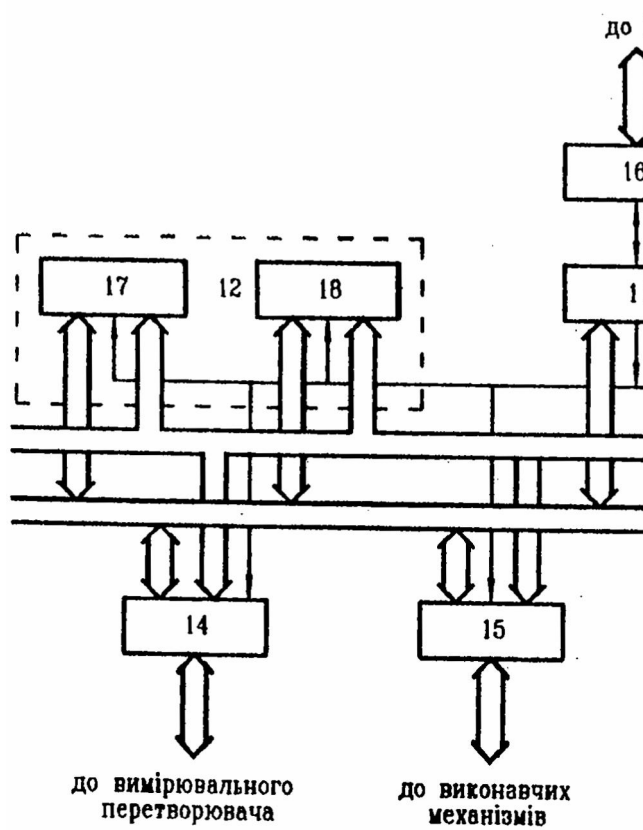
В режимі роботи пристрою у сховищі, додатково використовується блок управління виконавчими механізмами 15 (фіг.2), який підключається через лінії зв'язку до технологічного обладнання (холодильних камер та ін.).

Це дає можливість управляти його роботою та підтримувати оптимальні параметри зберігання урожаю. У даному випадку використовуються датчики температури повітря та вологості повітря. На основі попередньо зібраних протягом дозрівання урожаю агрокліматичних даних розраховується та контролюється раціональний строк його зберігання.

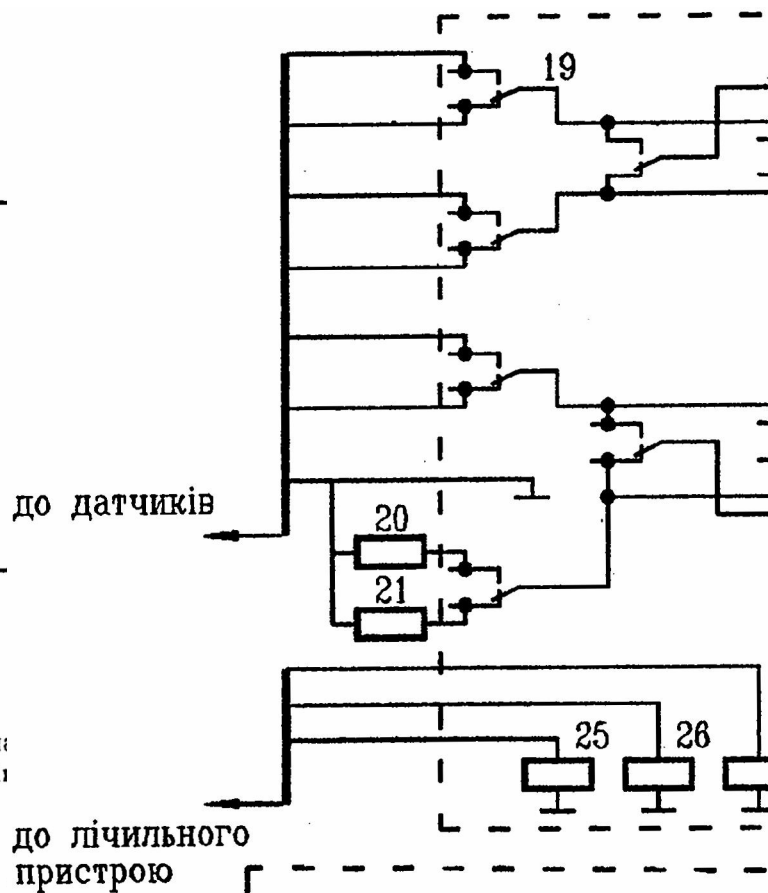
В режимі використання пристрою, як переносної метеостанції, задіяні датчики температури повітря, вологості повітря, кількості опадів. Вимірювання параметрів проводяться як описано вище для режиму сигналізації.



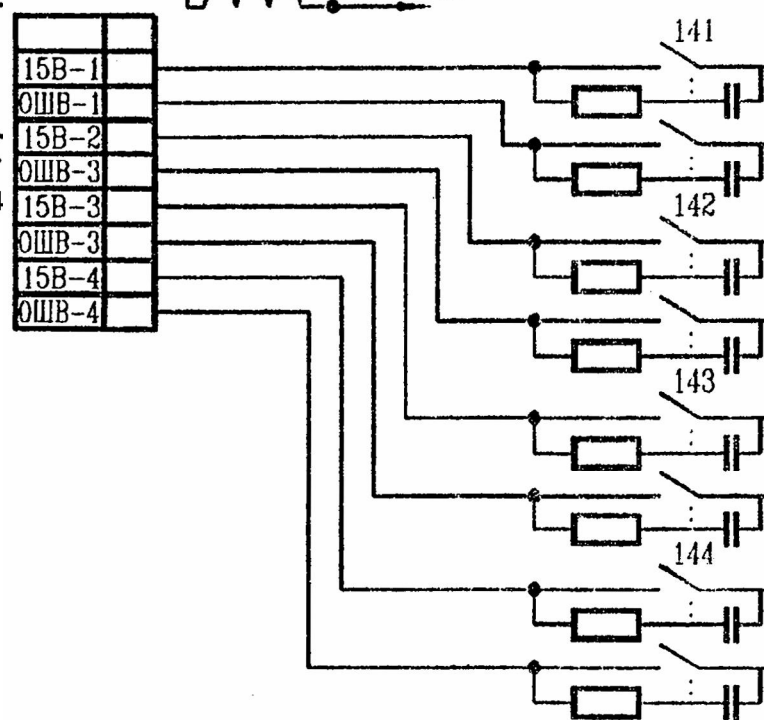
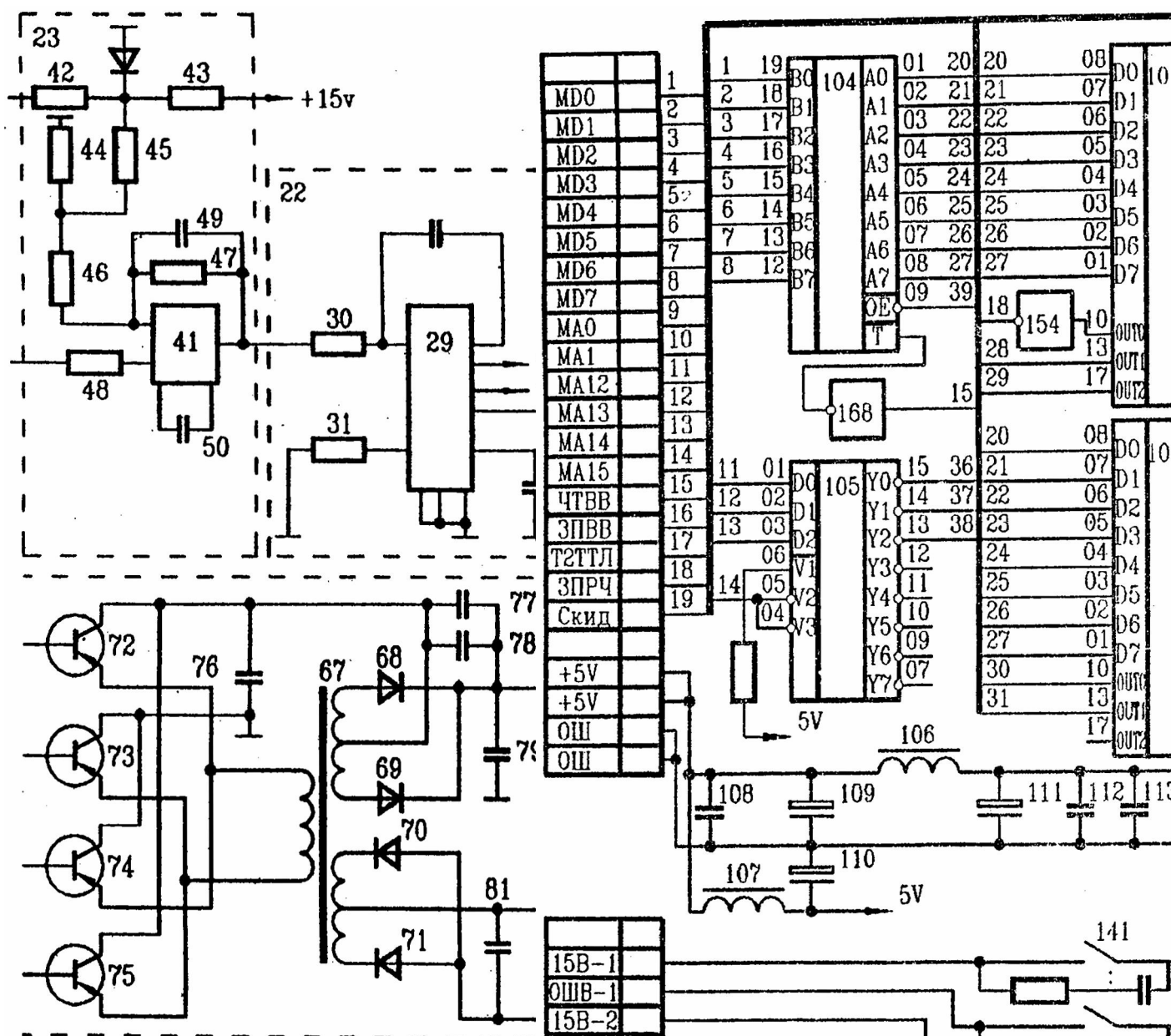
Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3



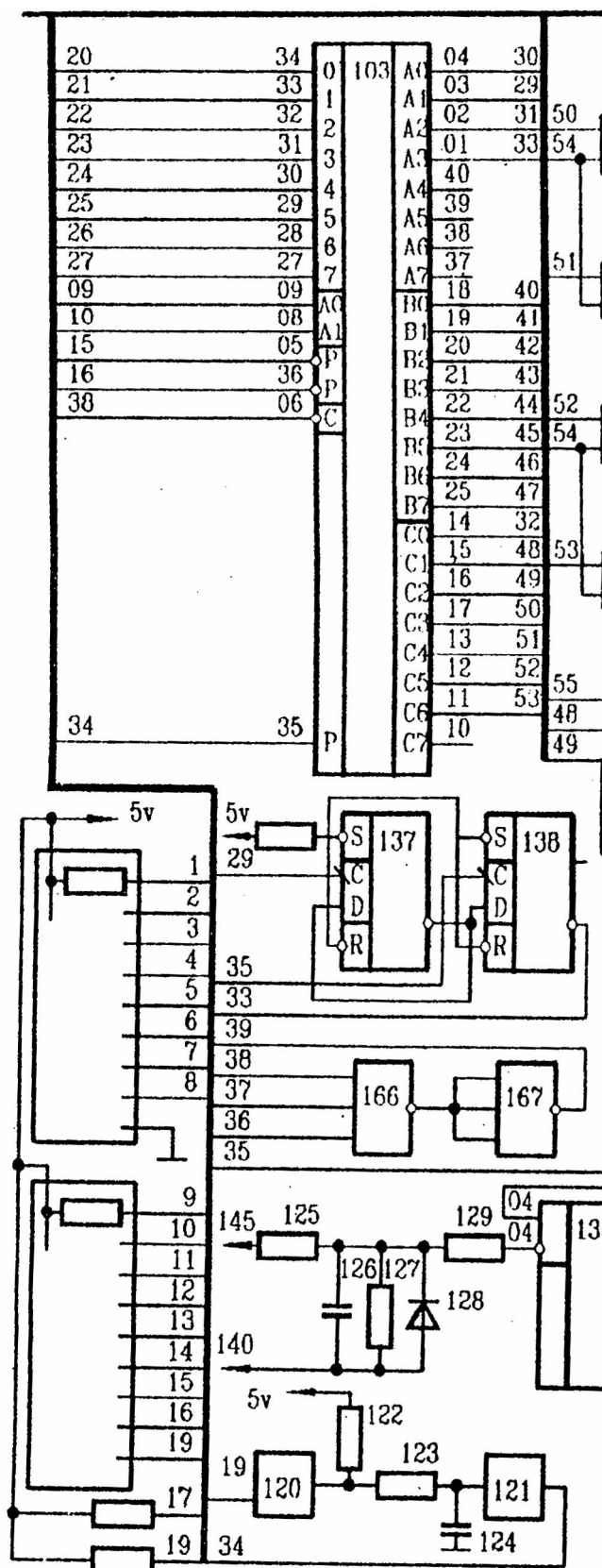


Fig. 6

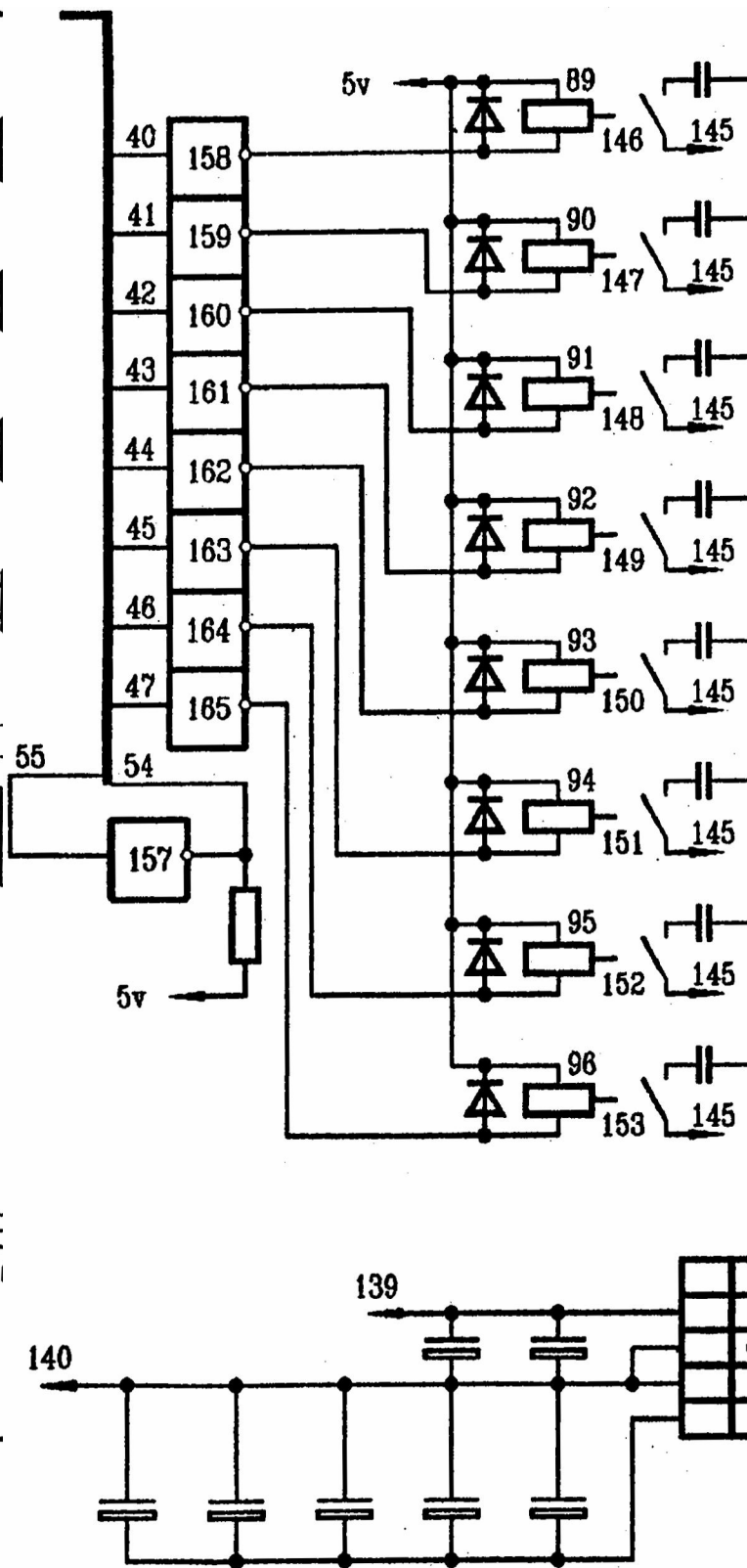
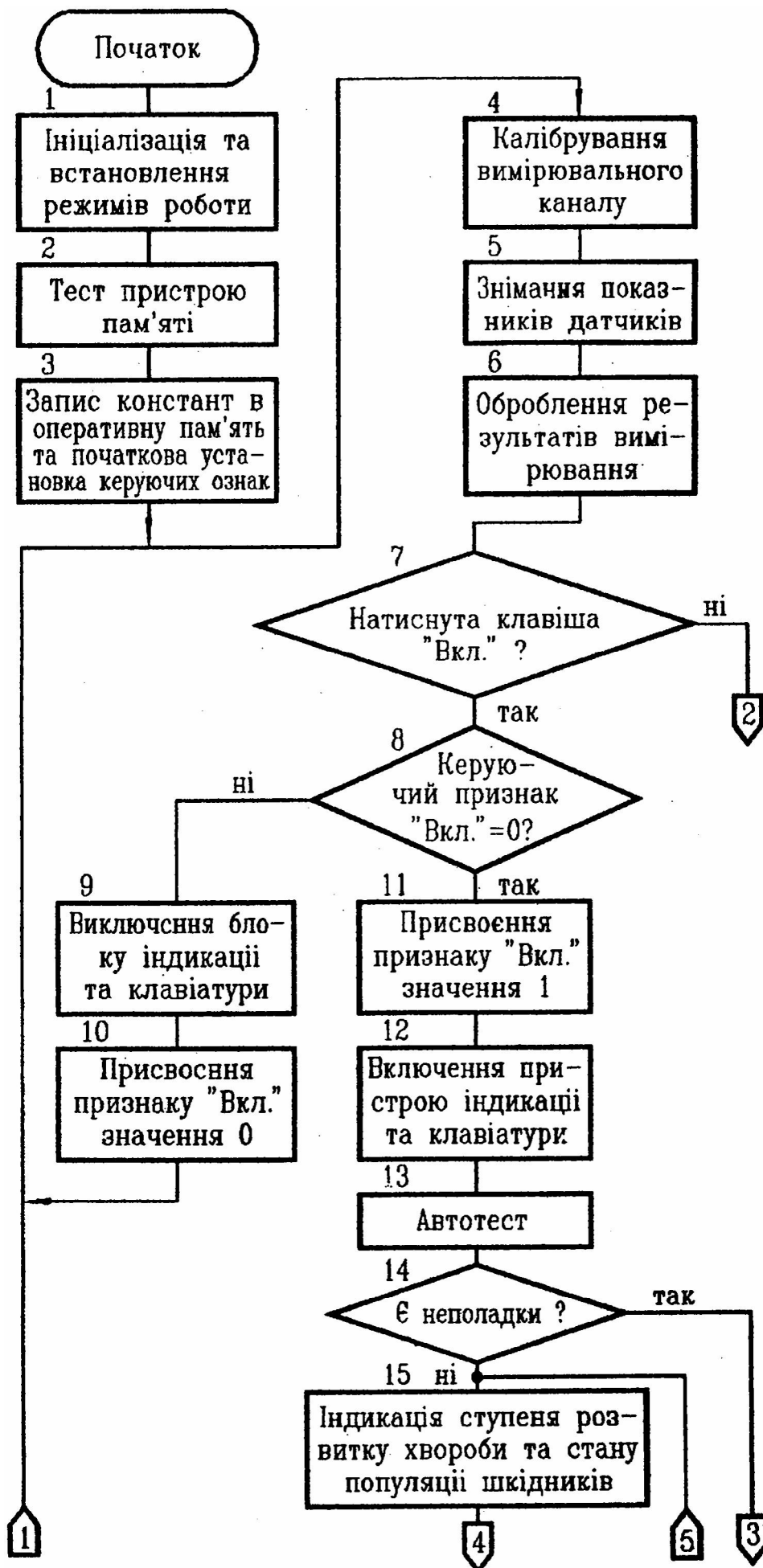
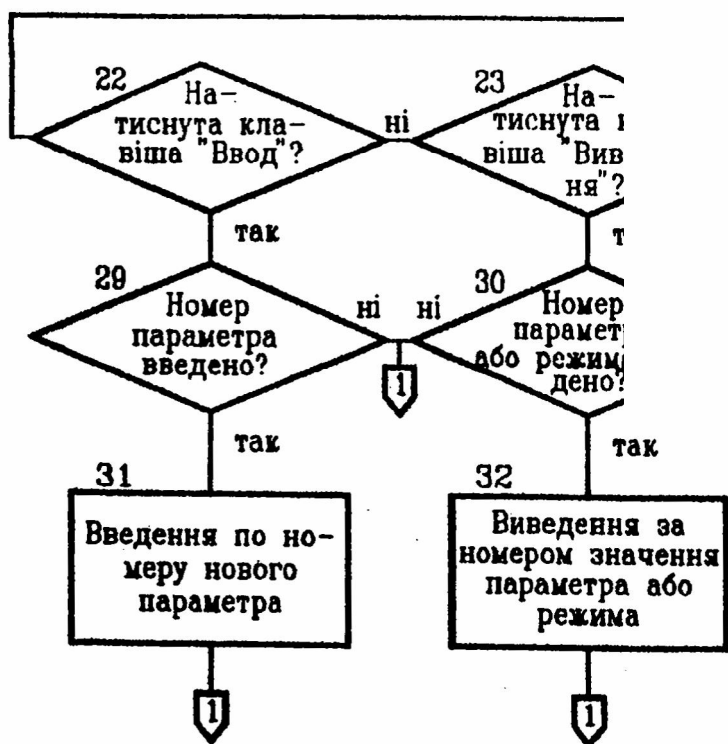
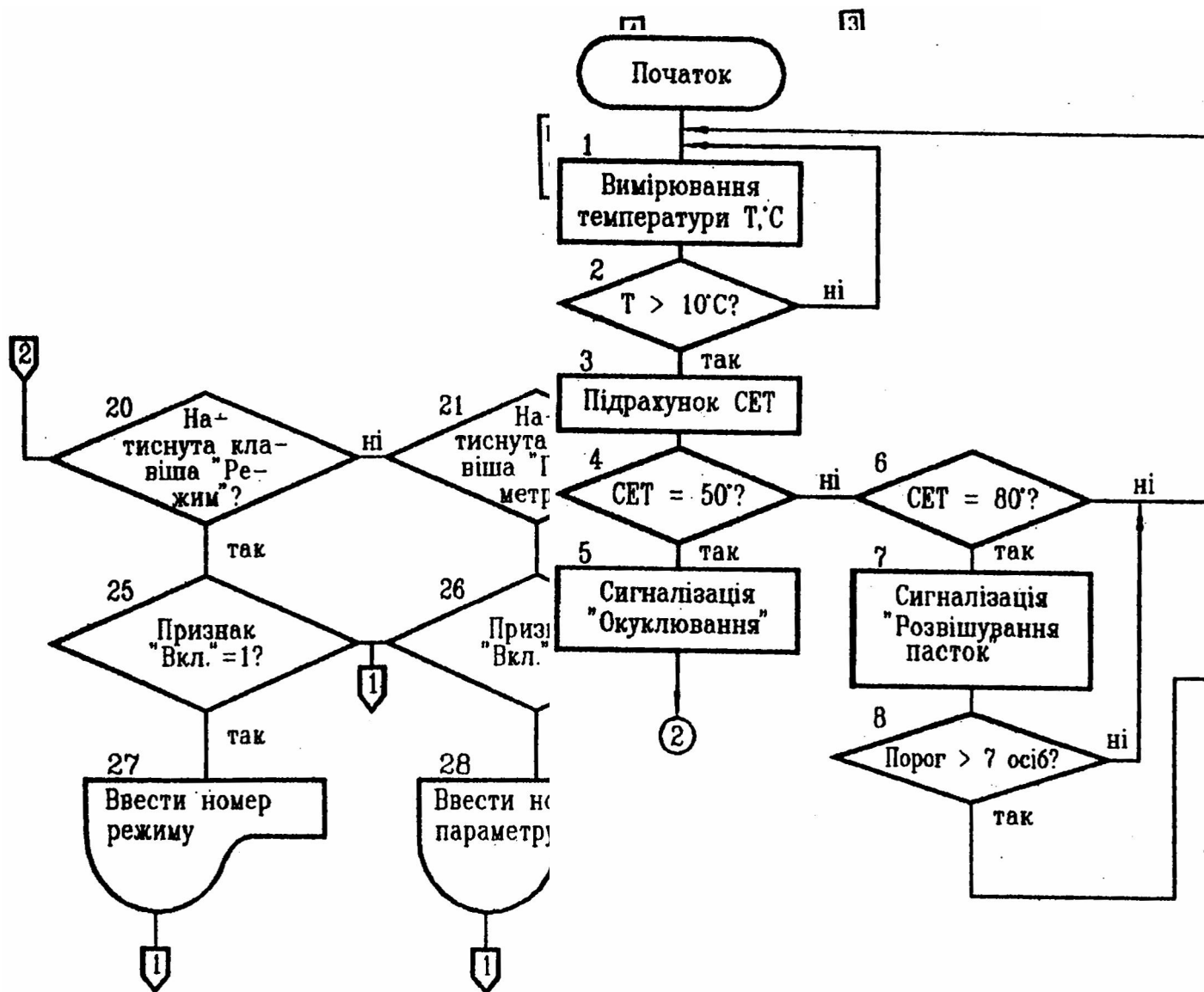


Fig. 7



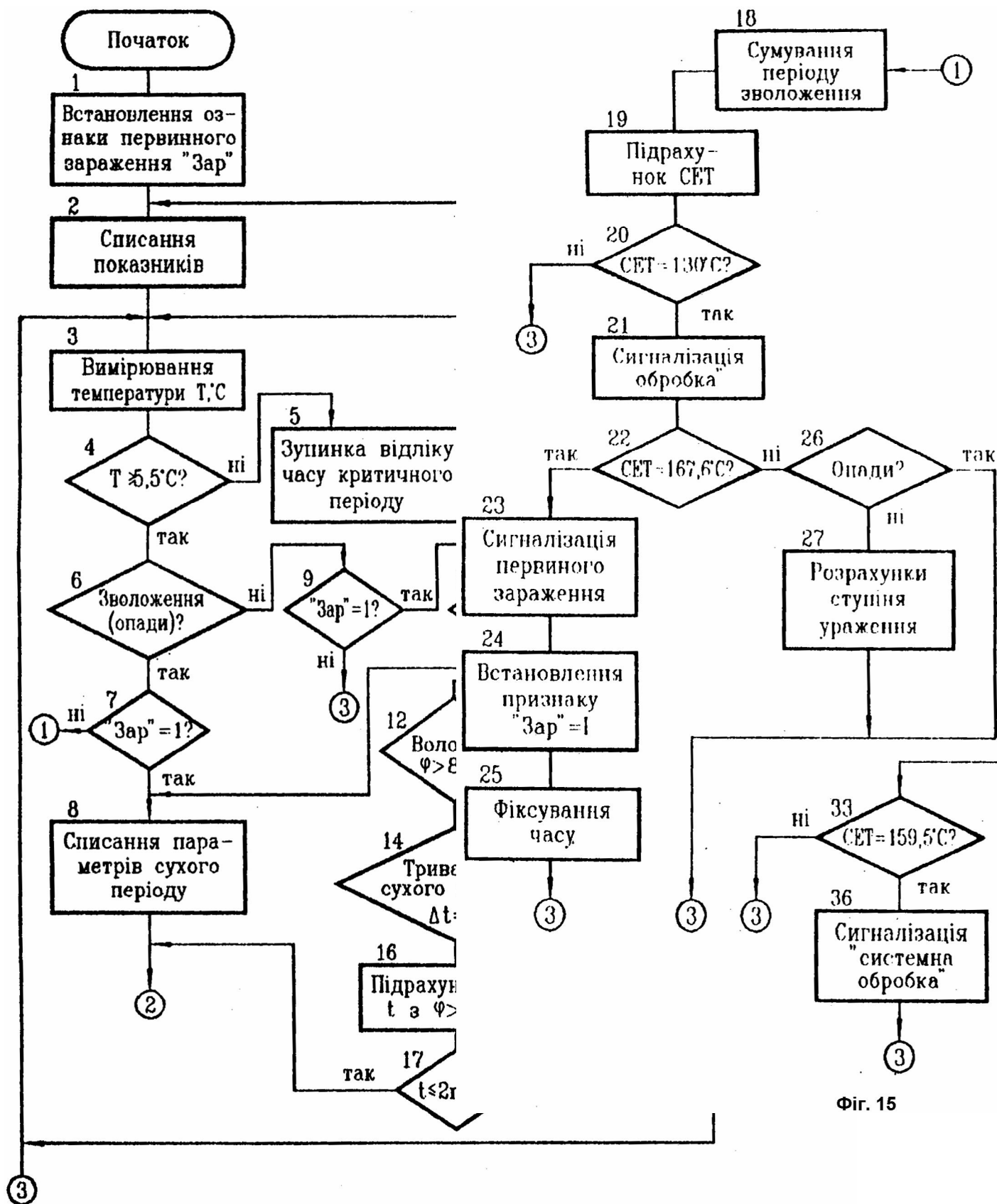
Фіг. 8



Фіг. 10



Фіг. 11



Фіг. 15

Фіг. 14