

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**Автоматизовані системи керування
технологічними процесами**

Конспект лекцій

СУМИ - 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет
Кафедра енергетики та електротехнічних систем

Автоматизовані системи керування
технологічними процесами

Конспект лекцій
для здобувачів 2 с.т. та 3 курсу
освітньої програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
денної та заочної форм здобуття освіти
ступеню вищої освіти «Бакалавр»

УДК 378
А 18

Укладач: Кравченко В.О., к.ф.-м.н., доцент кафедри енергетики та електротехнічних систем,

А 18 Автоматизовані системи керування технологічними процесами:
конспект лекцій / укл.: Кравченко В.О. - Суми, 2025. – 104 с.

В конспекті лекцій розглянуто основні поняття, принципи побудови та функціонування АСКТП різних типів, застосування їх до процесів сільськогосподарського виробництва, сучасну технічну базу автоматизованих систем керування.

Рецензенти:

Барсукова Г.В., к.т.н., доцент кафедри енергетики та електротехнічних систем СНАУ;

Хурсенко С.М., к.ф.-м.н., зав. кафедри охорони праці та фізики СНАУ.

Відповідальний за випуск:

Чепіжний А.В., к.т.н., зав. кафедри енергетики та електротехнічних систем.

Рекомендовано до видання Радою із забезпечення якості освітньої діяльності та якості вищої освіти інженерно-технологічного факультету
Протокол №5 від «25» березня 2025 року

ЗМІСТ

Розділ 1. Загальні положення про автоматизовані системи керування технологічними процесами	6
Тема 1. Визначення, класифікація і принципи побудови АСКТП....	6
Тема 2. Структурні схеми АСКТП.....	21
Розділ 2. Застосування автоматизованих систем керування технологічними процесами у с.-г. виробництві.....	29
Тема 3. Технологічні об'єкти керування у тваринництві.....	29
Тема 4. Технологічні об'єкти керування у рослинництві.....	45
Розділ 3. Стадії і етапи створення АСКТП. Опис АСКТП.....	63
Тема 5. Стадії і етапи створення АСКТП.....	63
Тема 6. Формалізація і математичний опис АСК.....	70
Розділ 4. Види і склад забезпечення АСК.....	74
Тема 7. Види і склад забезпечення АСК.....	74
Тема 8. Мікро-, міні- ЕОМ. Технічна база АСКТП.....	92
Список літератури.....	102

Розділ 1. Загальні положення про автоматизовані системи керування технологічними процесами

Тема 1. Визначення, класифікація і принципи побудови АСКТП

План

1. Вступ.
2. Загальні відомості про АСК.
3. Економічні і соціальні аспекти впровадження АСК, комп'ютеризації і роботизації.
4. Класифікація СА, види АСК, характеристика АСКТП.

1. Вступ.

У сільському господарстві автоматизація технологічних процесів набула розвитку тільки з 60-тих років минулого століття. Цьому сприяли успіхи в комплексній механізації та електрифікації сільськогосподарського виробництва. Спочатку автоматизація була лише частковою, тобто автоматизували окремі виробничі процеси та установки (інкубатори, водокачки, вентиляцію). Згодом почали створювати системи комплексної автоматизації, за яких автоматизувалися не тільки основні, а й допоміжні виробничі процеси й операції. Виникли автоматизовані потокові лінії, а також виробничі об'єкти: птахофабрики, тваринницькі комплекси, кормоцехи, теплиці й тепличні комбінати, зерноочисні і зерноочисно-сушильні пункти тощо. Нині провадяться науково-дослідні роботи по створенню автоматизованих польових мобільних агрегатів.

Автоматизація процесів сільськогосподарського виробництва забезпечує значний економічний ефект. Зокрема, комплексна автоматизація приготування кормів па поточкових лініях сприяє зменшенню затрат праці у 4-5 разів і зниженню собівартості цих кормів на 30-50%. Особливо суттєвим є економічний ефект при автоматизації технологічних процесів у птахівництві. На багатьох сучасних птахофабриках України, де повністю автоматизовано роздачу кормів, водопостачання, видалення посліду, збирання яєць, освітлення і регулювання режимів мікроклімату, затрати праці на виробництво 1000 яєць становлять 1,5-2,5 год, тобто у багато разів менше ніж на звичайних неавтоматизованих птахофермах.

Дуже ефективною є автоматизація стаціонарних електрифікованих процесів у рослинництві. Так, застосування для післякомбайнової обробки зерна комплектних зерноочисно-сушильних пунктів з поточковими технологічними лініями і централізованим автоматичним керуванням дає можливість у 2-3 рази знизити затрати праці порівняно із затратами на звичайних електрифікованих, але не автоматизованих токах.

Автоматика ефективно зарекомендувала себе й на мобільних машинах та агрегатах. Наприклад, впровадження засобів автоматичного наведення робочих органів комбайна на рядки кукурудзи, що збирається, дало можливість суттєво підвищити робочу швидкість руху агрегату і в кілька разів зменшити втрати врожаю. За розрахунками вчених, автоматизація польових мобільних агрегатів забезпечує підвищення продуктивності праці на 30%, зниження втрат продукції до 5% та зменшення витрат палива на 14%. При комплексній автоматизації

рільничих процесів продуктивність праці може збільшитись у 4-5 разів, а собівартість продукції знизитися на 10-30%.

Слід зазначити, що мета автоматизації не обмежується лише зниженням затрат праці і підвищенням ефективності використання техніки. Вона сприяє створенню енерго- і ресурсозберігаючих технологій, а також підвищенню продуктивності тварин і птиці, урожайності сільськогосподарських культур. Велике значення має створення сприятливих, а іноді навіть комфортних умов для працівників, зайнятих в автоматизованому виробництві.

Автоматизація технологічних процесів й надалі вдосконалюватиметься. Науково-дослідні і проектні організації, працюють над створенням принципово нових автоматизованих систем керування технологічними процесами (АСКТП), до структури яких вводяться керуючі обчислювальні машини (КОМ). Завдяки функціонуванню КОМ такі системи керують технологічними процесами в оптимальних режимах і дають змогу значно зменшити затрати праці і одночасно збільшити кількість і поліпшити якість сільськогосподарської продукції.

Оскільки сільське господарство дедалі більше оснащуватиметься електричним і технологічним обладнанням із застосуванням різних засобів і систем автоматизації, сучасний спеціаліст з технічною освітою має бути обізнаний з будовою різних систем автоматизації технологічних процесів, що застосовуються і передбачені для застосування в аграрному виробництві.

Змістом предмету «Автоматизована система керування технологічними процесами» є вивчення основ побудови систем автоматизації і освоєння принципів дії конкретних схем і систем автоматизації процесів та установок у тваринництві, птахівництві, тепличному господарстві тощо.

Після засвоєння основних положень курсу майбутні спеціалісти зможуть вільно користуватися спеціальною літературою з автоматизації технологічних процесів, проектами автоматизації та іншою науковою і технічною документацією.

2. Загальні відомості про АСК.

Основним інструментом для вирішення сучасних проблем керування технологічними процесами (ТП) служать так звані автоматизовані системи керування (АСК), в яких центральна, найголовніша роль і творчі здібності людини поєднуються із широким застосуванням сучасних математичних методів і засобів автоматизації, включаючи мікропроцесорні контролери.

Відповідно до державного стандарту України (ДСТУ) АСК ТП - це людино-машинна система, що забезпечує автоматизований збір інформації з первинних (ПП) або передавальних (ПрП) перетворювачів сигналів і її первинну обробку (фільтрування сигналів, лінеаризація характеристик ПП і ПрП, "офізичення" сигналів, тобто перетворення сигналів у значення параметрів у фізичних одиницях виміру) для розрахунку, видачі та реалізації керуючих впливів на об'єкт керування відповідно до прийнятих критеріїв керування. АСК ТП здійснює реалізацію впливів на об'єкт керування в темпі з технологічним процесом, тобто в реальному часі, при цьому забезпечує керування об'єктом в цілому, а її технічні засоби беруть участь у виробленні рішень з керування. Зазначеними обставинами АСК ТП якісно відрізняється від

традиційних систем автоматичного керування (САК), які представляють технічні засоби для автоматизації дій людини на окремих ділянках технологічного процесу. На відміну від цього в АСК ТП реалізується автоматизований процес прийняття рішень з керування технологічним процесом як єдиним цілим, для чого в ній застосовують різне "інтелектуальне" автоматичне обладнання обробки інформації, в першу чергу сучасні багатофункціональні, високопродуктивні мікропроцесорні контролери (МПК). Таким чином, АСК ТП характеризується єдністю і взаємодією трьох основних складових:

об'єкт керування (ОК) - це технологічні процеси з агрегатами, апаратами, установками та ін. та трубопроводами матеріальних потоків, що з'єднують все устаткування;

технічні засоби (ТЗ) - автоматичне обладнання обробки інформації, в тому числі МПК;

оперативний персонал (ОП) - оператори-технологи, експлуатаційний персонал.

При розробці системи автоматизації кожний агрегат, механізм, технологічний процес, виробництво, які підлягають автоматизації, називають об'єктом керування. Поєднання об'єкта керування з комплексом технічних засобів автоматизації прийнято називати системою автоматичного керування. Властивості (статичні та динамічні) об'єкта автоматизації визначають структуру комплексу технічних засобів автоматизації. Тому поняття об'єкта керування – одне з центральних у теорії автоматичного керування.

Залежно від обсягу завдань, які на неї покладені, автоматизація класифікується так:

часткова, що передбачає автоматизацію окремих технологічних процесів, пристроїв, елементів обладнання;

комплексна – провадиться на дільниці, у бригаді, в цеху, підприємстві, які функціонують як єдиний взаємопов'язаний комплекс; при цьому автоматизацією охоплені основні виробничі функції підприємства, відділення;

повна – передбачає передачу всіх функцій керування і контролю виробництвом автоматичній системі керування.

При створенні систем автоматизації важливо встановити найбільш доцільний рівень автоматизації виробничого процесу, що визначається перш за все економічною ефективністю в умовах конкретного виробництва.

Розробка систем автоматизації провадиться у певній послідовності. Насамперед розробляють структурну схему, яка дозволяє визначити складові частини об'єкту, а також зв'язки між ними. Потім розробляють схему автоматизації, на основі якої встановлюють функціональні властивості кожного з елементів системи зокрема і всієї системи в цілому. Наступний етап – дослідження властивостей об'єкта автоматизації як статичних, так і динамічних, що дозволяє вибрати для об'єкта відповідний алгоритм керування та регулятор (комплекс технічних засобів), який реалізує цей алгоритм. Потім розробляють схеми принципову, з'єднань та підключень, вибирають щитову продукцію і оцінюють ефективність розробленої схеми.

3. Економічні і соціальні аспекти впровадження АСК, комп'ютеризації і роботизації.

Автоматизація виробництва не є самоціллю, а ефективним засобом підвищення продуктивності праці, покращення якості продукції, зменшення затрат важкої, монотонної, небезпечної та шкідливої праці.

При вирішенні питань про автоматизацію того чи іншого виробництва, необхідно приймати до уваги не лише економічні, але і соціальні чинники. Перш за все автоматизують ті виробничі процеси, за ходом яких людині важко слідкувати, а також там, де перебування людини є небезпечним для її життя або шкідливим для здоров'я. В інших випадках впровадження автоматизації залежить від того, яку вона дає вигоду, тобто від її економічної ефективності.

Ефективність автоматизації залежить від:

- раціонального вибору об'єкту автоматизації;
- ступеня досконалості технологічного обладнання та його придатністю для сумісної роботи з автоматичними пристроями;
- раціонального вибору засобів автоматизації;
- наявності і рівня підготовки обслуговуючого персоналу;
- величини фінансових затрат та термінів впровадження та окуплення автоматики;
- ступеня використання автоматизованого обладнання.

Суттю сучасного підходу до автоматизації виробництва є не лише застосування окремих локальних автоматичних пристроїв, регуляторів, роботів та маніпуляторів, але головним чином - створення сучасних, принципово нових "високих" технологій та гнучких виробництв і розробка для них комплексних систем автоматизованого керування (АСК). Іноді це може означати повну перебудову виробництва, включаючи технологію, організацію та керування.

Створення автоматизованих систем керування технологічними процесами (ТП), виробництвами (АСКВ) і підприємствами (АСКП) вимагає значних затрат на їх розробку, придбання необхідних технічних засобів і біжучих затрат на забезпечення функціонування систем. Економія від функціонування АСК визначається з врахуванням затрат на їх експлуатацію. Економічна ефективність капіталовкладень в автоматизацію характеризується відношенням цієї економії до затрат на створення АСК.

Застосування АСК дає можливість стабілізувати та оптимізувати технологічні процеси у виробництві, постійно контролювати витрату матеріалів і сировини та проводити аналіз відхилення їх фактичних витрат від нормативних. При цьому удосконалюється організація виробництва, зменшується потреба позаурочних робіт і відповідних доплат до них. Частково вивільнюється інженерно-технічні працівники та керуючий персонал за рахунок зниження працемісткості складання первинних документів, виконання облікових операцій та розрахунків. Це дозволяє знизити затрати у сфері керування.

Таким чином, основними факторами підвищення ефективності від застосування АСК, які можна кількісно оцінити, є:

- підвищення продуктивності праці внаслідок скорочення затрат робочого часу і оптимального завантаження робочого персоналу, а також раціональнішого використання засобів та технологічного обладнання;

- прискорення введення в експлуатацію об'єктів та збільшення потужностей для випуску продукції;
- скорочення тривалості отримання готової продукції;
- забезпечення ритмічності роботи;
- скорочення затрат матеріальних та енергетичних ресурсів;
- підвищення якості продукції, та інші.

Економічна ефективність автоматизації визначається трьома показниками: річним приростом прибутку, річним економічним ефектом та ефективністю зроблених затрат.

Природньо, що капітальні затрати, а, значить, і показники їх ефективності залежать від вибраного рівня автоматизації. Затрати на випуск продукції після автоматизації зменшуються, але лише до певної міри. При високих рівнях автоматизації, тобто при застосуванні порівняно складного і дорогого обладнання зростають і витрати на його експлуатацію, що неминуче відбивається на собівартості продукції. Тому треба старатися визначити оптимальний рівень автоматизації як з огляду на затрати, так і з точки зору показників їх ефективності.

В умовах прискореного науково-технічного прогресу виробничі ділянки, лінії й цехи повинні швидко переналагоджуватися на більш прогресивну технологію або на випуск нової продукції. Цьому не задовольняють традиційні засоби механізації й автоматизації з їхнім твердим технологічним оснащенням, що вимагає багато часу й витрат при перенастроюванні в багатоміністерному виробництві. Тому багатофункціональні легко переналагоджувані робототехнічні системи є основними принципово новими технічними засобами, що дозволяють оперативно вирішувати виробничі завдання.

При використанні робототехніки внаслідок різкого скорочення часу й витрат на зміну технологічного процесу створюються сприятливі умови для автоматизації дрібносерійного багатоміністерного виробництва.

Як показує досвід, групове застосування роботів у технологічних лініях дозволяє збільшити продуктивність у багато разів. При цьому економія трудових ресурсів може бути дуже велика, якщо врахувати, що зараз близько половини всіх робітників зайняті саме ручною працею. При одиничному застосуванні системи робот - верстат цей ефект значно нижчий.

Виключення людини з виробничого циклу з його емоціями, утомою, можливою неуважністю створює умови більш чіткого дотримання всіх технологічних вимог, у результаті чого суттєво знижується брак і підвищується якість виробів, що випускаються. Важливий фактор роботизованого технологічного комплексу - можливість гнучкого переналагодження, що обумовлює меншу його схильність до "морального старіння".

При виключенні людини з технологічного процесу спрощуються вимоги до приміщення цеху, тобто виключається необхідність певної комфортності робочого місця, освітленості тощо.

На роботизованих ділянках суттєво підвищується ритмічність виробничого процесу, що є також найважливішим фактором в організації виробництва.

Для ефективного використання робототехнічних систем керівникам виробництва доводиться переглядати існуючу технологію, організовувати по-новому технологічні лінії, що вже дає додатковий економічний ефект. Найчастіше при роботизації змінюється й основне устаткування на більш продуктивне, що приводить до скорочення виробничих площ при тому ж або навіть при збільшеному випуску продукції. Також значно знижується вартість робіт в екстремальних умовах.

Роботи принципово відрізняються від відомих традиційних засобів автоматизації виробничих процесів своєю багатофункціональністю й швидкістю переходу на нові операції. Це забезпечується універсальністю багатоланкових механізмів маніпуляторів робота й системи керування їх рухом. Адаптивність керування в роботах другого й третього поколінь дозволяє виконувати й такі операції, які не можна було заздалегідь запрограмувати.

Роботизація виробництва являє собою комплексну проблему, що охоплює надзвичайно велику кількість науково-технічних і організаційно-економічних питань. Робототехніка висуває підвищені вимоги до механізмів маніпуляторів, приводів і їх систем керування, датчиків зворотного зв'язку, мікропроцесорної обчислювальної техніки, а також до математичного програмного забезпечення.

Роботи можуть широко застосовуватися у всіх галузях народного господарства, але робити їх окремо для кожного конкретного застосування неекономічно. Тому потрібна типізація роботів з одночасною уніфікацією окремих вузлів, щоб можна було встановлювати роботи й роботизовані технологічні комплекси різної складності й різного призначення залежно від виробничого завдання. Різноманітність їх надзвичайно велика, якщо мати на увазі не тільки машинобудівні, але й усі інші галузі народного господарства. Технічне переозброєння виробництва із застосуванням роботів для одержання максимальної ефективності вимагає підвищеного уваги до технологічної підготовки виробництва з ламанням старих традицій, пов'язаних із пристосуванням устаткування під фізіологічні властивості людини.

Важливим і складним завданням є оцінка економічної ефективності застосування робототехнічних систем з урахуванням соціальних наслідків.

Соціальне значення застосування робототехніки у всіх галузях народного господарства важко перебільшити. Так, число людей, що працюють на роботизованій лінії, зменшується в кілька разів і вони зайняті лише налагодженням, перенастроюванням лінії й спостереженням за її роботою, тобто докорінно міняється характер праці робітника, майстра, інженера. При цьому різко підвищується культура праці.

Звільнення людини від нетворчої непривабливої ручної праці сприяє переходу людини до більш цікавої й інтелектуальної діяльності. Це сприятливо позначається на розвитку людини, на підвищенні її кваліфікації й загальної культури.

Важливе соціальне значення робототехніки полягає ще й у розв'язку проблеми трудових ресурсів. Без широкого застосування робототехнічних систем, хоча б у найпростішій формі, поряд із традиційними засобами механізації й автоматизації виробничих процесів у всіх галузях промисловості ця проблема не може бути повністю вирішена.

Велике соціальне значення робототехніки полягає не тільки в підвищенні культури виробництва, але й в оздоровленні умов праці. Насправді, заміна ручної праці машинною за участю роботів і маніпуляторів ліквідує виробничий травматизм і багато профзахворювань.

З появою робототехніки можна пов'язати новий етап науково-технічної революції. Використовуючи механіку, кібернетику й обчислювальну техніку, робот в одній машині поєднує виконання всіх трьох функцій людини в процесі його трудової діяльності, а саме: сприйняття зовнішнього середовища за допомогою "органів почуттів" (технічні засоби робота), "обмірковування" і ухвалення рішення (мікропроцесорний "мозок" робота), активний вплив на зовнішнє середовище своїми "руками" (маніпулятори робота). Це й становить принципову новизну машин - роботів - і визначає зовсім нові можливості комплексної автоматизації виробництва.

4. Класифікація СА, види АСК, характеристика АСКТП.

Системи керування можуть класифікуватися за різними ознаками. Основними з них є:

- мета керування;
- спосіб керування;
- ступінь участі людини в керуванні;
- місце розташування технічних засобів збору і обробки інформації;
- ступінь централізації керування.

1. За метою керування системи керування діляться на стабілізуючі й оптимізуючі.

Стабілізуючі – підтримують критерій керування на постійному, заздалегідь заданому значенні.

Оптимізуючі – на екстремальному для виробничої ситуації, що створилася.

Критерій керування – показник, який характеризує функціонування ТОК в цілому. В якості критерію керування можуть виступати вихідні параметри процесу (витрати, якість), собівартість цільової продукції, прибуток.

Система стабілізації доцільна тільки при автоматизації стаціонарних об'єктів, у які збурення виникають рідко і вони незначні. Для складних нестационарних ТО слід застосовувати системи оптимізації.

2. За способом керування системи керування діляться на:

- замкнені;
- розімкнуті;
- комбіновані.

У замкненій системі керування впливи формуються залежно від відхилення поточного значення критерію керування від заданого. Такі системи не перешкоджають проникненню в технологічний об'єкт керування збурень, а тільки реагують на їхні наслідки.

Розімкнуті системи керування формують керуючі впливи залежно від збурень (при цьому значення критерію керування не використовуються). Перевагою таких систем є те, що впливи, які збурюють, ліквідуються до надходження в ТОУ. Однак ліквідувати всі збурювання практично неможливо.

Комбіновані системи керування поєднують властивості замкнених і розімкнутих систем.

3. За ступенем участі людини в керуванні системи автоматичного керування діляться на:

системи автоматичного керування (САК) – без залучення до керування технологічного персоналу;

автоматизовані системи керування технологічними процесами (АСК ТП) – людино-машинні системи.

4. За ступенем централізації керування СК діляться на: централізовані і децентралізовані (розподілені). У свою чергу децентралізовані системи бувають однорівневі й багаторівневі.

Види АСК

Автоматизована система керування підприємства (АСКП) призначена для вирішення основних завдань керування виробничо-господарською діяльністю промислового підприємства в цілому і (або) його самостійних частин на основі застосування економіко-математичних методів і засобів обчислювальної техніки.

Проблема автоматизованого керування сучасним промисловим підприємством відноситься до числа вельми складних і трудомістких. Відзначимо основні особливості АСКП, які визначають специфічні труднощі їх створення і використання:

а) домінуюче значення в АСКП мають економічні завдання керування: нормальне функціонування підприємства можливе лише при наявності неперервних зв'язків між виробництвом і постачанням, виробництвом та фінансовими засобами, виробництвом і реалізацією готової продукції;

б) визначальними в керуванні підприємством являються не технологічні обмеження, а директивні вказівки у вигляді плану, що мають силу закону і обов'язкові до виконання;

в) істотний постійний взаємозв'язок між багатьма іншими підприємствами (організаціями) та наявність внаслідок-цього таких специфічних завдань, як керування постачанням, збутом, фінансовою діяльністю, складання статистичної звітності, облік вартісних показників, проблеми бухгалтерського обліку, економіко-статистичні розрахунки і т. д.;

г) важливу роль відіграють різноманітні завдання керування людьми і трудовими ресурсами (підготовка наказів та розпоряджень, контроль за прийомом і звільненням, розрахунок заробітної плати, контроль за її плануванням і витрачанням і т. д.);

д) в АСКП використовуються специфічні форми зберігання та руху інформації - документообіг, пов'язаний за участю у вирішенні загальної задачі керування великого колективу людей.

Внаслідок сильної взаємопов'язаності різних показників роботи підприємства основним критерієм керування для АСКП є прибуток підприємства за планований період (наприклад, за 1 рік). Максимізація цього критерію при обліку інших показників у вигляді відповідних обмежень може часто вважатися формалізованою метою роботи підприємства.

Автоматизована система керування технологічним процесом (АСК ТП) – це АСК для керуючих впливів на технологічний об'єкт керування у відповідності з прийнятим критерієм керування. Оскільки це один з різновидів АСК, то їй властиві такі ознаки, загальні для всіх АСК:

АСК ТП - це людино-машинна система, в якій людина відіграє найважливішу роль, приймаючи в більшості випадків змістовну участь у виробленні рішень по керуванню;

істотне місце в АСК ТП займають автоматизовані пристрої (у тому числі кошти обчислюваної техніки), що виконують трудомісткі операції по збору, обробці та переробці інформації;

мета функціонування АСК ТП - оптимізація роботи об'єкта шляхом відповідного вибору керуючих впливів.

Крім того, слід мати на увазі, що АСК може бути віднесена до класу АСК ТП тільки в тому випадку, якщо вона здійснює вплив на об'єкт в тому темпі, що і технологічні процеси, які протікають у ньому, забезпечує керування технологічними об'єктами в цілому, а її технічні засоби беруть участь у розробці рішень з керування. Останніми двома обставинами АСК ТП якісно відрізняється від традиційних систем автоматизації і різноманітних локальних систем автоматики, які по суті являють собою *технічні засоби* для автоматизації дій людини на тій чи іншій ділянці процесу. На відміну від цього в АСК ТП реалізується автоматизований процес прийняття рішень по керуванню технологічним об'єктом як єдиним цілим, для чого в АСК ТП застосовуються різні «інтелектуальні» автоматичні пристрої переробки інформації, і перш за все - сучасні засоби обчислювальної техніки.

Інтегровані АСК. За сучасними поглядами, відображеними у відповідних нормативних документах, АСК ТП не входять безпосередньо до складу АСК підприємствами. При розробці, впровадженні та експлуатації на одному підприємстві АСК ТП і АСКП вони розглядаються як взаємозалежні, але окремі системи, між якими існують відносини ієрархічної співпідпорядкованості як молодшого до старшого, а не як частини до цілого. Аналогічно трактуються співвідношення між АСКП і галузевими АСК (ГАСК), АСК агрегатами і АСК виробництвами: всі вони не «вкладені» одна в іншу, а утворюють багаторівневу ієрархію автоматизованих систем керування промисловими об'єктами.

При наявності на підприємстві автоматизованої системи керування, яка відноситься до класу АСКВ, АСК ТП отримує від відповідних підсистем АСКП завдання і обмеження (номенклатурі підлягають випуск продуктів або виробів, обсяг виробництва, задані значення техніко-економічних показників і ін.), а також забезпечує підготовку та передачу цим системам необхідної техніко-економічної інформації, зокрема, про виконання завдань, основні показники продукції, стану обладнання, хід технологічного процесу тощо.

Органічне поєднання декількох АСК ТП між собою або з АСКП, здійснюване з метою підвищення загальної технічної та економічної ефективності їх функціонування, призводить до появи на промислових підприємствах інтегрованих АСК (ІАСК). Слід підкреслити, що ІАСК особливо ефективні у тих випадках, коли в них реалізується взаємозв'язане узгоджене керування як технологією, так і організацією виробництва в масштабі всього підприємства. Проте можливі також ІАСК меншого масштабу, керуючі цехом, окремим виробництвом тощо

Характерні особливості АСК ТП

АСК ТП – це людино-машинні системи керування, що забезпечують автоматизований збір і обробку інформації про стан і функціонування

керування технологічним об'єктом, здійснюючи на основі цієї інформації оптимізацію протікання процесів керування технологічним об'єктом відповідно до прийнятого критерію.

АСК ТП є окремих випадком систем керування зі зворотними зв'язками, які характеризуються наявністю самостійних функцій та цілей керування, а також необхідної для реалізації цих функцій і цілей спеціальною системною організацією.

Характерні особливості АСК ТП:

- наявність сучасних автоматичних засобів (обчислювальної техніки) збору і обробки інформації;

- людина виступає в ролі суб'єкта праці, основні функції якого полягають у прийнятті управляючих рішень на основі отриманої інформації про об'єкт керування та даних про можливі альтернативні варіанти управляючих рішень;

- здійснення обробки технічної та техніко-економічної інформації;

- вироблення управляючих впливів проводиться в реальному масштабі часу;

- як компонент системи керування промисловим підприємством АСК ТП призначена для цілеспрямованого проведення технологічних процесів і забезпечення більш високих рівнів керування оперативною й достовірною інформацією техніко-економічного характеру;

- можливість мати багаторівневу ієрархічну структуру, забезпечувати керування автоматизованими технологічними комплексами, технологічними об'єктами, допоміжними процесами (транспортування, складування й т.п.), що входять до процесу виробництва;

- одержання від відповідних підсистем АСКП або служб керування підприємством завдань і обмежень щодо номенклатури запланованих до випуску виробів, обсягів виробництва, техніко-економічних показників та забезпечення підготовки й передачі цим підсистемам або службам керування необхідних для їхньої роботи даних про стан і функціонування автоматизованих технологічних комплексів.

При наявності на підприємстві автоматизованої системи технологічної підготовки виробництва повинна бути налагоджена взаємодія АСК ТП із цією системою. АСК ТП повинна одержувати від автоматизованої системи технологічної підготовки виробництва технологічну та іншу необхідну їй інформацію, передавати автоматизованій системі технологічної підготовки виробництва оперативні дані для коректування її рішень на наступних часових інтервалах.

Цілі функціонування АСК ТП у кожному конкретному випадку можуть бути різними, наприклад:

- економія палива, сировини, енергії та інших видів виробничих ресурсів;

- забезпечення безпеки функціонування;

- підвищення якості кінцевого продукту;

- зниження витрат живої праці;

- досягнення оптимальних завантажень устаткування;

- оптимізацію режимів роботи керуванням технологічним об'єктом тощо.

Призначення будь-якої автоматизованої системи керування, її необхідні функціональні можливості, бажані технічні характеристики та інші особливості

у вирішальній мірі визначаються тим об'єктом, для якого створюється дана система. Для АСК ТП керованим об'єктом є так званий *технологічний об'єкт керування* (ТОК), що представляє собою сукупність технологічного обладнання та реалізованого на ньому за відповідними інструкціями або регламентом технологічного процесу виробництва цільового продукту. У якості ТОУ можуть розглядатися:

- технологічні агрегати і установки;
- окремі виробництва, що реалізують самостійний, закінчений технологічний цикл;
- виробничий процес всього промислового підприємства, якщо керування ним носить в першу чергу і в основному технологічний характер, тобто полягає у виборі та узгодженні раціональних режимів роботи взаємопов'язаних агрегатів, ділянок і виробництв.

Призначення АСК ТП зазвичай можна визначити як цілеспрямоване ведення технологічного процесу і забезпечення суміжних і вищестоящих систем керування необхідною інформацією. У ряді випадків, коли функціонування нових надпотужних об'єктів без сучасної АСК виявляється практично неможливим, призначенням такої системи є досягнення реалізації і стійкості технологічного процесу при високо інтенсивних і економічних режимах використання обладнання.

Створення і функціонування кожної АСК ТП повинно бути спрямоване на отримання цілком визначених техніко-економічних результатів (зниження собівартості продукції, зменшення втрат, підвищення продуктивності праці, якості цільових продуктів, поліпшення умов праці персоналу і т. п.). Тому необхідно чітко конкретизувати мету функціонування системи. Прикладами таких цілей для технологічних об'єктів можуть служити: забезпечення безпеки функціонування; стабілізація параметрів вхідних потоків; отримання заданих параметрів вихідних продуктів; оптимізація режиму роботи об'єкта; узгодження режимів роботи устаткування.

Ступінь досягнення поставлених цілей прийнято характеризувати за допомогою так званого *критерію керування*, тобто показника, який досить повно характеризує якість ведення технологічного процесу і приймаючого числові значення в залежності від вироблюваних системою керуючих впливів.

Як правило, загальний критерій економічної ефективності керування технологічним процесом не застосовується через складність визначення необхідних кількісних залежностей в конкретних умовах; у таких випадках формують частинні критерії оптимальності, що враховують специфіку керованого об'єкта і доповнені умовними обмеженнями. Такими критеріями, наприклад, можуть бути:

- максимальна продуктивність агрегату при визначених вимогах до якості продукції, умов експлуатації устаткування і т. д.;
- мінімальна собівартість при випуску продукції в заданому обсязі і заданій якості;
- мінімальна витрата деяких компонентів, наприклад дорогих присадок або каталізатора.

Щоб домогтися бажаного (у тому числі оптимального) ходу технологічного процесу, в системі керування їм необхідно в потрібному темпі

виконувати багато різних взаємопов'язаних дій: збирати та аналізувати інформацію про стан процесу, реєструвати значення одних змінних і стабілізувати інші, приймати і реалізовувати відповідні рішення по керуванню і т. д. Саме ця «діяльність» системи керування була раніше названа функціонуванням, тобто виконанням нею встановлених функцій.

Функції АСК ТП – це сукупність дій системи, спрямовані на досягнення частинної мети керування. При цьому в якості дій розглядаються заздалегідь визначені і описані в експлуатаційній документації послідовності операцій і процедур, що виконуються частинами системи. В більшості випадків під терміном «функція АСК ТП» розуміють таку закінчену сукупність дій, виконуваних системою, яка проявляється поза нею і тому має певну споживчу цінність.

Прийнято розрізняти *інформаційні та керуючі* функції АСК ТП

До *інформаційних* відносяться такі функції АСК ТП, результатом виконання яких є подання оператору системи або якому-небудь зовнішньому одержувачу інформації про хід керованого процесу.

Прикладами інформаційних функцій АСК ТП є:

- контроль за основними параметрами, тобто неперервна перевірка відповідності параметрів процесу допустимим значенням і негайне інформування персоналу при виникненні невідповідностей;
- вимір або реєстрація за викликом оператора тих параметрів процесу, які його цікавлять в ході керування об'єктом;
- інформування оператора (за його запитом) про виробничі ситуації на тій чи іншій ділянці об'єктів та керування в даний момент;
- інформування оператора (за його запитом) про виробничі ситуації на тій чи іншій ділянці об'єктів та керування в даний момент;
- обчислення за викликом оператора деяких комплексних показників, що не піддаються безпосередньому вимірюванню і характеризують якість продукції або інші важливі показники технологічного процесу;
- обчислення досягнутих техніко-економічних показників роботи технологічного об'єкта;
- періодична реєстрація вимірюваних параметрів і обчислюваних показників;
- виявлення і сигналізація настання небезпечних (перед аварійних, аварійних) ситуацій.

Виконуючи ці основні інформаційні функції, АСК ТП своєчасно забезпечує свого оператора (диспетчера) відомостями про стан і будь-які відхилення від нормального протікання технологічного процесу.

Керуючі функції АСК ТП включають в себе дії по виробленню і реалізації керуючих впливів на об'єкт керування. Тут під виробленням розуміється визначення (на підставі отриманої інформації) раціональних впливів, а під реалізацією – дії, які забезпечують здійснення прийнятих після виробітку рішень.

До основних керуючих функцій відносяться:

- стабілізація змінних технологічного процесу на деяких постійних значеннях, визначених регламент виробництва;
- програмна зміна режиму процесу за заздалегідь заданими законами;

- захист обладнання від аварій;
- формування та реалізація керуючих впливів, що забезпечують досягнення або дотримання режиму, оптимального за технологічним або техніко-економічним критерієм;
- розподіл матеріальних потоків і навантажень між технологічними агрегатами;
- керування пуском і зупинкою агрегатів та ін.

Автоматизована система керування технологічними процесами виконує також *допоміжні* функції, до яких відноситься, наприклад, контроль за справністю функціонування самої АСК, тобто рішення внутрішньо системних завдань і т. п.

Залежно від участі обслуговуючого персоналу розрізняють два режими реалізації функції АСК ТП автоматичний і автоматизований. Допоміжні функції повинні виконуватись тільки в автоматичному режимі. Інформаційні функції також в цілому повинні виконуватись в автоматичному режимі, а в автоматизованому режимі виконують тільки операції для аналітичного контролю деяких параметрів технологічних процесів.

Для керуючих функцій визначають три автоматизованих і два автоматичних режимів реалізації. Серед автоматизованих режимів реалізації керуючих функцій визначають:

"ручний" режим, при якому технічні засоби АСК ТП надають потрібну інформацію оператору-технологу (ОТ) про стан об'єкта керування, а вибір і здійснення керуючих впливів виконує ОТ;

режим "порадника", при якому технічні засоби АСК ТП виробляють рекомендації для керування об'єктом, а рішення про їх використання приймає та реалізує ОТ;

"діалоговий" режим, при якому ОТ має можливість коригувати постановку і умови будь-якої задачі, що вирішує АСК ТП.

Серед автоматичних режимів реалізації керуючих функцій визначають:

режим супервізорного (супервайзерного, непрямого) керування, при якому технічні засоби АСК ТП змінюють уставки та/або параметри настройки локальних автоматичних регуляторів за заданим алгоритмом;

режим безпосереднього (прямого) керування, при якому керуючі впливи технічні засоби АСК ТП видають безпосередньо на виконавчі механізми.

При побудові АСК ТП часто виникає потреба декомпонувати її на підсистеми. Підсистема АСК ТП - це частина всієї системи, яку виділяють за функціональною або структурною ознаками. Функціональна ознака дозволяє декомпонувати АСК ТП на інформаційну та керуючі підсистеми, або на підсистеми для виконання конкретних задач. Структурна ознака дозволяє декомпонувати АСК ТП на підсистеми, які забезпечують керування частиною об'єкта.

Класифікація АСК ТП

АСК ТП як об'єкти класифікації характеризуються багатьма суттєвими факторами та показниками, кожний з яких може виступати в ролі класифікаційної ознаки. Виділяють п'ять основних класифікаційних ознак АСК ТП.

1. Класифікація АСК ТП за рівнем, який вона посідає в організаційно-виробничій структурі підприємства (табл. 1.1), ознака має три класи.

Таблиця 1.1

Назва АСК ТП за рівнем	Код класу	Об'єкти керування, які відповідають ознаці
АСК ТП нижнього рівня	1	Технологічні агрегати, установки, ланки виробництва, які не мають в своєму складі других АСК ТП нижнього рівня
АСК ТП верхнього рівня	2	Групи технологічних установок, цехи виробництва, які не мають в своєму складі АСК ТП нижнього рівня
АСК ТП багаторівневі	3	Групи технологічних установок, цехи виробництва, які мають в своєму складі АСК ТП нижнього рівня

2. Класифікація АСК ТП за характером протікання технологічного процесу (ТП) за часом (табл. 1.2), ознака має три класи.

Таблиця 1.2

Назва АСК ТП за характером протікання ТП	Код класу	Характер протікання технологічного процесу
АСК ТП неперервної дії	н	Технологічні процеси неперервної дії з практично беззупинковою подачею енергії, палива, реагентів, сировини тощо, наприклад, теплопостачання при опаленні
АСК ТП перервної (періодичної) дії	п	Поєднання технологічних процесів із неперервним і перервним режимами функціонування, наприклад, фільтр швидкісний при нормальному режимі і промивці
АСК ТП дискретної дії	д	Дискретні технологічні процеси, як правило, підприємств із несуттєвою для керування тривалістю технологічних операцій, наприклад, технічного обслуговування, ремонту і реконструкції будівель

3. Класифікація АСК ТП за "умовною інформаційною потужністю" (УІП), яку характеризують числом, яке дорівнює сумі параметрів автоматичного контролю і керуючих впливів (табл. 1.3), ознака має п'ять класів.

Таблиця 1.3

Назва АСК ТП за "УІП"	Код класу	Число "УІП" АСК ТП	
		мінімальне	максимальне
із найменшою "УІП"	1	10	40
із малою "УІП"	2	41	160
із середньою "УІП"	3	161	650
із підвищеною "УІП"	4	651	2500
із великою "УІП"	5	2501	не обмежується

Ця ознака дає кількісне оцінювання систем автоматичного керування (САК) і автоматизованих систем керування технологічними процесами (АСК ТП), оскільки для САК "УІП" більше 7 практично не буває.

4. Класифікація АСК ТП за рівнем функціональної надійності (РФН) (табл. 1.4), ознака має три класи.

Таблиця 1.4

Назва АСК ТП за РФН	Код класу	Характеристика РФН
АСК ТП із мінімальним РФН	1	РФН АСК ТП практично не регламентують, не ставлять вимоги на його підвищення
АСК ТП із середнім РФН	2	РФН АСК ТП регламентують, але відмова в АСК ТП не приводить до зупинки об'єкта керування
АСК ТП із високим РФН	3	РФН АСК ТП жорстко регламентують, тому що відмова в АСК ТП може привести до зупинки об'єкта керування або аварії

5. Класифікація АСК ТП за сукупністю інформаційних і керуючих функцій, тобто за режимом функціонування (РФ) АСК ТП (табл. 1.5), ознака має чотири класи.

Таблиця 1.3

Назва АСК ТП за РФ	Код класу	Об'єкти керування, які відповідають ознаці
АСК ТП із інформаційним РФ	і	В автоматичному режимі виконують інформаційні функції, рішення по керуванню об'єктом приймає і реалізує оператор-технолог (ОТ)
АСК ТП із локально-автоматичним РФ	л	В автоматичному режимі виконують інформаційні функції і функції локального керування окремими параметрами. Рішення по керуванню об'єктом приймає і реалізує ОТ
АСК ТП із РФ "порадника"	п	В автоматичному режимі виконують інформаційні функції і функції локального керування окремими параметрами. За допомогою математичних моделей об'єкта керування АСК ТП формує поради для вибору ОТ керуючих впливів відповідно до критерію керування
АСК ТП із автоматичним РФ	а	Інформаційні і керуючі функції АСК ТП виконуються в автоматичному режимі відповідно до критерію керування

Наведені ознаки класифікації і відповідні коди класів АСК ТП застосовують при розробці Технічного завдання для створення таких систем. При цьому код АСК ТП складається з відповідних кодів класів від першої до п'ятої ознаки. Наприклад, код АСК ТП: 1н33п - тоді повна назва системи - АСК ТП нижнього рівня, неперервної дії, середньої умовної інформаційної потужності, високого рівня функціональної надійності та функціонування в режимі "порадника".

Тема 2. Структурні схеми АСКТП

План

1. Загальні відомості. АСКТП, що функціонують без обчислювального комплексу.
2. АСКТП у режимах збору та обробки інформації і радника.
3. АСКТП у супервізорному режимі і у режимі безпосереднього цифрового керування.
4. Багаторівневі ієрархічні системи керування.

1. Загальні відомості.

Сучасні АСКТП дуже різноманітні і можуть відрізнятися один від одного за функціональним складом, ступенем автоматизації управління об'єктом, застосованих технічних засобах і багатьма іншими ознаками і характеристиками. Тим не менше, щоб отримати відомості про те, якими бувають АСКТП, цілоспрямовано розглянути характерні різновиди таких систем, що розрізняються способами доповнення основних інформаційних і керуючих функцій.

Найбільш простим різновидом є *АСКТП, що функціонують без обчислювального комплексу*. Вони застосовуються для управління окремими відносно простими технологічними апаратами установками або групами апаратів (ділянками). У загальній структурі управління виробництвом такі системи займають саму нижню сходинку ієрархії і тому характеризуються тісним зв'язком з об'єктом, деякою автономністю поведінки (порівняно мала залежність від інших ступенів ієрархії), найбільшою оперативністю контролю й управління.

Основні функції цих систем управління наступні:

- контроль параметрів технологічного процесу;
- стабілізація технологічного процесу на заданому постійному режимі, обумовленому регламентом виробництва;
- програмне управління (включаючи пуск і останов процесу);
- захист обладнання від аварій; оперативний зв'язок зі старшими ступенями управління.

Велика частина перерахованих вище завдань управління в тій чи іншій мірі властива і верхнім рівням управління, проте завдання управління на нижньому рівні мають свої специфічні особливості.

Такі системи управління історично були першою областю, в якій почали застосовуватися автономні пристрої. Якщо завдання координації (середній рівень управління) і планування (верхній рівень управління) ще до теперішнього часу в більшості випадків вирішуються людьми без застосування безпосередньо пов'язаних з об'єктом технічних засобів автоматизації, то завдання, автоматичного контролю і стабілізації температури, тиску та інших, технологічних параметрів і в ряді випадків задачі оптимізації успішно вирішуються за допомогою автономних спеціалізованих технічних пристроїв.

Системи розглянутого виду мають тісний, безпосередній зв'язок з технологічним об'єктом управління. Практично вся інформація про стан об'єкта вводиться в таку систему автоматично від датчиків (первинних перетворювачів), а управляючий вплив поступає від неї безпосередньо на

регулюючі органи. При цьому збір інформації та формування керуючих впливів зазвичай виробляються або безперервно, або з достатньо високою частотою, обумовленою темпом керованого технологічного процесу.

Крім того, в розпорядженні оператора системи є різні автоматичні пристрої контролю та управління, дозволяють розвантажити його від виконання численних одноманітних дій для спостереження за станом устаткування, управління ним і зосередити увагу на головних технологічних параметрах і операціях. Оператор і підпорядковані йому технічні засоби складають єдину автоматизовану систему управління об'єктом. В свою чергу в ній можна виділити ряд підсистем.

Призначення підсистеми *дистанційного керування* складається в передачі впливів оператора на виконавчі механізми, віддалені від центрального пункту управління.

Підсистема *автоматичного регулювання* повинна підтримувати задану продуктивність (потужність) установок і стабілізувати технологічні параметри на заданому рівні.

Пристрої підсистеми *захисту* покликані запобігати виникненню і розвитку аварій та захищати установки від пошкоджень і руйнування при виході з ладу окремих елементів устаткування, відмов або помилкових дій систем регулювання, а також при помилкових діях оператора. Підсистема захисту, як правило, виконується незалежною, тобто має власні первинні пристрої для вимірювання параметрів технологічних процесів, незалежні канали управляючих впливів, а часто також свої автоматичні резервні джерела живлення.

Призначення *пристроїв сигналізації* полягає в тому, щоб в момент перевищення параметром гранично допустимого значення чітко інформувати оператора про те, що трапилося.

За допомогою приладів підсистеми *індивідуального вимірювання* контролюються найбільш важливі технологічні параметри; деякі пристрої реєстрації допомагають спостерігати за тенденцією зміни (зменшенням або збільшенням) контрольованої величини і якістю роботи систем управління окремими ділянками. Крім того, за допомогою записуючих приладів можна аналізувати причини виникнення, хід і розвиток аварій і оцінювати економічність установки протягом тривалих періодів часу.

Вимірювання за викликом необхідні для періодичного спостереження за менш відповідальними параметрами; вони виконуються оператором за допомогою одного показникового приладу, до якого підведені через спеціально комутуючі пристрій вимірювальні ланцюги від групи первинних перетворювачів (датчиків).

Масовий контроль застосовується при необхідності перевіряти поточні значення великої кількості однотипних допоміжних параметрів та малої ймовірності відхилення їх від заданого значення. Для масових вимірювань застосовуються автоматичні багатоканальні вимірювальні системи, забезпечені пристроями і пов'язані з підсистемою світлової сигналізації.

Використання централізованих систем вимірювання за викликом, систем масового контролю та первинних приладів з уніфікованим сигналом на виході (електричним або пневматичним), придатним для багатократного використання

в системах контролю і регулювання, дозволяє скоротити загальне число вимірювальних приладів, істотно зменшити габарити щитів управління і, найголовніше, розвантажити оператора від виконання великого числа необхідних, але другорядних операцій.

Показникові і реєструючі вимірювальні прилади, ключі і перемикачі управління, показники положення регулюючих органів та інші технічні засоби всіх перерахованих вище підсистем розміщуються на центральних щитах і пультах управління, які встановлюються в спеціально відведених для них приміщеннях і обслуговуються оператором. При цьому частина другорядних технологічних параметрів контролюється за допомогою приладів, встановлених на так званих місцевих щитах управління, розміщених поблизу діючих агрегатів. Безпосереднє спостереження за станом діючого устаткування та показами приладів на місцевих щитах керування, а при необхідності також ручний вплив на ряд регулюючих або запірних органів покладаються на чергових обхідників.

Описана система, хоча і не містить у своєму складі обчислювального комплексу, але вона є людино-машинною системою, тобто найпростішим, але досить представницьким і поширеним видом АСК ТП.

Інтенсивне ускладнення і збільшення масштабів промислового виробництва, що відбулося останнім часом призвели до різкого ускладнення функцій управління, що у свою чергу викликало необхідність створення автоматизованих систем АСКТП на базі ЕОМ, котрі якісно змінили форму й ефективність управління. АСКТП відрізняються від систем централізованого контролю більш широким діапазоном автоматичних функцій управління.

Розрізняють п'ять типів структур АСКТП, що різняться характером функцій управління і їх розподілом між оператором та ЕОМ.

1. Режим збору та обробки інформації.
2. Режим радника.
3. Супервізорний режим.
4. Режим безпосереднього цифрового управління.
5. Багаторівневі ієрархічні системи.

2. АСКТП у режимах збору та обробки інформації і радника.

У режимі збору і обробки даних параметри ТП вимірюються пристроями ВП, перетворюються в цифрову форму засобами сполучення і вводяться до ЕОМ. Після обробки в ЕОМ оперативна інформація про хід процесу надходить на засоби відображення, статична інформація у виді техніко-економічних і технологічних показників друкується у виді звіту, і дані, що використовуються в подальших розрахунках фіксуються на машинних носіях - перфострічках, перфокартах, магнітних дисках і т.д. Математичне забезпечення ЕОМ для цього режиму складається з бібліотеки робочих програм, кожна з яких виконує одну або декілька функцій програми-диспетчера, яка по заздалегідь визначеному порядку або в залежності від поточних значень параметрів контролю вибирає для виконання ту або іншу робочу програму. Порядок виконання може бути змінений подаванням оператором сигналом переривання, причому робота здійснюється в діалоговому режимі.

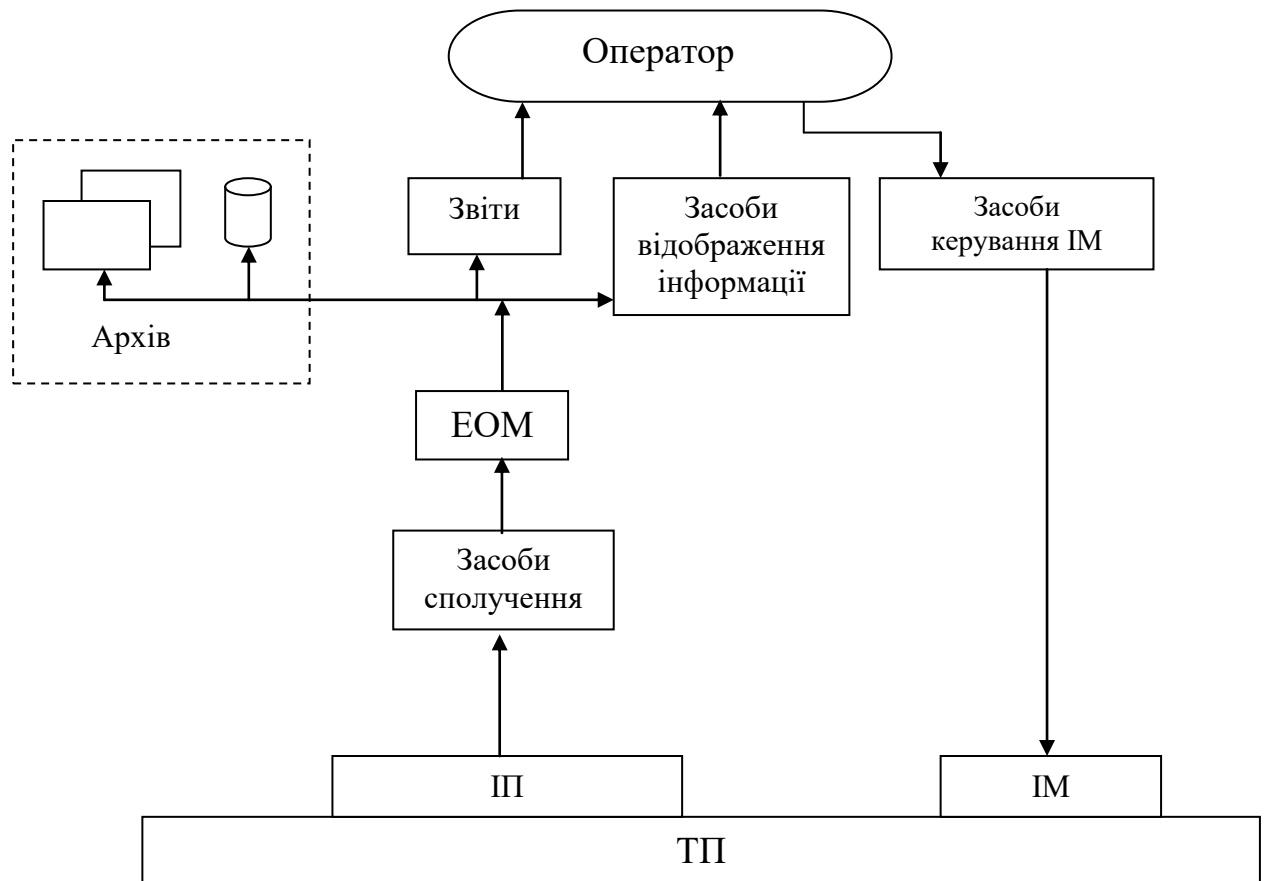


Рисунок 1 - Схема режиму збору та обробки інформації

Функціонування АСКТП у *режимі радника* здійснюється по тій же схемі, що і для режиму збору й обробки інформації. У таких системах крім збору й обробки інформації виконуються наступні функції:

- визначення раціонального технологічного режиму по окремих технологічних параметрах або по всьому процесі в цілому;
- визначення керуючих впливів по усім або окремим керованим перемінним;
- визначення значень уставок локальних регуляторів.

У системах-радниках дані про технологічний режим надходять через засоби відображення інформації у формі рекомендацій оператору, що враховує їх при прийнятті власного рішення. Процес звичайно ініціюється програмою-диспетчером, але при цьому оператор у діалоговому режимі може ввести додаткову інформацію, яку не можна одержати шляхом вимірів, а вона формується самим оператором і носить якісний характер. Наприклад, у ході процесу може виникнути необхідність або пожертвувати якістю вихідного продукту і при цьому виконати завдання по кількості, або зменшити кількість, зберігши необхідну якість. Якщо логіка алгоритму призводить процес обчислення до появи альтернативного варіанта, то розрахунок переривається й оператору посилається запит про вибір одного з цих шляхів продовження розрахунку.

Системи збору й обробки інформації і радника застосовується в тих випадках, коли потрібний обережний підхід через невизначеності в математичному описі складного об'єкта і остаточне рішення повинен приймати оператор.

3. АСКТП у супервізорному режимі і у режимі безпосереднього цифрового керування.

Характерна особливість АСКТП з обчислювальним комплексом, що виконує функції центрального керуючого пристрою (в режимі супервізорного керування) полягає в тому, що в них ВК включається в замкнутий контур автоматичного управління і виробляє керуючі впливи, які надходять як сигнали завдань безпосередньо на вхід до систем автоматичного регулювання (рис. 2.). Цей режим роботи ВК істотно відрізняється від режиму порадирика, при якому всі зміни в управлінні вносить тільки оператор. Основне завдання супервізорного керування - автоматичне підтримання технологічного процесу поряд з оптимальною робочою точкою шляхом оперативного впливу на нього.

Робота обчислювального комплексу по збору і переробці інформації в системі супервізорного керування мало відрізняється від описаної вище для режиму порадирика.

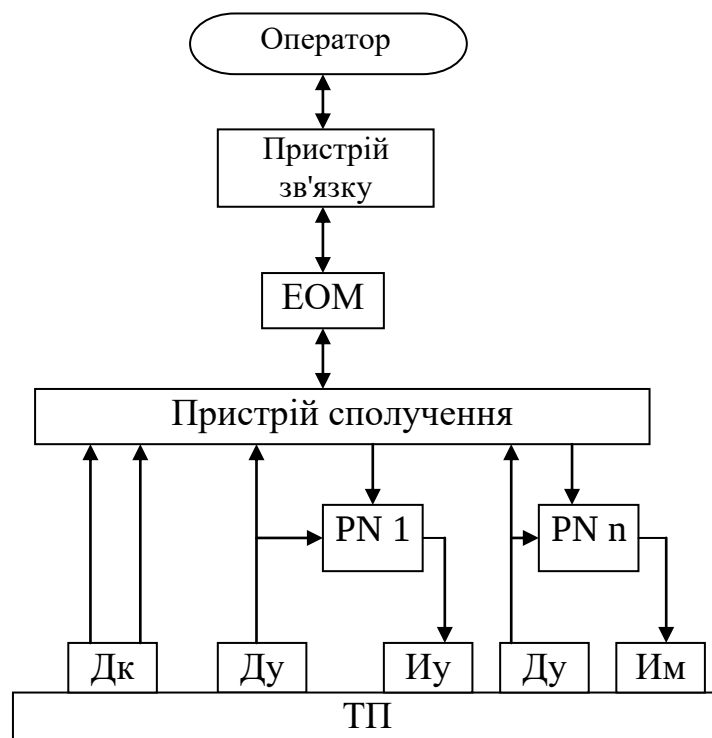


Рисунок 2 - Схема АСКТП у супервізорному режимі

Обчислення по визначенню керуючих впливів також аналогічні. Однак після виконання розрахунків по моделі виконуються зовсім інші умови. Якщо в попередньому випадку знайдені нові значення уставок перетворились в форму, зручну для сприйняття оператором, то тут вони перетворюються в сигнали, які можна використовувати для зміни завдань і налаштувань регуляторів. Так, наприклад, якщо регулятори сприймають сигнали у формі напруги, то керуючі впливи, що виробляються ВК, перетворюються в напругу відповідного до рівня і знаку. Оскільки в таких системах контур управління замкнутий через ВК, то функції оператора зводяться до загального спостереження за ходом процесу. Втручання людини вимагається лише при виникненні якихось рідкісних, непередбачених (наприклад, аварійних) ситуацій. Залишається також необхідність вносити корективи в управління процесом при змінах, наприклад, сировини або складу виробленої продукції. Це часто вимагає визначення нових

значень коефіцієнтів рівнянь, що описують технологічний об'єкт управління. Відповідні розрахунки можуть виконуватися зовнішньою обчислювальною машиною, здатною вирішувати завдання великої розмірності, або обчислювальним комплексом самої АСК, якщо залишається достатня кількість машинного часу після розрахунку керуючих впливів. В останньому випадку необхідно забезпечити розділення часу обчислювального комплексу АСК між завданням управління процесом і додатковими обчисленнями по оптимізації процесу. Якщо оптимізація виконується порівняно рідко (наприклад, 1 раз на добу) або при зміні якості матеріалів або складу продукції, що випускається, то повинні бути введені нові коефіцієнти в рівняння контурів управління. Це здійснюється або оператором через клавіатуру, або шляхом зчитування з перфокарт результатів розрахунків оптимізації, виконаних зовнішньою ЕОМ. В іншому АСК здатна працювати без втручання ззовні протягом тривалого часу. При відповідному програмуванні ВК такої системи може бути використаний також для моделювання змін в процесі до їх здійснення. Важливе достоїнство систем супервізорного управління полягає в тому, що в них ВК не тільки безперервно контролює процес, але і автоматично управляє ним поблизу оптимальної точки. Це, зокрема, дозволяє виключити флуктуації, пов'язані з якістю роботи рівних операторів, почерк кожного з яких обов'язково позначається на регулюванні уставок.

Оскільки обчислення виконуються дуже швидко, в моделі процесу можна визначити значно більшу кількість змінних, в тому числі і таких, як облік, яких раніше не міг бути практично здійснений. Прикладом такої змінної є температура навколишнього повітря. Очевидно, що ця змінна дуже важлива в деяких процесах, але використовувати її в якості вхідної величини кожного регулятора недоцільно. Однак в ВК ця температура легко вводиться в якості однієї з змінних і може бути використана з будь-яким призначенням, у тому числі для зміни уставок кожному регулятору

Супервізорний режим являє собою дворівневу ієрархічну систему.

Нижній рівень управління, безпосередньо пов'язаний із ТП, реалізують локальні регулятори Р окремих технологічних параметрів. На верхньому рівні встановлена ЕОМ, основною функцією якої є визначення оптимального технологічного режиму й обчислення на його основі значень установок локальних регуляторів. Вхідною інформацією для розрахунку уставок є значення керованих параметрів, що вимірюються пристроями Дк, а також контрольовані параметри стану процесу, що вимірюються перетворювачами Ду. Оператор з пульта має можливість вводити додаткову інформацію, зокрема змінювати обмеження на керовані і керуючі величини, уточнювати критерій управління в залежності від зовнішніх умов. Супервізорний режим дозволяє здійснювати автоматичне управління ТП. Роль оператора зводиться до спостереження за процесом і, у разі потреби, до внесення корегувань.

Режим безпосереднього цифрового управління, на відміну від супервізорного, припускає розрахунок за допомогою ЕОМ керуючого впливу і передача сигналу через пристрої сполучення безпосередньо на виконавчі органи. Тут виключається необхідність установки локальних регуляторів (рисунок 3).

Як і в супервізорному режимі в цьому випадку функції оператора полягають у спостереженні за процесом і його коригування в разі потреби.

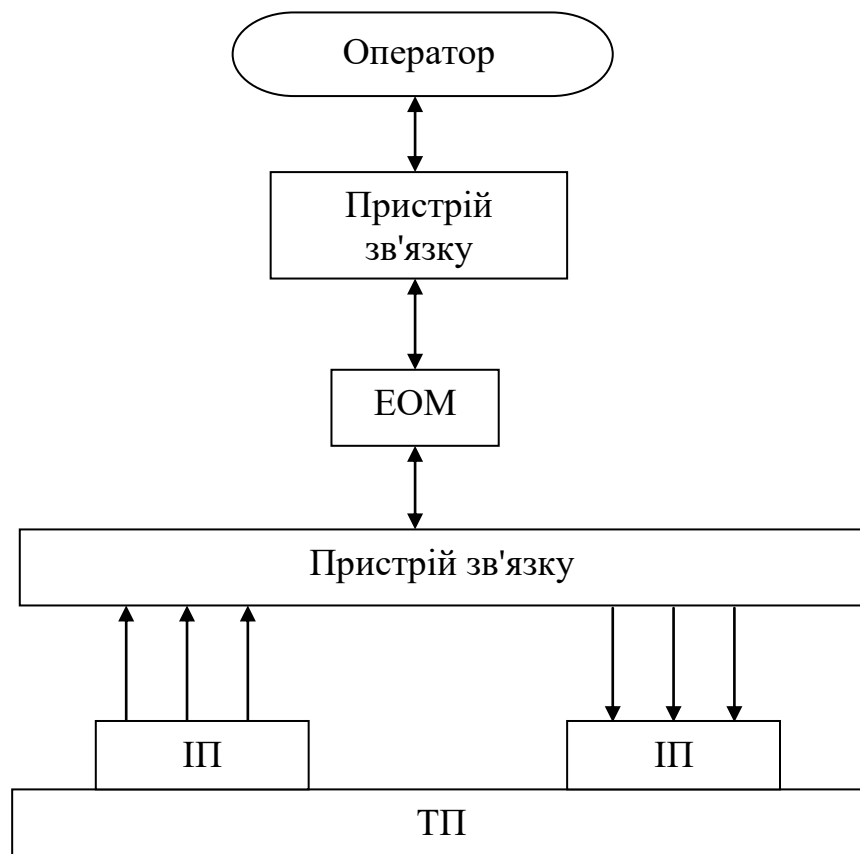


Рисунок 3 - Режим безпосереднього цифрового управління

4. Багаторівневі ієрархічні системи керування.

Ієрархічні структури являють собою комбінацію двох структурних систем управління. Перша пов'язана із просторовою (горизонтальною) декомпозицією, що використовує особливості слабких зв'язків між окремими підсистемами. Друга – з багатоступінчастою (вертикальною) декомпозицією завдань різного характеру, які розв'язуються за допомогою АСКТП.

На першому, нижньому, рівні забезпечується завдання стабілізації параметрів після кожної операції, що допускає контроль продукту, який переробляється.

На другому рівні вирішується завдання узгодження значень управляючих впливів для кожної операції з метою забезпечення необхідного значення параметра кінцевого продукту. Це завдання може вирішуватися як завдання оптимального управління, наприклад, виходячи з умов оптимальної витрати ресурсу.

На третьому рівні системи управління визначаються необхідні значення параметрів кінцевого продукту й перерозподілу матеріальних потоків з метою випуску відповідної його кількості з різними необхідними параметрами (глобальна координація).

Рішення завдань на кожному рівні здійснюється за допомогою моделей, що відповідають різним рівням опису технологічного процесу. Залежно від

виду завдань, які вирішуються при автоматизації технологічного процесу, система управління може містити різне число рівнів. Крім того, для різних технологічних процесів характерною є різна взаємодія завдань управління параметрами продукту й інтенсивністю матеріальних потоків, що також знаходить своє відображення в структурі систем управління. Рішення завдань на кожному рівні здійснюється з різним ритмом, що відповідає різним темпам зміни параметрів моделі технологічного процесу на різних рівнях опису. На більш низьких рівнях ці зміни характеризуються більш високою частотою, що вимагає внесення більш частих впливів коригування.

Якщо однорівнева структура АСКТП не забезпечує необхідного режиму функціонування складного об'єкта, то систему управління будують як багаторівневу - у виді окремих підсистем, між якими установлені відношення супідрядності. Наприклад, варіант 3-х рівневої АСКТП має наступну схему, що показана на рисунку 2.4.

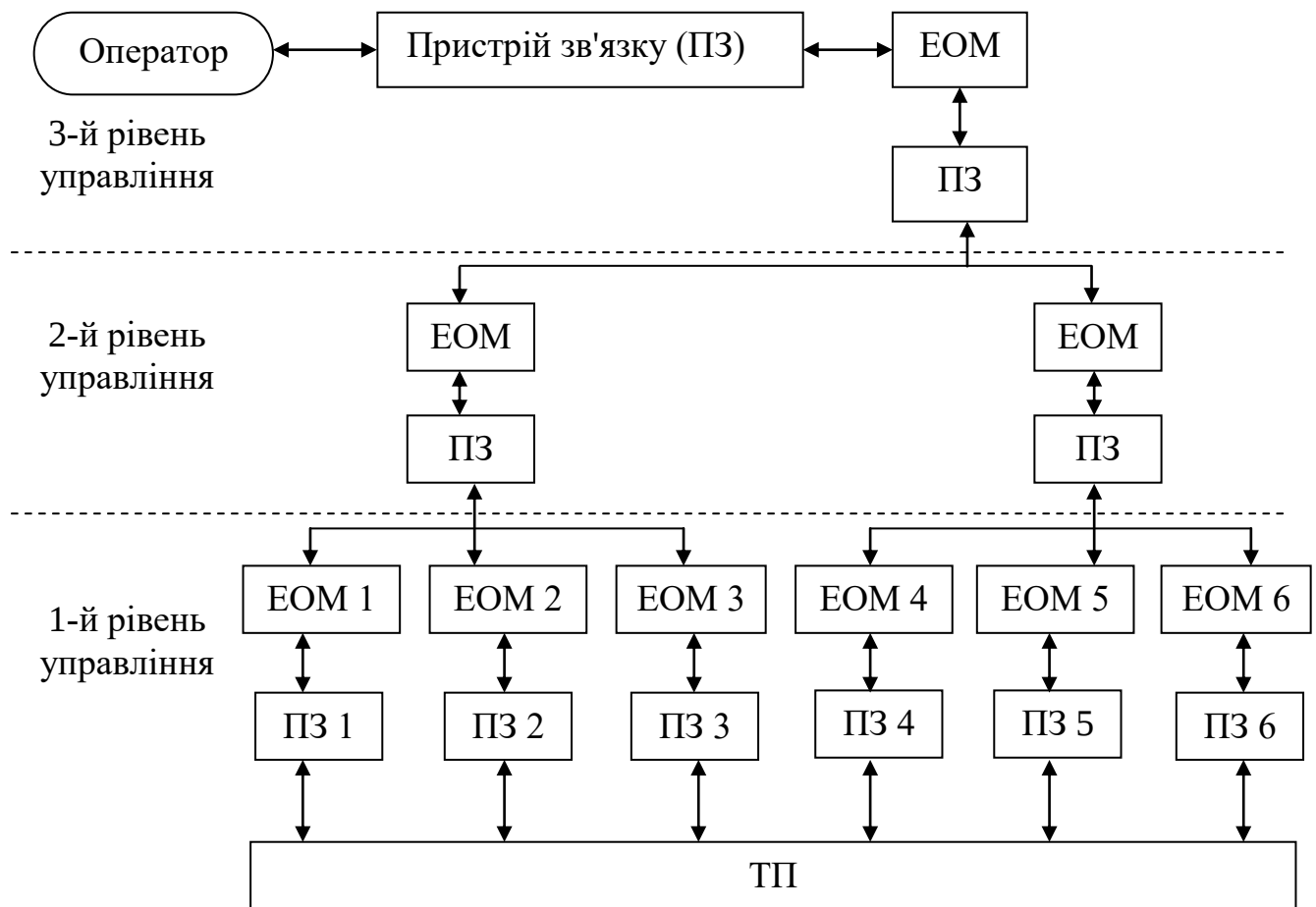


Рисунок 4 - Багаторівнева ієрархічна система

Функції управління тут розподілені по рівнях. Наприклад, 1-й рівень складається із систем, що безпосередньо управляють ТП. Другий рівень утворить дві підсистеми розрахунку і оперативного корегування режимів технологічних операцій. Третій рівень узагальнює всю інформацію з об'єкта і вирішує задачу розрахунку і управління для процесу в цілому.

Розділ 2. Застосування автоматизованих систем керування технологічними процесами у с.-г. виробництві

Тема 3. Технологічні об'єкти керування у тваринництві.

План

1. Загальна характеристика сучасного сільськогосподарського виробництва і технологічних процесів як об'єктів автоматичного керування.
2. Склад і особливості розробки АСКТП тваринницьких об'єктів.
3. Тенденції розвитку АСКТП у тваринництві.
4. Загальна характеристика і класифікація випадкових впливів об'єктів с.г. виробництва.

1. Загальна характеристика сучасного сільськогосподарського виробництва і технологічних процесів як об'єктів автоматичного керування.

У сільському господарстві України значне поширення в області тваринництва одержали молочно-товарні ферми (МТФ), ферми відгодівлі великої рогатої худоби (ВРХ), свиноферми, а також вівцеферми. У окремих регіонах широко розвинені конярство та інші галузі.

У технології виробництва тваринницької продукції можна виділити ряд типових технологічних процесів:

- годівля;
- поїння;
- прибирання гною;
- доїння;
- мікроклімат;
- санобробка тварин і помешкань;
- контроль фізіологічного стану;
- контроль поточної маси і продуктивності тварин.

На першому рівні автоматизації кожний із приведених процесів або окремих операцій розглядаються як самостійні об'єкти управління. Основою для розрахунку параметрів таких локальних систем служать зоотехнічні норми і вимоги, а також конструктивні дані помешкань і технологічних установок.

Водночас кінцевий технологічний результат залежить від оптимальної взаємодії всіх процесів. Отже, при проектуванні і введенні в експлуатацію тваринницьких об'єктів варто враховувати, що максимального результату можна досягти лише при взаємозалежному управлінні технологічними процесами, а вирішити цю складну задачу можливо, як показує практика, лише за допомогою ЕОМ у складі АСКТП.

Впровадження засобів автоматизації на рівні АСКТП у тваринництві дозволяє підвищити продуктивність праці в 1,5...2 рази, знизити енерговитрати на 30...40 %, поточні витрати - на 15...20 %, досягти збільшення продуктивності тварин до 20 %.

Слід відмітити, що найбільш істотні негативні наслідки можуть виявлятися при порушенні встановлених режимів годівлі і доїння, що призводить до зниження продуктивності дійної череди приблизно на 15 %.

Автоматизація сільського господарства спирається на багатий досвід промисловості. До методів і засобів автоматизації, які застосовуються у тваринництві і рослинництві, ставляться специфічні вимоги, обумовлені характерними рисами сільськогосподарського виробництва.

На відміну від промисловості в сільському господарстві поряд з технікою використовуються ґрунт і живі організми, машинна технологія тісно переплітається і погоджується з біологічними процесами.

Виробничі процеси в сільському господарстві складні і різноманітні, мають великий обсяг технологічної інформації і тісний взаємозв'язок. Це обумовлює велику різноманітність технологічних процесів, що історично склалися в період використання живої тяглової сили і які знаходяться в стадії незавершеної перебудови на потокове машинне виробництво, а також велике число типів, конструкцій, характеристик і режимів роботи сільськогосподарських машин і установок, багато з яких далеко не завжди пристосовані для застосування на них навіть найпростіших пристроїв автоматики.

Система сільськогосподарських машин має до десяти тисяч найменувань по типах, майже 60% з яких призначені для рільництва і близько 30% – для тваринництва і птахівництва.

Важливою особливістю є розосередженість сільськогосподарської техніки по великих площах і віддаленість її від ремонтної бази, відносно мала потужність установок, тихохідність, низька вартість машин і невисокий рівень кваліфікації обслуговуючого персоналу, а також сезонність їхньої роботи протягом року і нетривале використання протягом доби. Навіть у тваринництві, де операції відбуваються і повторюються щодня за визначеними циклом, загальне число годин роботи машин відносно мале. Отже, засоби автоматики повинні бути дуже різноманітними, відносно дешевими, простими за будовою і надійними в експлуатації.

Основна особливість сільськогосподарського виробництва полягає в нерозривному зв'язку техніки з біологічними об'єктами (тваринами і рослинами), для яких характерна безперервність процесів утворення продукції і циклічність її одержання, неможливість збільшення випуску продукції за рахунок прискорення виробництва. У цих умовах автоматика повинна працювати дуже надійно, тому що такий процес не можна перервати і практично неможливо надолужити упущене шляхом інтенсифікації наступного періоду. Наприклад, автоматика у тваринництві повинна забезпечити циклічність виконання технологічних операцій протягом доби незалежно від погодних умов.

Збурюючі впливи, що діють на об'єкти, мають високий ступінь неоднорідності і випадковості із широкою зміною своїх величин. Багато автоматизованих сільськогосподарських об'єктів мають контрольовані і регульовані параметри, розподілені як по технологічному полю або навіть більшому об'ємі, так і в часі. Наприклад, у нагрівальних установках і сушарках, зернохранилищах і овочехранилищах, теплицях і тваринницьких приміщеннях

необхідно по всьому об'єкту контролювати параметри (температуру, вологість, газовий склад, освітлення та ін.) і керувати ними.

Для таких об'єктів системи автоматики повинні мати оптимальне число первинних перетворювачів і виконавчих органів і в той же час забезпечувати керування параметрами у всіх розосереджених зонах із заданою точністю і надійністю.

Істотна особливість більшості сільськогосподарських установок – їхня робота на відкритому повітрі, де навколишнє середовище непостійне: широкі межі зміни вологості і температури, наявність домішок, пилу, поливи, піску в рільництві чи агресивних газів (аміаку, сірководню і вуглекислого газу) у тваринництві, а також наявність значних вібрацій і поштовхів.

Унаслідок перерахованих особливостей і ряду інших причин методи і засоби автоматизації і вимоги до них у сільському господарстві значно відрізняються від промислових.

При розробці пристроїв автоматики сільськогосподарських установок їх необхідно розраховувати на широкі межі зміни параметрів навколишнього середовища. Це дозволить одержати високонадійні засоби, тому що найбільш ефективним заходом боротьби за підвищення надійності пристроїв автоматики є вибір елементів з малою інтенсивністю відмов і різні способи збільшення надійності при проектуванні. Зазначені специфічні особливості в першу чергу впливають на первинні перетворювачі і виконавчі органи автоматики, що встановлюються безпосередньо на машинах, на які впливають всі несприятливі умови навколишнього середовища. Інші вузли автоматики можна розташовувати в окремих приміщеннях чи спеціальних шафах, що виключають несприятливу дію навколишнього середовища.

Класифікація об'єктів при розширенні робіт з автоматизації сільськогосподарських технологічних процесів і операцій полегшує визначення обсягу і черговості автоматизації, розробку типових рішень в області технології автоматизованого потокового виробництва і створення технічних засобів автоматики. У класифікацію повинні входити не тільки існуючі процеси й об'єкти автоматизації, але і ті, котрі можуть бути запропоновані надалі. Класифікація дозволяє точніше сформулювати вимоги до технічних засобів, вибрати раціональні принципи побудови систем автоматизації сільськогосподарських об'єктів, розробити загальні показники і методи визначення техніко-економічної ефективності автоматизації. Без наукової класифікації сільськогосподарських об'єктів і процесів у них неможливі широкі теоретичні узагальнення, техніко-економічні порівняння і практичні оцінки.

Виходячи з задач проектування систем автоматизації і створення засобів автоматики, сільськогосподарські об'єкти доцільно класифікувати за п'ятьма істотними ознаками: типом технологічних процесів; взаємозв'язком технологічного і транспортного руху; видом технологічного циклу; динамічними властивостями об'єкта і за агрегатним станом оброблюваного матеріалу.

Класифікація за *типом технологічних процесів* дає можливість розробити загальний підхід до рішення задачі автоматизації всього класу, незважаючи на технологічну специфіку. Розподіл технологічних процесів на механічні, теплові, електричні, біологічні, хімічні і гідравлічні відображає основне

визначальне явище в об'єкті, у якому можуть протікати одночасно й інші процеси, що мають другорядне значення.

За взаємозв'язком технологічного і транспортного рухів об'єкти поділяються на три класи: з несполученим, сполученим і незалежним рухом. В об'єктах з несполученим рухом одні установки призначені тільки для транспортування матеріалу без його обробки, а інші здійснюють його технологічну обробку. Ці об'єкти відносять до нижчого класу з точки зору економічної ефективності автоматизації. До більш високого класу відносяться об'єкти, у яких транспортний і технологічний рух сполучені і знаходяться в тісному взаємозв'язку: обробка чи переробка матеріалів відбувається під час їхнього транспортування. Для цього класу установок автоматизація дозволяє істотно підвищити їхню продуктивність і забезпечити оптимальний режим роботи.

Об'єкти вищого класу мають незалежний рух. Транспортний рух може бути зроблено ними під час обробки, а технологічний рух – під час транспортування. Автоматизація цього класу об'єктів забезпечує безперервність виробничого процесу і найбільшу продуктивність.

Агрегатний стан оброблюваного матеріалу впливає на вибір виконавчих і первинних перетворювачів систем автоматики. Агрегатний стан матеріалу на вході в об'єкт може відрізнитися докорінно від стану на виході з об'єкта. Цю властивість необхідно враховувати при розробці технічних засобів автоматики сільськогосподарського призначення.

Автоматизації легше піддаються об'єкти з безупинним технологічним циклом і трохи складніше – з періодичними процесами, що особливо не мають самовирівнювання. В об'єктів із самовирівнюванням відхилення між заданим і дійсним значеннями керованого параметра зростає дуже повільно завдяки зміні будь-якого іншого параметра, наприклад, при відмові повітряних калориферів у системі регулювання температури повітря в теплиці температура знижується повільно за рахунок переходу теплоти від ґрунту до повітря.

Для автоматичного керування об'єктом важливо знати його динамічні властивості, що істотно впливають на стійкість і якість регулювання. За динамічними властивостями сільськогосподарські об'єкти автоматизації можна розділити на сім основних типів.

В міру розвитку рівня сільськогосподарського виробництва число технологічних процесів і операцій, а також засобів контролю і керування неухильно росте. Тому необхідно постійно удосконалювати і розширювати класифікацію сільськогосподарських об'єктів з урахуванням особливостей і вимог автоматизації.

2. Склад і особливості розробки АСКТП тваринницьких об'єктів.

При розробці АСКТП тваринницького об'єкта, наприклад МТФ, необхідно вирішити автоматизацію таких п'яти основних процесів:

- 1) готування і роздача корму;
- 2) мікроклімат;
- 3) доїння;
- 4) прибирання гною;
- 5) ідентифікація і контроль стану тварин та їхній моціон.

Про взаємозв'язок даних процесів можна судити, наприклад, про споживання кормів при зміні температури повітря. Так для корів оптимальною вважається температур 10° С. При цій температурі корм, що споживається тваринами витрачається на накопичення молока, приріст маси м'яса та інші функції організму, що забезпечують його нормальну життєдіяльність. При відхиленні температури убік зниження від номінальної, значна частина корму витрачається на вироблення і виділення енергії, необхідної для зігрівання тварин, а при підвищенні температури - енергія витрачається на підвищене потовиділення. У тому й іншому випадку продуктивність тварин знижується, а для її відновлення необхідно збільшити норми вживання корму.

Розглянемо особливості автоматизації деяких основних процесів.

Автоматизація готування і роздачі кормів.

Відповідно до зоотехнічних вимог, годівля тварин найбільш ефективна при використанні збалансованих кормів по поживності і наявності різноманітних добавок. Традиційним компонентом збалансованих кормів звичайно є грубі, соковиті корма, концентрати і меласа. Проте, останнім часом для одержання продуктивності що програмується тваринниками, як за кордоном, так і в нашій країні перейшли переважно на згодовування тваринам комбінованих кормів.

Корм на тваринницьких фермах у кормоцехах і кормокухнях готують за допомогою спеціалізованих машин, складених у лінії по підготовці окремих видів кормів. За принципом дії машин для приготування кормів поділяються на різальні, подрібнювальні, миючі, розминаючі, перемішуючі і запарюючі. Роздавання кормів здійснюється транспортно-дозувальним обладнанням, принцип дії якого залежить від виду корму. Для сухого корму – це тросово-шайбові транспортери з дозуючими пристроями або звичайні стрічкові транспортери, для зволоженого корму – платформові або мобільні кормороздавачі, для рідкого – кормороздаючі гідравлічні системи.

До різальних машин належать: соломорізки для різання соломи та подрібнення зелених стеблин, подрібнювачі зеленої маси, коренеплодів, кукурудзяних стрижнів. Зернові подрібнюють на дробарках. Для змішування та запарювання застосовуються запарники-змішувачі різних марок.

Автоматичний пристрій подрібнюючих та різальних машин оснащується комплектами, до яких входять пульт управління, панель регулятора та силова панель. Захист електродвигуна від короткого замикання здійснюється автоматичними вимикачами з комбінованим розчіплювачем-перемикачем, настроєним на номінальний струм. Для захисту двигуна від перевантаження застосовують реле ТРП-150А, а також реле максимального струму миттєвої дії.

Автоматичне регулювання навантаження двигуна здійснюється за допомогою датчика струму, підключеного в одну з фаз мережі живлення електродвигуна.

Крім оптимального завантаження електродвигунів машин для приготування кормів, систему управління використовують для послідовного включення машин при їх з'єднанні в потокову технологічну лінію.

Для роздачі всіх видів грубих кормів і силосу при прив'язному утриманні корів найчастіше застосовують стаціонарні ланцюгові роздавачі. Такий кормороздавач складається із завантажувального бункера з натяжним при-

строєм, дерев'яних годівниць ланцюга з скребками та приводного електродвигуна. Корм до бункера завантажують пересувними кормороздавачами. Управління процесом роздачі кормів здійснюється вручну з пульта управління. Сигнали про заповнення годівниць подаються за допомогою кінцевих вимикачів та реле, що вмикають сигнальні пристрої.

У свинарниках при груповому утриманні свиней використовують стаціонарні роздавачі, якими можна роздавати сухі та зволожені до 70 % корми. Готовий корм збункера-дозатора подається завантажувальним транспортером, звідки за допомогою скребоків надходить до годівниць.

Роздача кормів - один із самих трудомістких процесів на тваринницьких фермах. У зв'язку з цим він у першу чергу потребує оснащення сучасними засобами автоматизації.

Дозування окремих видів кормів чи компонентів суміші є важливим чинником підвищення якості кормів і їхньої раціональної витрати.

Дозатори класифікуються по призначенню: для комбікормів і концкормів; коренеплодів; грубих і соковитих стебельчастих кормів; по технологічному принципу: живильники кормів; бункери-дозатори; за принципом дії: об'ємні, вагові, потокові.

Основні різновиди, дозаторів, показані на рисунку 5. Робочим органом дозаторів може бути шнек, стрічковий або скребковий конвеєр із бітером, дозуючий барабан, тарілки зі шкребками.

Дозатори сипких та концкормів (рис.5, а, в) призначені для дозованої видачі даних кормів у технологічних лініях кормоцехів. Вони являють собою бункер чи циклон у який через прийомну горловину надходить корм. Їх завантаження контролюється датчиками рівня. У нижній частині бункера у випускному люку встановлюють заслінки. Витрата матеріалу виставляється, як правило, вручну зміною положення заслінки. Дозоване вивантаження кормів із бункера, циклона може здійснюватися за допомогою шлюзового затвора (рис.5, в).

Бункери-дозатори коренеплодів (рис.5, б) призначені для потокового дозування здрібнених коренеплодів перед їх видачею на збірний транспортер лінії збору і змішування. Складається з бункера з верхнім завантаженням корму і дозуючого пристрою. Останній представляє собою нерухому тарілку, на яку самопливом надходять здрібнені коренеплоди.

Над тарілкою на спеціальних водилах обертаються криволінійні скребки, що захоплюють порції продукту і скидають їх у кільцеву щілину між тарілкою і кожухом. Криволінійні скребки одним кінцем закріплені і мають регульовальні гвинти, що дозволяють зрушувати скребки до центра чи тарілки розсовувати їх до периферії. У залежності від цього змінюються порції, захоплювані скребками, а отже і продуктивність дозатора. Регулювання здійснюється вручну. Керують дозатором дистанційно, в автоматичному режимі його пуск і зупинка заблоковані з іншими машинами потокової лінії.

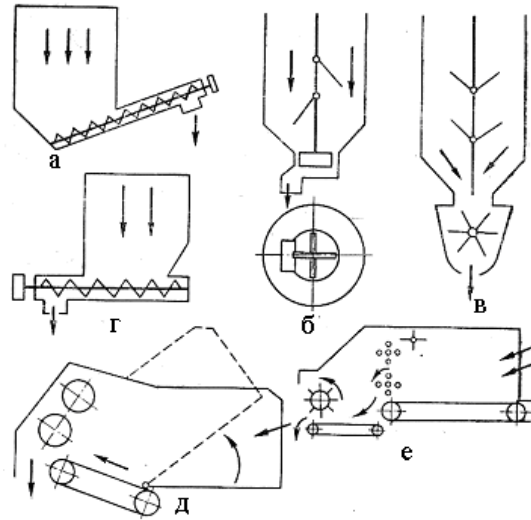


Рисунок 5 – Технологічні схеми дозаторів кормів:
 а – сипучих; б – коренеплодів; в – концкормів;
 г – зелених кормів чи здрібнених коренеплодів; д, е – подрібнених
 стебельчастих кормів.

Для прийому із саморозвантажних транспортних засобів, нагромадження і дозованої видачі здрібнених стебельчастих кормів у поточкових лініях годівлі, у комплектах кормоцехів, у лініях брикетування і гранулювання кормів застосовують живильники-дозатори, показані на рисунку 5, д, е. Живильник-дозатор складається з транспортерів, подрібнюючих барабанів, бітерів. Точність дозування живильників-дозаторів забезпечується підтримкою сталої частоти обертання приводних електроприводів.

Змішування компонентів є завершальною технологічною операцією готування кормів. Змішувальні пристрої повинні забезпечувати розподіл компонентів, що змішуються, так, щоб показник нерівномірності змішування був у межах зоотехнічних норм.

За принципом дії змішувачі поділяються на два типи – порціонні і безупинні. У подрібнювачах-змішувачах сполучаються операції змішування і подрібнювання компонентів. Порціонні змішувачі використовують для готування сухих, вологих і рідких кормових сумішей.

Робочі органи порціонних змішувачів встановлені в котлах великої ємності, завдяки чому в них роблять запарювання або стерилізацію суміші чи її окремих компонентів.

У більшості випадків змішувачі кормів входять до складу поточкових ліній приготування кормосумішей. При цьому схеми їх автоматизації розробляють з дотриманням вимог до схем керування поточковими лініями. У випадку автономної роботи змішувача схемами керування передбачають нереверсивне або реверсивне керування двигунами, необхідні механічні та електричні блокування й захист від коротких замикань і перевантажень.

Одержали поширення два основних види годівлі тварин - ненормоване і нормоване. У першому випадку кількість кормів не нормується, а у другому - кожній тварині, в залежності від її продуктивності видається визначена доза корму. На сьогодні в складі АСКТП тваринницьких ферм і комплексів широко

використовують системи і пристрої для індивідуальної годівлі тварин. Їх розробляють з урахуванням здійснення повноцінної нормованої годівлі тварин, що забезпечує максимальне підвищення їхньої продуктивності й ощадлива витрата кормів на одиницю продукції. На рівні АСКТП норма кормів визначаються мікроЕОМ у залежності від кількості молока, виданого кожною твариною і її стану. В одних випадках видача дозованої кількості кормів здійснюється зміною тривалості роботи дозатора або періодом проходження біля нього годівниці- у випадку типу годівниць, котрі рухаються. Автоматизоване дозування концентрованого корму здійснюється за допомогою спеціальних лінійок, що дозують, або стрічок, що обмежують ступінь заповнення індивідуальних годівниць.

Для здійснення індивідуальної годівлі тварин необхідно мати можливість ідентифікації (розпізнавання) тварин. Це має також велике значення при автоматизації контролю індивідуальної продуктивності, визначенні хворих корів і роздачі корму. Для визначення номера тварини на нашійнику встановлюють т.зв. транспондер - тобто датчик, покритий оболонкою з противоударного пластика. Приймач (антена) розпізнавання номера розміщений на годівниці так, що при наближенні тварини до антени, схема транспондера збуджується, формуючи імпульси визначеної частоти і послідовності і на центральний пульт (у мікроЕОМ) надходить номер тварини. Потім, після закінчення доїння передається інформація про надої молока і ЕОМ по введеної в неї програмі здійснює розрахунок дози годівлі і вносить номер тварини у визначені класифікаційні групи, данні про які щодня видаються оператору у виді надрукованої інформації, або можуть бути їм викликані на дисплей.

Регулювання мікроклімату у тваринництві і птахівництві

Під мікрокліматом розуміють сукупність параметрів повітря – температуру, вологість, швидкість переміщення, газовий склад, – які характеризують його стан в приміщенні. Мікроклімат як сукупність умов є важливим фактором забезпечення нормального існування і продуктивності сільськогосподарських тварин та птахів. Він також впливає на стан самої споруди і технологічне обладнання.

Вплив різних факторів навколишнього середовища на організм тварини виявляється в глибоких і серйозних змінах фізіологічних процесів останнього: кровообігу, дихання, терморегуляції, газообміну і обміну речовин, що, у свою чергу, впливає на резистентність організму і, природно, на продуктивність тварин. Як свідчить досвід роботи у тваринництві та птахівництві, при утриманні тварин і птахів в нормальних умовах за параметрами мікроклімату збільшується продуктивність тварин, зберігається поголів'я і знижуються витрати кормів. Збільшення продуктивності тварин і птиці: надої молока – на 10–15%, привіси – на 7–12%, яйценосність – на 25–30%. Зберігаємість поголів'я тварин – на 5–10%, а птиці – на 20%, порівняно з утриманням без систем регулювання мікроклімату. Витрати кормів зменшуються у середньому на 15%.

Мікроклімат у тваринницьких та птахівницьких приміщеннях залежить від багатьох умов – місцевого (зонального) клімату, теплозахисних

властивостей конструкцій будівлі, рівня повітрообміну, ефективності вентиляції, обігріву, стану каналізації, способів збирання і видалення гною, освітлення, а також від виду і віку тварин і птахів, особливостей їхньої фізіології й обміну речовин, щільності розміщення, типу годівлі та ін.

Систему опалення для обігріву різних видів тварин і птахів вибирають залежно від кліматичних умов, виходячи з санітарно-гігієнічних і зоотехнічних вимог, економічної доцільності, виробничих умов та інших показників. Для тваринницьких приміщень і пташників застосовують, в основному, повітряне опалення. В родильних відділеннях, профілакторіях, відділеннях для молочних телят, свинарниках-маточниках, молочних, кормоцехах і приміщеннях для обслуговуючого персоналу обладнують систем водяного чи парового опалення від централізованої чи загальнофермської котельні. До установок повітряного обігріву відносять установки “Клімат-2”, “Клімат-3”, теплогенератори, електрокалориферні установки, тепловентилятори. Для одержання локального мікроклімату при вирощуванні телят, поросят і молодняку птахів використовують допоміжний місцевий обігрів (інфрачервоні опромінювачі, теплу підлогу).

Для зволоження та зниження температури повітря тваринницьких і птахівницьких приміщень використовують зволожувачі, що входять в склад вентиляційного обладнання або окреме обладнання зволоження.

Особливі умови по створенню мікроклімату характерні для інкубаційного та післяінкубаційного періоду в птахівництві.

Тваринницькі приміщення та пташники як об’єкт регулювання мікроклімату – це складні об’єкти, так як параметри мікроклімату тісно пов’язані між собою. Так, вентиляція впливає не лише на концентрацію газів CO_2 , NH_3 , H_2S , але і на температуру $T_{нов}$ та вологість $B\%$ повітря в приміщенні. Зволоження підвищує вологість $B\%$ та знижує температуру $T_{нов}$ повітря в приміщення. Слід враховувати, що на вихідні параметри мікроклімату повітря в приміщенні впливають також значення температури, вологості зовнішнього середовища, кількість тепловиділень від тварин тощо.

Враховуючи залежність регульованих параметрів мікроклімату, при керуванні опалювальним та вентиляційним обладнанням використовують: дво-, трипозиційні релеїні регулятори температури з біметалевими, манометричними датчиками та терморезисторами, рідше безперервні та імпульсні регулятори температури. При керуванні зволоженням використовують двопозиційні регулятори вологості з гігроскопічними та гігристирними датчиками.

Автоматизація систем мікроклімату дозволяє створити й підтримувати оптимальні умови повітряного середовища у тваринницьких і птахівницьких приміщеннях. В результаті застосування автоматизації підвищується продуктивність тварин, скорочуються витрати ручної праці і зменшується витрата електричної й теплової енергій. Розрахунки показують, що використання навіть найпростіших пристроїв підтримки температурних режимів дозволяє заощаджувати до 30% електроенергії.

Визначальними параметрами, що характеризують стан внутрішнього повітряного середовища у тваринницьких і птахівничих приміщеннях і

піддаються безпосередньому регулюванню, варто вважати температуру, швидкість руху, відносну вологість, і газовий склад повітря.

Особливості автоматизації систем мікроклімату. При розробці автоматичних систем мікроклімату необхідно враховувати наступні особливості.

1. Складність автоматизації мікроклімату у тваринницьких і птахівничих приміщеннях обумовлена залежністю регульованих параметрів (температура, швидкість руху, відносна вологість повітря та ін.) від зовнішніх і внутрішніх факторів і їхнім взаємозв'язком; факторів які змінюються протягом доби і тим більше в різні періоди року.

2. Розосередженість у широких межах контрольованих і регульованих параметрів як за обсягом, так і за часом.

3. Безупинний технологічний зв'язок систем мікроклімату з живими організмами, для яких характерна безперервність біологічних процесів.

4. Роботу устаткування в приміщеннях із підвищеним вмістом вологи, пилу й агресивних газів.

Система автоматичного регулювання (САР) повинна володіти мінімальною інерційністю, забезпечувати правильну послідовність роботи установок, бути надійною й стійкою у роботі, мати захист проти аварійних ситуацій, бути досить простою і економічно вигідною.

Автоматизація доїльних установок

Залежно від способу утримання корів в зимовий і літній періоди, а також від прийнятої системи організації машинного доїння застосовують різні доїльні установки, які можна розділити на три основних типи: стаціонарні для доїння в стійлах (доїльні апарати переміщують від корови до корови); стаціонарні для доїння на площадках (корови переміщуються до доїльних апаратів); універсальні пересувні для доїння на пасовищах (корови переміщуються до доїльних апаратів).

Як об'єкт автоматизації доїльні установки – це складні технологічні системи, на яких реалізується цілий ряд взаємопов'язаних технологічних процесів і окремих операцій. Це підготовка вимені до доїння, стимуляція молоковіддачі, доїння, збір молока з попереднім очищенням та обліком, миття доїльної апаратури та ін.

Головним і найбільш складним та відповідальним є процес доїння. Його складність пов'язана з біологічною основою. Враховуючи фізіологічні особливості тварин було досліджено, що в процесі доїння корови молоковіддача проходить нерівномірно. Спочатку молоковіддача зростає, а через 40...45 с досягає максимального значення. Потім протягом 3...4 хв проходить інтенсивна віддача, а подальша молоковіддача різко знижується.

Із машинних способів доїння в нинішній час використовують, в основному, спосіб відсмоктування молока за допомогою вакууму (можливий спосіб механічного вижимання).

Будова та принцип дії доїльних апаратів інших типів мають незначні відмінності. Для механізації та автоматизації процесів доїння при утриманні корів на прив'язі використовують доїльні установки з доїнням у відра, а також молокопровідні доїльні агрегати АДМ-8. Для обслуговування тварин при

безприв'язному їх утриманні й доїнні в доїльних залах – доїльні установки “Тандем-автомат” УДА-8А, “Ялинка-автомат” УДА-16А та “Карусель” УДА-100. Доїння в літніх таборах та на пасовищах здійснюється доїльними установками УДС-3Б і ін.

Установка “Тандем-автомат” УДА-8А призначена для машинного доїння корів у доїльних станках (на 8 місць) з індивідуальним впуском тварин, транспортування молока в молочне відділення, його фільтрації та охолодження.

Установка “Ялинка-автомат” УДА-16А призначена для машинного доїння корів у групових доїльних станках і первинної обробки молока. Складається вона з двох секцій, кожна на вісім корів.

Установка “Карусель” УДА-100 призначена для машинного доїння корів на конвеєрі в індивідуальних станках, первинної обробки молока. Вона може обслуговувати до 800 голів. Пропускна здатність – 104 голови за год.

Установка УДС-3Б – це доїльний майданчик зі станками паралельно-прохідного типу, яка забезпечує доїння корів, збір молока та його охолодження, а також підкормку тварин.

Доїльні апарати установок машинного доїння корів уніфіковані. Як і в апараті АДУ управління змінним вакуумом в них здійснюється пульсатором (регулятор прямої дії). Підтримання параметрів вакууму вакуумнасосу виконується також регуляторами вакууму прямої дії. Отже, при доїнні у відра принципи керування доїльною установкою зводяться до забезпечення прямого пуску асинхронного двигуна вакуумнасосу та його захисту.

При доїнні в молокопровід та в індивідуальних і групових доїльних станках крім процесу доїння передбачають збір молока з попереднім очищенням та обліком, миття доїльної апаратури, годівлю тварин та інші технологічні операції. Це вимагає впровадження принципів програмного керування послідовністю та тривалістю здійснення операції, проведення індивідуального та групового обліку молока, контролю проходження процесів.

Робота доїльного агрегату складається з наступних етапів: підготовка доїльного агрегату до доїння; підготовка вимені корів до доїння і установка доїльних апаратів; доїння; замір молока, надоєного від кожної корови (при контрольному доїнні); транспортування молока в молочне відділення; замір видоєного молока від групи корів; фільтрація молока; охолодження молока; подача молока до резервуара для зберігання; промивка і дезінфікування доїльного агрегату.

Підготовка доїльного агрегату до доїння включає переддоїльне полоскання та переддоїльну сушку агрегату. Під час переддоїльного полоскання відбувається пуск холодної води в бак, регулювання рівня рідини, полоскання доїльних апаратів та молокопроводів. Вода при цьому проходить по шляху через нижній відсмоктувальний патрубок на доїльні апарати через молокопровід і за допомогою молочного насоса і крана циркуляційної промивки в каналізацію. Переддоїльна сушка агрегату здійснюється через перемикач шляхом введення в молокопровід губки, яка забезпечує видалення залишків води. Операції полоскання і сушки здійснюються під дією вакууму.

Підготовка вимені корів до доїння і установка доїльних апаратів здійснюється оператором в такій послідовності: доїльні апарати під'єднують до молочно-вакуумних кранів; перевіряють роботу доїльних апаратів; проводять

підготовку вимені; установлюють доїльний апарат на вим'я корови.

Доїння корів здійснюється у відповідному режимі роботи доїльного агрегату. Доїння побудоване на принципі відсмоктування молока доїльним апаратом з цистерни соска корови під дією вакууму, створеного в системі трубопроводів вакуумними насосами. Молоко з доїльного апарата направляється в пристрій зоотехнічного обліку (при контрольному доїнні) чи безпосередньо в молокопровід. По молокопроводу воно транспортується в молочне відділення. Необхідне розрідження в системі забезпечується одним вакуумним насосом і вакуумним регулятором.

Для індивідуального підходу до кожної корови необхідні системи автоматизації доїльних установок, тому що в залежності від цього значно змінюється характер і ефективність усього виробництва, а також характер і умови праці обслуговуючого персоналу.

Автоматизація поточкових ліній для видалення гною та посліду

Установки по видаленню гною з використанням візків призначені для прибирання гною в стійловому приміщенні, завантаження в транспортні візки та транспортування в гноєсховище.

Найпростіша технологічна лінія збирання і навантаження гною транспортерами типу ТСН-3Б у візки підвісної дороги може функціонувати як в ручному, так і автоматичному режимах.

Потокова лінія прибирання гною призначена для збирання гною та видалення його з приміщення, транспортування за допомогою поршневого насоса до гноєсховища.

Пневматичне транспортування гною призначене для транспортування гною з тваринницьких приміщень в гноєсховище за допомогою повітря. За цією технологією гній з каналу переміщається спочатку подовжнім, а потім поперечним транспортером у гноєзбірник, що закривається після заповнення затвором. З ресивера через повітряний клапан у гноєзбірник подається стиснене повітря, який витісняє гній через трубопровід у гноєсховище. Схема системи керування передбачає автоматичний і ручний режими роботи гноєзбиральної установки

3. Тенденції розвитку АСКТП у тваринництві.

Для годівлі тварин комбікорми в основному завозяться з великих (промислового типу) комбікормових заводів. В даний час, із урахуванням складної економічної ситуації, ці корми почали виробляти безпосередньо на фермах, використовуючи малогабаритні комбікормові установки типу УМК-Ф-2, "Харків'янка", КН-5-1 та ін. ЦЕ значно підвищило ефективність приготування комбікормів за рахунок використання місцевих видів сировини.

Для роздачі кормів усе більше використовуються мобільні універсальні кормороздавачі з об'ємними і ваговими дозаторами. Роздача комбікормів здійснюється спіральними, цепо- та тросошайбовими транспортерами, причому індивідуальне наповнення кожної годівниці дозується спеціальною лінійкою. Частина комбікорму видається коровам у доїльному залі перед і під час доїння.

Розробляються прилади і засоби визначення у тварин маститу. Ці засоби засновані на визначенні температури молока, підвищення якої свідчить про

схильність тварини до захворювання. Ця інформація передається до мікроЕОМ і при ідентифікації корови з маститом подається спеціальний сигнал і обслуговуючий персонал приймає визначені в цьому випадку міри.

При доїнні розробляються системи з різноманітними режимами роботи, що дозволяють у залежності від молоковіддачі регулювати як вакуумометричний тиск, так і кількість імпульсів, а також співвідношення тактів пульсації. Наприкінці доїння автоматично включається режим, що виключає традиційне додоювання. Важливою, і поки невирішеною, проблемою є створення маніпулятора для установки доїльних апаратів.

Автоматизації необхідно піддати також процеси переміщення корів по технологічних маршрутах, поділ череди на визначені групи, зважування в потоці, системи підгону тварин під час моціону та ін.

Автоматична ідентифікація тварин.

У пристроях ідентифікації використовуються різноманітні фізичні принципи одержання і передачі інформації (оптичні, ультразвукові і т.д.). В даний час використовуються, головним чином, пристрої, у роботі яких використані радіотехнічні принципи.

Всі кодові датчики закріплюються нашийнику тварин і класифікуються в таким чином:



Пристрої із пасивним живленням найбільш поширені і працюють вони на енергії магнітного поля, що утворюється у місці ідентифікації і створює резонансний ефект. Ідентифікатори пасивного типу, отримавши сигнал стаціонарного приймально-передавального пристрою виробляють кодовану відповідь (сигнал розпізнавання), чим забезпечується ідентифікація тварини.

Для функціонування респондера використовується лише одна фіксована частота. При попаданні респондера в електромагнітне поле, утворюване спеціальною антеною, відбувається активація датчика і відповідно до запрограмованим при його виготовленні кодом змінюється кількість електромагнітної енергії. Ці зміни аналізуються логікою розпізнавання пристрою, що ідентифікує, з використанням визначального коду респондера.

Транспондер працює на двох частотах. Перша служить для передачі енергії від пристрою, що ідентифікує, до датчика, а друга від датчика,

розташованого на нашійнику тварини до приймального пристрою ідентифікатора. Перші транспондери настраювалися кожний на індивідуальну частоту, як правило, у діапазоні до 100 кГц. Відносно ефективною така система (при наявності температурного дрейфу а також дії інших збурень), була б за умови, що частоти різних транспондерів повинні відстояти одна від одної, як мінімум, на 2...3 кГц. Проте, з огляду на частотні параметри таких пристроїв, число ідентифікуючих тварин, при використуванні такого принципу, дуже обмежено.

В даний час використовується принцип передачі інформації від транспондера до пристрою ідентифікації, заснований на кодово-імпульсній модуляції, що показано на функціональній схемі

В даний час фірмою "Nedar" (Нідерланди) розроблено ідентифікатор активного типу з літєвим елементом живлення. Даний ідентифікатор імплантується під шкіру тварині за допомогою спеціального ін'єктора і має розміри 5x13 мм. При терміні гарантованої роботи у 5-6 років.

Діагностика маститу

Відомо декілька методів розпізнавання цього захворювання, заснованих на аналізі проб продукту, що практично ускладнено при використанні доїльних установок майданного типу на великих фермах.

Діагностика маститу можлива відносним способом - на підставі виміру деяких параметрів. Кількість уражених клітин вимені за 2 дні збільшується на 300 %. Електропровідність молока після зараження вимені різко зростає (до 30 %) навіть коли число ушкоджених клітин знизилася. Добова активність корови знижується на 10...15 %. Температура тіла тварин підвищується незначно на 0,2...0,5 С, тому цей показник не інформативний. Споживання корму і води при захворюванні маститу практично не змінюються.

Таким чином, більш-менш інформативними із розглянутих параметрів є електропровідність молока і продуктивність тварин, і, в меншому ступені - температура тіла тварин. Тому, очевидно, що прилади, які реалізують дані принципи достатньо надійно сигналізують лише про важкі форми захворювання і, як правило, не дозволяють діагностувати початкові стадії маститу, що має першорядне значення в практиці тваринництва. Це тим більше ускладнюється розбігом указаних параметрів як у процесі доїння (початок і кінець), так і в залежності від номера лактації тварини. Тому в ряді японських приладів вимірюють електропровідність молока від кожного соска, порівнюючи ці показники між собою. При суттєвому відхиленні електропровідності молока в одному із сосків від трьох інших, виробляється сигнал, що свідчить про початок запалення, тобто про ранню стадію маститу.

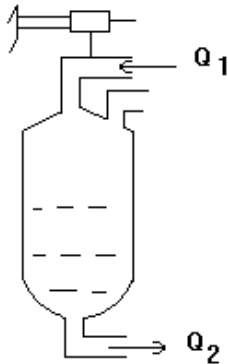
Для більш достовірної діагностики маститу необхідно одночасно враховувати електропровідність і температуру молока в колекторі доїльного апарату від кожного соска вимені й опрацьовувати дану інформацію за істотно більш складним алгоритмом, що враховує також ще додаткові інформаційні ознаки. Це можливо реалізувати тільки на базі засобів обчислювальної техніки.

Автоматичне урахування індивідуальної продуктивності корів - одна з найважливіших операцій, що виконуються на МТФ. По цьому показнику, в основному, нормують раціон тварин.

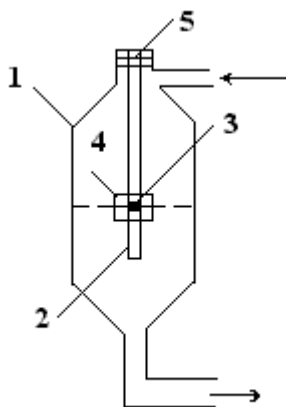
Практично всі пристрої для виміру кількості надоенного молока, котрі застосовуються в даний час, засновані на одному з двох принципів - об'ємному або масовому. Найбільше характерні типи розроблених вітчизняних і закордонних конструкцій молокомірів такі.

-молокомір, підвішений на тензодатчику.

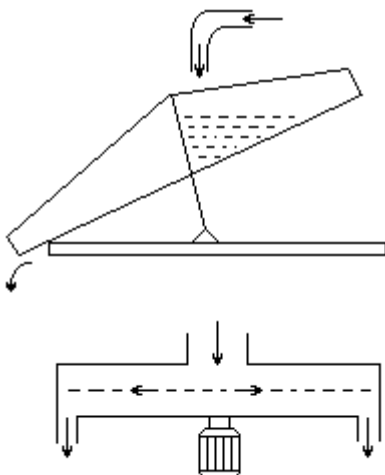
Недолік - низький ступінь очищення при промиванні системи і необхідність частої перевірки і підстроювання (тарировки)



-молокомір із поплавковим перетворювачем і клапанами. Поплавок під тиском молока піднімається і замикає контакти приводу відкриття клапану для відводу продукту, періодичність відкриття якого пропорційна інтенсивності молоковіддачі.



В даному варіанті є міряльна скляна ємкість, у середині якої є пластмасова трубка, металевий сердечник і розташований навколо трубки 4 із постійним магнітом. Поплавець, підіймаючись, своїм постійним магнітом піднімає сердечник, який знаходиться в пластмасовій трубці. Вмонтований у верхній частині ємкості ультразвуковий генератор 5 випромінює і сприймає відбиті сигнали. При підвищенні рівня молока в колбі скорочується час проходження ультразвукового сигналу, що пов'язано певним чином із кількістю надоенного молока.



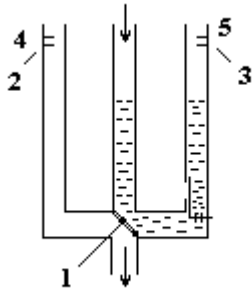
Наступна конструкція заснована на вимірі кількості рідини за допомогою перекидних ємкостей.

Молокомір із плоским диском, закріпленим на валі електродвигуна. Використовується

залежність струму навантаження двигуна від кількості молока, що надійшло на диск.

В усіх вищенаведених конструкціях є загальний недолік - складність промивання, тому що вони мають розширювальної ємкості, де швидкість промивочного розчину сповільнюється, в результаті чого його механічний вплив знижується.

Цей недолік усунутий у молокомірі такої конструкції.



У середню трубу трьохтрубного корпуса пристрою надходить надоєне молоко. Звідси, в залежності від положення нижнього керуючого клапанна 1 воно перетікає в праву 3 або ліву 2 міряльні трубки. Тут, на поверхні молока, піни набагато менше, оскільки подача здійснюється знизу. При досягненні перетворювачів рівня 4 або 5, відповідний з них спрацьовує й у спеціальний електронний блок або до ЕОМ приходить імпульс і виробляється команда на зміну положення керуючого клапана. При цьому молоко з вимірювальної трубки, де проводився вимір, зливається в молокопровід, а з центральної частини приладу молоко надходить в іншу вимірювальну трубку.

Тема 4. Технологічні об'єкти керування у рослинництві

План

1. Загальні відомості.
2. Склад і особливості розробки АСКТП рослинницьких об'єктів.
3. Тенденції розвитку АСКТП у рослинництві.

1. Загальні відомості

Рільництво – це галузь сільського господарства, яка передбачає здійснення виробничих процесів по вирощуванню та збиранню, первинній переробці та зберіганню всіх сільськогосподарських польових культур. Кожне з виробництв складається з кількох технологічних процесів, які відтворюються сотнями машин та знарядь. Виробничі процеси по вирощуванню та збиранню польових культур здійснюються мобільними сільськогосподарськими агрегатами і включають технологічні процеси підготовки ґрунту, висіву насіння, догляду за рослинами та збиранню врожаю. Переробку та зберігання продукції забезпечують стаціонарні агрегати, які реалізують такі технологічні процеси, як її очищення та сортування, сушіння або консервування та далі зберігання в спеціалізованих сховищах.

Рівень механізації процесів, що виконуються мобільними агрегатами, досить високий і для процесів виробництва зернових культур сягає майже 100%. При цьому рівень автоматизації цих процесів низький. Тому саме підвищення рівня автоматизації цих процесів дозволяє підвищувати продуктивність праці агрегатів, поліпшувати якість сільськогосподарської продукції та зменшувати витрати на її виробництво.

Автоматизація мобільних агрегатів сприяє підвищенню продуктивності праці до 30 %, зниженню втрат продукції до 5 % та витрати палива до 14 %. При цьому значно поліпшується якість продукції та полегшуються умови праці механізаторів.

Автоматизація процесів рослинництва включає такі основні напрямки, як рільництво, захищений ґрунт і сховища с.- г. продукції. Виробничі процеси в рільництві являють собою сукупність взаємозалежних ТП, таких як передпосівне підготування насіння, обробка ґрунту, посів і догляд за рослинами, збирання врожаю і його транспортування, післязбиральна обробка і збереження продукції.

Автоматизація технологічних процесів у рільництві визначає управління машинами і режимами їхньої роботи при мінімальній участі людини-оператора. При створенні систем автоматизації необхідно проаналізувати сам технологічний процес і сукупність машин як об'єкт автоматизації і вибрати найбільш оптимальний і ефективний варіант АСКТП.

Переходові до автоматизації технологічних процесів у рільництві сприяє, по-перше, впровадження промислових індустріальних методів і потокової технології вирощування, збирання та переробки врожаю, по-друге, - широке застосування в сільському господарстві досягнень науки і передової практики і, по-третє, - розробка і застосування сучасної елементної бази автоматики.

Із завершенням комплексної механізації та електрифікації технологічних процесів рослинництва і, зокрема, рільництва, можливе впровадження їх автоматизації на рівні АСКТП. Необхідність цього диктується тим, що

рільництво характеризується різноманіттям технологічних процесів і великим числом типів машин (біля 2 тис.). Тому вибір оптимального варіанта автоматизації ТП з урахуванням зональних особливостей рослинництва представляє іноді досить складну задачу.

Крім того, до цього часу багато машин і агрегати для рільництва заводи випускають без урахування можливості їхньої автоматизації, що в цілому істотно стримує впровадження засобів автоматизації в рільництві. Тому при створенні нової системи машин для с.-г. виробництва стала обов'язковою проробка передумов їхньої автоматизації уже на стадії проектування.

Мобільні агрегати і здійснювані ними ТП автоматизувати значно складніше, ніж стаціонарні. Робота на відкритому повітрі при умовах, коли широко змінюються параметри температурно-вологісного режиму, запиленості та загазованості, наявність вібрації і поштовхів, обмеженість складу інформаційних показників, складність електроживлення, - усе це знижує надійність роботи такої техніки. Проте перехід на підвищені робочі швидкості і на збільшену ширину захоплення робочими органами, безупинне підвищення потужності, складності машин і їхньої продуктивності, а також підвищення вимогливості до точності керування ТП, викликали необхідність розробки АСКТП рільництва. Для цього ведуться роботи зі створення САУ такими процесами, як:

- водіння тракторів і с.-г. машин;
- регулювання глибини ходу робочих органів почвообробки, посівних машин, а також висоти зрізу стебла зернових культур і кормових трав;
- коригування напрямку пересування робочих органів машин при посіві, обробці і зборі врожаю просапних культур, садів і виноградників, а також при поливі і внесенні добрив.

Найбільше поширення в рільництві знайшли системи автоматизації стаціонарних електрифікованих ТП, таких як: післязбиральна обробка зерна, його сушіння та активне вентилявання.

Автоматизація технологічних операцій у захищеному ґрунті дає істотний ефект:

- збільшується продуктивність і поліпшуються умови праці;
- економиться паливо й електроенергія;
- знижується захворюваність посадкового матеріалу і дорослих рослин;
- підвищується врожайність і знижуються терміни розвитку рослин і дозрівання овочів.

У тепличних комплексах промислового типу автоматичний контроль і управління використовується для багатьох параметрів, як-от:

- температура повітря, ґрунту і води при поливі;
- забезпечення освітленості;
- зволоження повітря;
- вентиляція і швидкість переміщення повітря;
- концентрація розчинів мінеральних добрив у ґрунті;
- режими живлення стелажів гідропонних теплиць і т.д.

Для збереження сільськогосподарської продукції будують спеціальні споруди. В них зберігають фуражне і насінне зерно, зелені корми (сіно, сінаж,

силос), комбікорм, продукцію молочно-товарних і птахівницьких ферм, а також картоплю, різноманітні овочі і фрукти.

При закладанні с.- г. продукції на тривале збереження використовують засоби автоматизації таких операцій, як:

- транспортування і завантаження продукції в сховище;
- мікроклімат і захист продукції від псування;
- сортування і розвантаження продукції;
- контроль якості й урахування кількості продукції при завантаженні, збереженні і реалізації.

Особливістю автоматизації об'єктів захищеного ґрунту є те, що теплиці, особливо зимові, являють собою дуже складні і енергоємні спорудження з розгалуженими системами електро-, тепло-, водопостачання і каналізації. На виробництво 1 кг тепличних овочів у середній смузі витрачається до 160... 200 МДж теплової та 1,2...1,3 кВтгод електроенергії. На обігрів 1 га площі зимових теплиць витрачається за сезон біля 3 тис. т умовного палива, тобто на порядок більше, ніж на обігрів такої ж площі житлових помешкань.

Правильне збереження с. г. продукції дозволяє забезпечити постачання населення овочами й іншими продуктами харчування продовж всього року, зберегти їх високі живильні і смакові якості, зовнішній вигляд.

Післязбиральна обробка сільськогосподарської продукції – один з найбільш трудомістких процесів сільськогосподарського виробництва. Для багатьох видів продукції вона здійснюється із значними затратами ручної праці. При виробництві зерна – основної продукції рільництва – технологія його обробки характеризується комплексною механізацією всіх процесів і операцій. Впровадження поточних технологій обробки зерна призвело до зниження затрат праці, але при цьому значно ускладнилися процеси управління такими агрегатами. Ці ускладнення обумовлені, з одного боку, значною кількістю зернообробних машин, якими треба керувати, та, з другого боку, дією чисельних збурень, що впливають на ефективність роботи машин. Продуктивність праці машин, встановлених у потоці, становить 60–70 % їх номінального значення.

Підвищення рівня автоматизації процесів післязбиральної обробки зерна сприятиме підвищенню продуктивності потокових ліній, подальшому зниженню затрат праці та поліпшенню обробки зерна.

Потреба сільського господарства в типових сховищах ще задоволена не цілком, крім того, в існуючих спорудах, через неправильні режими збереження, мають місце величезні втрати, знизити котрі можна лише впровадженням автоматизованих систем управління найвищого рівня.

2. Склад і особливості розробки АСКТП рослинницьких об'єктів.

Автоматизація зерноочисних та сортувальних машин

Відповідно до прийнятої технології весь врожай зернових, бобових, олійних культур і насіння трав після комбайнового збирання підлягає очищенню, а близько 60% прибраного врожаю необхідно піддавати штучному сушінню.

Необхідність у післязбиральній обробці зерна (очищенні, сортуванні і сушінні) викликана тим, що зернова маса, що надходить з-під комбайнів, поряд із зерном містить до 20...30% бур'янистих і до 5% солом'яних домішок, а вологість зерна в залежності від кліматичних умов значно відрізняється від припустимої (14%) і досягає 30% і більше. Для післязбирального очищення і штучного сушіння зерна використовують стаціонарні зерноочисно-сушильні пункти.

Для цих пунктів промисловість випускає зерноочисні агрегати типу ЗАВ і очисно - сушильні комплекси типу КЗС продуктивністю від 10 до 100 т/г і вентильовані бункери місткістю до 100 т.

Для очищення і сортування зернової маси використовують повітрорешітні і трієрні машини, а сушать зерно в зерносушарках шахтного і барабанного типів і в установках активного вентилування.

Кожен агрегат і комплекс, крім зазначених машин, містить набір транспортерів і норій, зернопроводи і накопичувальні ємності, пристрою для завантаження і розвантаження автотранспорту, повітряні циклони, щити і пульти керування машинами. Усі машини погоджені по продуктивності й об'єднані в єдину потокову лінію, що обслуговується одним-двома операторами. Об'єднання машин у потокову лінію і їхню автоматизацію дозволили підвищити продуктивність праці в 7...10 разів і знизити собівартість обробки зерна в 2...3 рази в порівнянні з використанням цих же машин у розрізненому виді.

Зерноочисні агрегати серії ЗАВ випускаються продуктивністю на 10, 20, 40, 50, 100 т/г і призначені для районів з відносно сухим кліматом, у яких вологість зерна з-під комбайна не перевищує 18%

Зерноочисно-сушильні комплекси, (КЗР-5, КЗС-10Ш, КЗС-20Ш, КЗС-40Ш, КЗС-50, КЗС-10Б и КЗС-20Б) використовуються в зволжених зонах, у яких вологість зерна при збиранні перевищує 18%.

У господарствах, розташованих у зонах зі збиральною вологістю зерна 18...20%, на комплексі встановлюють бункера активного вентилування (БВ-12,5, БВ-25, БВ-50).

У зонах з надлишковою вологістю на комплексах КЗС з індексом Ш встановлюються шахтні зерносушарки типу СЗШ-8 і СЗШ-16 продуктивністю відповідно 8 і 16 т/г чи з індексом Б – барабанні зерносушарки типу СЗСБ продуктивністю 2, 4 і 8 т/г на сушінні продовольчого зерна.

Для злагодженої роботи поточкових ліній агрегати і комплекси добре електрифіковані й автоматизовані. Агрегати типу ЗАВ мають від 6 до 16 електродвигунів сумарною встановленою потужністю від 16 до 47 кВт, а комплекси типу КЗС – від 22 до 34 електродвигунів сумарною потужністю від 65 до 150 кВт.

З засобів автоматики на агрегатах і комплексах широко використовуються прилади контролю і регулювання технологічних параметрів: датчики рівня сипучих матеріалів, датчики температури нагрівання теплоносія на вході і виході зерносушарки і температури зерна в сушарках і бункерах активного вентилування, вологоміри для виміру відносної вологості повітря і вологості зерна, витратоміри зерна, прилади контролю полум'я в топці, різні реле, електромагнітні клапани, кінцеві вимикачі і т. п.

На основі цих засобів розроблені пульти і станції автоматичного керування агрегатами і комплексами післязбиральної обробки зерна, що автоматично забезпечують:

послідовність пуску машин потокової лінії в напрямку, зворотному напрямку потоку зерна, починаючи з машини, установленої наприкінці лінії;

зупинку всіх машин, що передують по потоці зерна будь-якій зупиненій машині потокової лінії;

можливість ручного включення і відключення будь-якої машини при налагодженні без дотримання технологічних блокувань;

включення аспираційної системи порід пуском машин і відключення всіх машин при зупинці аспираційної системи;

програмне розпалювання топки і контроль її роботи;

контроль температури теплоносія і нагрівання зерна;

захист електроустаткування від струмів короткого замикання і перевантажень;

роботу розвантажувальних пристроїв шахт і охолоджувальних колон сушарки;

світлову сигналізацію про включення і відключення всіх двигунів машин і механізмів, про граничні рівні зерна в сушарках і технологічних ємностях і про відхилення температури теплоносія від заданого значення.

Крім світлової, мається аварійно-попереджувальна звукова сигналізація, що спрацьовує при аварійному зупинці якої-небудь машини, при переповненні технологічних ємностей, а також при загасанні полум'я в топці.

У схемах автоматики передбачені кнопкові пости для аварійної одночасної зупинки всіх працюючих машин у разі потреби.

Автоматизація зерносушарок

Для сушіння зерна після його збирання та попереднього очищення застосовують барабанні, шахтні зерносушарки та обладнання активного вентилявання. В барабанних сушарках неможливо витримати задані режими сушіння як продовольчого, так, особливо, насіннєвого зерна. Обладнання активного вентилявання має досить невисоку продуктивність і поки що відіграють допоміжну роль. Тому для сушіння зерна найбільше застосовують шахтні сушарки безперервної дії: типів Т662, Т663 фірми «Пектус» (Німеччина) та вітчизняні сушарки типу СЗШ-16, що входять до комплексів КЗС-20Ш.

Необхідний рівень зерна в сушарці контролюється датчиками мінімального і максимального рівня, що встановлені в надсушильних бункерах. Датчики рівня керують роботою порційного розвантажувального пристрою: при досягненні мінімального рівня зупиняється електродвигун розвантажувальної каретки, при досягненні максимального рівня електродвигун розвантажувальної каретки вмикається знову. Надлишок зерна з надсушильного бункера по зерносливам повертається в завальну яму.

У нижній частині шахт у патрубках встановлені датчики температури для дистанційного виміру температури нагрівання зерна в потоці.

Автоматизація процесу активного вентилявання зерна

Активне вентилявання зерна застосовують для сушіння насіннєвого зерна, для тимчасової консервації зерна охолодженням та аерації насіння при тривалому зберіганні.

Активне вентилявання – це різновид конвективного способу сушіння продукту. Особливість такого способу полягає в досить низьких температурах агенту сушіння, що не призводить до теплового травмування зерна. При цьому нерухомий достатньо товстий шар зерна продувається потоком повітря, який поглинає вологу із зерна доти, поки не настане гігроскопічна рівновага зерна та повітря. Наприклад, при температурі 20°C для вологості зерна 14% відповідає відносна вологість повітря 65%.

Обладнання для активного вентилявання зерна може функціонувати залежно від ефективності процесу сушіння трьома різними способами.

Перший спосіб полягає в продуванні звичайного повітря навколишнього середовища через шар зерна. У цьому випадку тривалість сушіння значно збільшується. Відомо, що зберігання вологого зерна досить обмежене. Наприклад, при зберіганні зерна вологістю понад 18% протягом 6...8 діб починається його псування. Ось чому такий спосіб функціонування обладнання для активного вентилявання зерна не знаходить широкого застосування.

Другий спосіб полягає у використанні устаткування для вентилявання зерна як сушарок періодичної дії. Агент сушіння попередньо підігрівається до 45...50°C. У цьому випадку відносна вологість повітря, що продувається становить 15...30%, що відповідає 5...8% зрівноваженої вологості зерна. Так при висушуванні зерна початковою вологістю 25% нерівномірність вологості становить 12%, а прошарки зерна, що прилягає до внутрішнього циліндра, висушується до вологості 3...4%. Тому для підвищення рівномірності сушіння зерна його необхідно перемішувати під час сушіння. Це здійснюється шляхом пересипання зерна з одного бункера в інший один два рази за період сушіння залежно від початкової вологості зерна.

Найдоцільнішим способом сушіння зерна активним вентиляванням є третій спосіб, який передбачає продувати шар зерна повітрям з відносною вологістю, яка відповідає або трохи нижча за зрівноважену вологість зерна. Відомо, що нагрівання повітря на 1°C знижує його відносну вологість приблизно на 5%, то достатньо нагріти повітря навіть вологістю 100% на 7°C, щоб вологість агрегата сушіння становить 65%. При такому способі функціонування обладнання для активного вентилявання зерна нерівність сушіння майже відсутня, а тривалість сушіння не досягає допустимих термінів зберігання вологого зерна.

Автоматизація технологічних процесів в захищеному ґрунті

Кліматичні умови України обумовлюють циклічність виробництва продукції рослинництва і надзвичайно нерівномірне її споживання. Наприклад, максимум споживання овочів(90%) припадає на липень – вересень, а сумарне споживання за I півріччя становить менше 6 %. За цих умов різко зростає роль закритого ґрунту, який призначений для більш стабільного і рівномірного постачання населенню продукції сільськогосподарського виробництва в зимово-весняний період.

Найрентабельнішою є експлуатація закритого ґрунту в південних районах з підвищеним рівнем сонячної радіації. Це дає можливість вдвічі зменшити витрати на паливо й електроенергію, а транспортні витрати на перевезення продукції зростають лише на 5–15 %.

Зниженню собівартості продукції закритого ґрунту сприяє й спеціалізація господарств. У різних кліматичних зонах України успішно експлуатуються великі тепличні комбінати. Спеціалізація дозволяє ширше впроваджувати механізацію й автоматизацію технологічних процесів. Для комбінатів характерні найменші трудозатрати (до 50 тис. год на га за рік) і, відповідно, найнижча собівартість вирощуваної продукції.

Поряд з цим останнім часом у виробництві продукції закритого ґрунту зростає питома вага підсобних господарств, які розташовуються, як правило, поряд із потужними джерелами вторинного тепла (ТЕЦ, АЕС). Продуктивність закритого ґрунту в підсобних господарствах досягає 40–50 кг/м² огірків і до 20–25 кг/м² томатів.

У зв'язку із значною енергомісткістю закритого ґрунту проектування нових і переобладнання існуючих споруд потребують детальних економічних розрахунків з урахуванням природних ресурсів, тенденцій підвищення цін на енергоносії та коливанням ринкових цін на продукцію. При цьому повинні враховуватись: вартість проектування, будівництва (переобладнання), технологічного обладнання, експлуатації; собівартість продукції; динаміка ринкових цін.

Найбільш суттєва частка експлуатаційних витрат пов'язана з надзвичайно високою енергомісткістю технологічних процесів у спорудах закритого ґрунту, особливо в зимових теплицях.

Існують два шляхи зниження енергомісткості закритого ґрунту. Це раціональне проектування споруд і магістралей теплопостачання з урахуванням конкретних кліматичних умов, що потребує детальних теплотехнічних розрахунків. Стандартний підхід полягає у виборі одного з типових проектів, розроблених для різних кліматичних умов.

Другий шлях зниження енергомісткості – за рахунок автоматизації технологічних процесів. За експертними оцінками, тільки за рахунок повної автоматизації й підвищення якості регулювання режимних параметрів діючих споруд закритого ґрунту можна зменшити енерговитрати на 20–30 %.

Специфіка закритого ґрунту полягає в тому, що вихід режимних параметрів за межі технологічного регламенту різко впливає на врожайність і товарну якість продукції. Тому автоматизація технологічних процесів у закритому ґрунті спрямована, в першу чергу, на надійну і безвідказну роботу технологічного обладнання, підтримання режимних параметрів у межах технологічних допусків.

Прогрес в автоматизації закритого ґрунту можливий при використанні сучасних датчиків, мікропроцесорів, ЕОМ, що реалізують складні закони регулювання з урахуванням нелінійних та інерційних властивостей об'єкта і нестационарності протікаючих у ньому тепло- і вологообмінних процесів.

Наступним кроком автоматизації технологічних процесів закритого ґрунту є створення систем контролю за функціональним станом рослин і

використання отримуваної від них інформації для поточного коригування системи регулювання.

Кінцевою метою такого підходу є створення адаптивних систем слідкуючого регулювання згідно з потребами рослин.

Прискорений розвиток цієї галузі аграрного виробництва можливий тільки при широкому й обґрунтованому впровадженні наукомістких технологій, електрифікації та автоматизації технологічних процесів.

Види споруд закритого ґрунту

Споруди закритого ґрунту поділяються на утеплений ґрунт, парники і теплиці.

Утеплений ґрунт – це земельні ділянки, що можуть обігріватися чи не обігріватися, призначені для вирощування розсади і ранніх овочів.

Ґрунт, що не обігрівается, має малогабаритні плівкові покриття або переносні покриття з матів, ряднини, плівок, які використовуються для захисту городини вночі чи в період різких похолодань. Єдиним джерелом тепла є сонячна енергія.

Для ґрунту, що обігрівается, джерелом тепла може бути сонячна енергія, біопаливо (свіжий гній, рослинні відходи), а також гаряча вода й електрична енергія.

Парники - це повністю або частково заглиблені в ґрунт каркасні споруди невеликої площі з прозорим покриттям. Парники призначені для вирощування розсади для відкритого ґрунту і отримання ранніх овочів. Парники глибиною 0.4...0,8 м, шириною 1,4 м будь-якої довжини виготовляють з дерева або бетону і закривають скляними і плівковими рамами, а на ніч і під час похолодань - додатково солом'яними матами товщиною 5–6 см. Ґрунт у парниках обігрівается сонячною енергією, біопаливом, гарячою водою або електроенергією. Останній спосіб найбільш зручний для автоматизації.

Теплиці - це найдосконаліший і технічно оснащений вид споруд закритого ґрунту. Теплиці, що входять до складу тепличних комбінатів або експлуатуються як окремі споруди, згідно з агротехнічними вимогами поділяють за призначенням (овочеві, квіткові, розсадні, розсадно - овощеві), періодом експлуатації (зимові, весняні), способом вирощування (ґрунтові й субстратні).

Теплиці класифікують також за конструкційними ознаками на одноланкові (ангарні) і багатоланкові (блочні), матеріалом покриття – скляні, плівкові та склопластикові. Вони можуть бути одно - або багатопверховими (баштового типу), як з прозорим огородженням, так і непрозорі. За конструкцією даху теплиці поділяють на односкатні, двоскатні, нерівноскатні, аркові.

Будівельні конструкції теплиць визначають з урахуванням впливу зовнішніх кліматичних факторів: найнижчої середньодобової температури, вітрового і снігового навантаження (добова маса снігового покриву), а також сейсмічної активності в районі будівництва. На даний час розроблені типові проекти тепличних комбінатів, призначених для різних кліматичних зон.

Норми технологічного проектування споруд закритого ґрунту передбачають: автоматичне регулювання температури і вологості повітря;

температури води в системі підґрунтового обігрівання; температури поливної води і розчинів мінеральних добрив; концентрації добрив у розчині та вуглекислоти в повітрі; автоматизацію процесів поливу, підживлення і досвічування рослин; закриття вентиляційних фрамуг при швидкості вітру понад 10 м/с.

Для кожного виду рослин характерні свої оптимальні режимні параметри та допустимі відхилення від оптимальних.

Тепловий режим культиваційних споруд підтримується за допомогою автоматичних систем обігрівання і вентиляції. Він визначається потужністю джерел тепла, а також конструктивними особливостями споруд. Точність підтримання заданої температури – в межах $\pm 1^\circ\text{C}$. Крім того, задана температура повинна узгоджуватись з рівнем освітленості, що пов'язане з фізіологічними особливостями життєдіяльності рослин. Технологічні норми також регламентують максимальну температуру 30°C (для розсади 26°C) мінімальну – 15°C (не більше доби).

Водний режим забезпечується підтриманням необхідної вологості повітря і ґрунту за допомогою різних систем зрошення (надґрунтове, підґрунтове, крапельне зрошення). Витрати води становлять від 5 до 15 л/м^2 на добу. Оскільки зрошення може порушувати тепловий режим у споруді, температуру поливної води підтримується на рівні температури повітря і ґрунту (в межах $20\text{--}25^\circ\text{C}$).

Режим живлення забезпечується підтриманням необхідної концентрації мінеральних добрив, їх співвідношенням і рН ґрунту або субстрату. Технологія передбачає регулювання загальної концентрації з точністю $\pm 10\%$ і рН з точністю $\pm 0,1$ в достатньо вузькому діапазоні, який визначається технологічним регламентом для кожного виду рослин і змінюється залежно від фази розвитку.

Газовий режим в об'ємі споруди закритого ґрунту передбачає контроль і підтримання концентрації вуглекислоти на рівні $0,1\text{--}0,35\%$. Регулювання концентрації здійснюється на рівні освітленості більше 5 клк. При цьому повітряний обмін з навколишнім середовищем припиняється шляхом закриття вентиляційних фрамуг. Для інтенсифікації процесів життєдіяльності рослин швидкість повітряних потоків повина становити $0,15\text{ м/с}$.

Світловий режим, як правило не регулюється. Лише при вирощуванні розсади і в селекційних спорудах використовують штучне освітлення. Питома потужність опромінювачів згідно з технологічними нормами знаходиться в межах $100\text{--}300\text{ Вт/м}^2$.

Урахування всієї різноманітності взаємозв'язків між режимними параметрами, їх узгодження та оптимізація погребують високого рівня автоматизації технологічних процесів.

Тепличне господарство – найбільш трудомістка галузь рослинництва з щорічними витратами до $10\text{--}18$ год. на 1 м^2 площі. Рослини добре розвиваються і плодоносять тільки при оптимальних значеннях параметрів мікроклімату теплиць. Теплиці мають високий ступінь механізації й автоматизації технологічних процесів.

Близько 40% від загальних витрат праці витрачається на підготовчі роботи, що виконують за допомогою машин: готування ґрунтових сумішей, заміна ґрунту, стерилізація ґрунту передпосівна її обробка, дезінфекція

конструкцій теплиць, поточний ремонт, передпосівна обробка насіння, виготовлення живильних кубиків, передпосівне внесення добрив і т. д. У процесі вирощування і збору врожаю засоби механізації й автоматизації використовують при посіві насіння і доглядом за розсадою, поливі і підживленні рослин, запиленні рослин і їхньому захисту від хвороб, зборі і транспортуванні овочів і рослинних залишків, а також для керування параметрами мікроклімату.

Автоматизація технологічних операцій у захищеному ґрунті дає істотний ефект: збільшується продуктивність і поліпшуються умови праці, заощаджується паливо й електроенергія, знижується захворюваність посадкового матеріалу і дорослих рослин, підвищується врожайність і скорочуються терміни дозрівання рослин і овочів. Умови праці і побуту робітників на автоматизованих тепличних комплексах не гірше, а іноді краще, ніж на промислових підприємствах.

У малих теплицях і парниках рівень автоматизації по контролі і керуванню мікрокліматом поки невисокий і обмежується в основному одним параметром – температурою.

На тепличних комплексах промислового типу автоматичні контроль і керування використовують практично для багатьох параметрів, а саме: температури і вологості ґрунту і повітря, змісту вуглекислого газу, ступеня освітленості, температури води для поливу ґрунту, зволоження повітря, вентиляції і швидкості переміщення повітря в теплиці, концентрації розчинів мінеральних добрив ґрунту, режимів живлення стелажів гідропонних теплиць, значення рН і інших параметрів. Для вибору оптимального режиму відповідно до зовнішніх погодних умов передбачене автоматичне спостереження за ними і зміна внутрішніх параметрів мікроклімату. Також засоби автоматики широко використовуються на допоміжних установках тепло - і енергопостачання, постачання водою і т. п.

Автоматизація обігріву парників

В парниках вирощують розсаду для відкритого ґрунту і ранньоспілі овочі у весняний період. По технічному оснащенню і рівні механізації й автоматизації технологічних процесом вони займають проміжне місце між утепленим ґрунтом і аграрними теплицями.

Найпростіші парники обігрівають біопаливом, широке розповсюдження одержав обігрів гарячою водою і за допомогою електроенергії. Іноді сполучать водяний обігрів з електричним, котрий включається у період різких похолоданні і заморозків.

Унаслідок короткого терміну вигонки розсади і високої її щільності посадки (на 1 м² кілька сотень штук) економічно завжди ефективно використовувати для обігріву електричну енергію. Для обігріву використовують трубчасті й оголені нагрівальні елементи з питомою потужністю 100...200 Вт/м².

Автоматизація обігріву парників і утепленого ґрунту як досить простих споруд захищеного ґрунту зводиться до автоматичного керування температурою ґрунту і повітря в залежності від погодних умов, виду і віку рослин.

Керування тепловим режимом може бути ручним (неавтоматизованим): переключення нагрівальних елементів на різні напруги, включення окремих груп нагрівачів і т. п. Однак автоматичне керування температурою в парниках куди важливіше: тільки витрати електроенергії в порівняно з ручним керуванням скорочуються на 15...20%.

Найпоширеніший спосіб автоматичного керування температурою в парниках заснований на принципі періодичного включення і відключення нагрівальних елементів за допомогою магнітних пускачів у залежності від температури всередині парника. Електротехнічною промисловістю розроблено для парників комплектне устаткування типу КП-1. Воно призначено для автоматичного керування температурою повітря і ґрунту в парниках із ґрунтовим і повітряним електрообігріванням. Воно ж може застосовуватися для керування температурою ґрунту і повітря в плівкових теплицях площею до 0,5 га.

Автоматичне керування температурним режимом в ангарних теплицях здійснюється пристроями регулювання температури і кількості теплоносія, що гріє, а також пристроями керування відкриттям і закриттям кватирок вентиляції. В основному використовується комбінований обігрів: водяний обігрів ґрунту і повітря і повітряно-калориферний обігрів повітря від водяних калориферів. Основний обігрів здійснюється регістрами, що гріють, а додатковий – від калориферів. Від калориферів підігріте повітря подається по повітропроводам і розподіляється вентиляційною системою по всій теплиці. Завдяки малій інерційності калориферний обігрів дає можливість керувати температурою повітря з високою точністю.

Вентиляція теплиці здійснюється через кватирки, розташовані в бокових стінах і на покрівлі. Зволоження повітря відбувається шляхом розпилення води через форсунки, які закріплені в підвішених у теплиці водопроводах на відстані приблизно 3 м одна від іншої. Для збору і відводу води, що утвориться на конструкціях теплиці при розпиленні і конденсації вологи, влаштовані спеціальні жолоби, по яких вода стікає в каналізацію. Вода на зволоження повітря і полив ґрунту підступає від водонагрівача під постійним тиском, створюваним насосною станцією. Полив здійснюється за допомогою дощувальної установки чи шлангів водою з температурою 16...25 °С.

Автоматичне керування поливом в ангарних теплицях здійснюється роздільно для нижньої і верхньої систем поливу. Вода для поливу надходить через нижню систему труб, що використовують також для подачі розчинів мінеральних добрив. Труби для поливу можна встановлювати на висоті від 0 до 2,2 м.

Поливна вода розподіляється по групі труб через електромагнітний вентиль. У кожній теплиці встановлена група вентилів, що по черзі включається на 2...4 хв. в одній теплиці, потім в іншій і т. д.

Зволоження повітря в теплиці відбувається за рахунок короткочасного (на 10...30 с) відкриття вентилів системи труб верхнього поливу. Висота розміщення системи верхнього поливу не змінюється. Воду, використовувану для поливу і зволоження, попередньо підігрівають до заданої температури.

Система автоматичного керування концентрацією розчину мінеральних добрив призначена для контролю концентрації та стабілізації її в межах,

заданих агротехнічними вимогами. Концентрований розчин мінеральних добрив готують в спеціальному басейні, звідки насоси-дозатори подають його через регулюючий клапан в поливну воду. Концентрація добрив вимірюється по електропровідності живильного розчину в магістральному трубопроводі за ділянкою змішування концентрованого розчину і поливної води.

Такі системи регулювання концентрації добрив вирішують задачу стабілізації режимних параметрів на вході в об'єкт і задовільно працюють лише при технології вирощування рослин з циркуляцією розчину поживних речовин (гідропоніка, водна, тонкоплівкова культура). Ґрунтова або субстратна технологія, які не передбачають повернення живильного розчину в систему, потребують урахування буферності, водоутримуючої здатності і можливості засолення субстрату. В цьому випадку необхідний зворотній зв'язок по параметрах субстрату шляхом установки датчиків безпосередньо в ньому. Проблема полягає у відсутності надійних датчиків.

Автоматизація овочесховищ

Сховища сільськогосподарської продукції призначені для зберігання зерна, соковитих кормів, комбікормів, картоплі, овочів, фруктів тощо. Зберігання великої маси продукції в обмеженому об'ємі висуває специфічні вимоги до систем автоматизації.

Особливо небезпечними є окремі вогнища загнивання, які швидко розповсюджуються по об'єму продукції, що зберігається. Для запобігання цього явища використовують метод активної вентиляції з інтенсивністю до 300 м³/год на 1 т продукції. Температура повітря, особливо взимку, повинна втримуватись у допустимих межах, щоб не допустити пошкодження продукції. Тому в окремих випадках сховища обладнують калориферами для підігрівання повітря взимку або холодильними агрегатами для охолодження повітря влітку і восени. Найважливішими параметрами мікроклімату, що підлягають контролю і регулюванню, є температура і вологість.

Автоматизація мікроклімату в овочесховищах здійснюється з урахуванням агротехнічних вимог зберігання окремих видів сільськогосподарської продукції. Основним діючим фактором є активна вентиляція, яка забезпечує видалення надмірної вологи з поверхні коренеплодів і овочів, а також сприяє вирівнюванню волого-температурних полів в об'ємі продукції, що зберігається.

Повітря в масу продукції, що зберігається подають за допомогою припливних вентиляційних систем, обладнаних відцентровими або осьовими вентиляторами. Режим роботи вентиляційної системи залежить від температури зовнішнього повітря і технології зберігання продукції. Наприклад, технологія зберігання картоплі передбачає три режими: лікувальний, охолодження і зберігання.

У лікувальний період, який триває 2 тижні температура картоплі підтримується на рівні +14...18°C при мінімальному повітрообміні і високій відносній вологості (понад 90%). При закладанні вологої картоплі її підсушують активною вентиляцією повітрям з вологістю не більше 80%.

У період охолодження температуру картоплі знижують до 2-4°C з швидкістю 0,5...0,6 °C на добу при максимальній вологості повітря 100 %. Період охолодження становить 20...25 діб.

Період зберігання – основний період. Температура в об'ємі картоплі підтримується на рівні +3...4°C. Відносна вологість максимальна. Вентиляція здійснюється зовнішнім повітрям або сумішшю внутрішнього та зовнішнього повітря (взимку).

Аналогічні агротехнічні вимоги до систем автоматичного управління розроблені й для інших видів овочів.

Автоматизація фруктосховищ

Конструкції фрукто - і овочесховищ мають багато загального. Автоматизація зберігання фруктів викликана необхідністю охолодження продукту і точної підтримки температури і відносної вологості повітря. Тому в системі автоматизації устаткування фруктосховища передбачено управління повітроохолоджувальними установками, подачею пари для зволоження повітря в камерах і концентрацією газу в газових сховищах.

У приміщеннях для зберігання фруктів (фруктосховищах) концентрацію діоксиду вуглецю підтримують на рівні, істотно вищому, ніж в атмосферному повітрі: 1 % і більш. При цьому вміст кисню зменшується, а азоту збільшується, завдяки чому поліпшуються умови зберігання фруктів. Зміст CO₂ регулюють, пропускаючи циркуляційне повітря через вапняне молоко або спалюючи газ при контрольованій подачі повітря. Отримана таким чином газова суміш, збагачена також і азотом, охолоджується і подається в сховищі. Температура зберігання, що рекомендується, – менше 5°C, але не нижче за температуру підмерзання плодів, яка повинна підтримуватися з високою точністю. Велике значення має також контроль вологості газової суміші, від якої залежить втрата вологи плодами, що зберігаються, і контроль вмісту газу етилену, що виділяється плодами.

Для фруктосховищ, що мають місткість від 1000 до 3000 т розроблений комплект електрообладнання, який забезпечує автоматичне управління мікрокліматом у камерах зберігання фруктів, управління роботою конденсаторного і випаровувального обладнання, захист компресорів охолоджувальних машин та сигналізацію нормальних і аварійних режимів роботи. Один комплект може автоматично управляти двома – чотирма камерами.

Система автоматичного управління мікрокліматом фруктосховища призначена для підтримання в камерах заданих значень температури, вологості повітря, циклічного його перемішування в камерах; вмикання і вимикання установок припливної та витяжної вентиляції, а також для контролю за станом температури і вологості повітря в камерах і окремих точках холодильної установки.

Автоматизація мобільних процесів у рільництві

Незалежно від вирощуваних культур технологічні процеси в рільництві майже однакові: обробіток ґрунту, сівба, догляд за рослинами та збирання врожаю. Їх виконують мобільними агрегатами МТА або спеціалізованими само-

хідними машинами. Управління будь-якими технологічними процесами у рільництві складається з водіння агрегату, регулювання завантаження двигуна та робочих органів машини, а також контролю за виконанням технологічних операцій.

Найтрудомісткою операцією є водіння, трудозатрати на яке, наприклад при оранці, становлять близько 80% усіх затрат праці механізатора. Але автоматизація водіння дуже ускладнена внаслідок таких причин.

По-перше, це мобільність засобів виробництва. Адже оброблюваний матеріал (грунт, рослини) залишається нерухомим, а рухаються засоби виробництва, які його обробляють.

По-друге, складність рельєфу полів. Майже на кожному полі є схили, косогори, балки тощо, що створюють додаткові непередбачені перешкоди агрегату.

По-третє, значна неоднорідність фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу, це змінює, наприклад, тягові зусилля при переміщенні агрегату та виконанні ним однакових операцій.

Значної уваги механізатора потребують операції, пов'язані з регулюванням роботи двигуна агрегата, створенням умов для його найкращої експлуатації. Зовнішні перешкоди змінюють крутильний момент на валу відбору, потужності, причиною яких теж є зміни фізико-механічних властивостей ґрунту, рослин, а також нерівності поверхні ґрунту та неоднорідність насаджень. Ці перешкоди впливають і на завантаження робочих органів збиральних машин.

Якість оранки, культивації, сівби, збирання врожаю теж потребують певних зусиль та уваги механізатора. При оранці треба дотримувати певної глибини та стежити, щоб не було огріхів. Культивація потребує високої точності роботи. Наприклад, похибка копіювання рядків рослин не повинна перевищувати 2–3 см. Така ж точність потрібна і при сівбі: глибина загортання – до 1 см; норма висіву – до 10 г/см². Огріхи не повинні перевищувати 1 % засіяної площі. Збирання врожаю характеризується втратами (до 1,5 %) та якістю зібраної продукції.

Досвід показує, що механізатор без допомоги технічних засобів не може забезпечити управління агрегатом; при якісному виконанні технологічних операцій та оптимальному використанні його продуктивності. На енергонасичених агрегатах механізатор без допомоги автоматичних систем управління та контролю може використовувати лише 60–64 % продуктивності агрегату під час збирання врожаю. При цьому якість збирання підтримується на належному рівні тільки перші три години. Далі механізатор стомлюється і якість збирання значно погіршується. Отже, застосування автоматичних систем при роботі мобільних агрегатів у рільництві необхідне.

Найпоширенішим методом при автоматичному водінні є копіювання: машина або МТА копіюють лінію, залишену ними ж при попередньому проході. Це може бути борозна, маркерна лінія, утворена спеціальним слідоутворювальним обладнанням, межа хлібостою тощо. Сприймаючий елемент фіксує відхилення копіра, яке з'являється при відхиленні руху трактора від борозни. Якщо відхилення більше за зону нечутливості порівнювального елемента, то електричний сигнал надходить на елемент

управління. Елемент управління з'ясовує, в який бік відбулося відхилення та визначає його величину. Залежно від напрямку відхилення включається той чи інший електромагніт, який пересуває поршні гідروпідсилювача, а величина відхилення впливає на тривалість утримання поршнів у цьому положенні. Автомат працює доти, поки копір знову не займе нейтральне положення.

Такі системи виготовляють та монтують на тракторах К-700, ДТ-75 та інших. Проте вони мають недоліки. По-перше, їх можна використовувати тільки при виконанні однієї або кількох операцій. Наприклад, систему автоводіння, для якої борозна попереднього проходу є напрямною траєкторією, можна застосовувати лише при оранці. Крім того, такі системи набувають помилок попередніх проходів. Тому вже при третьому – п'ятому проході викривляється борозна, що призводить до неякісної оранки та втрат продуктивності агрегату, бо потребує періодичного випрямлення борозни водієм агрегату. Треба відзначити, що борозна та інші маркерні лінії не можуть бути надійним орієнтиром для механічних копіювальних засобів. За вказаним методом не можна автоматично вести агрегат на поворотній полосі. Отже, описаний метод обов'язково передбачає присутність механізатора, який повинен весь час контролювати роботу автомата водіння та розвертати агрегат в кінці гону.

Більш досконалі є системи автоматичного водіння, які використовують для направлення руху агрегату природні або штучні орієнтири на полі. Природними можуть бути рядки рослин, валки скошеного хліба, земляні гребені, де розміщені рослини; штучними – штаби, дрот, які підтримують рослини, струмопровідний дрот, укладений в'землі тощо.

Системи, для управління якими використовують природні орієнтири, частіше застосовують на самохідних збиральних машинах: зерно-, кукурудзо-, буряко-, капусто- та картоплезбиральних комбайнах. Автоматичне водіння зернозбиральних комбайнів здійснюється по валках, для збирання кукурудзи, цукрових буряків, капусти – по рядках рослин, картоплезбирального – по земляних гребнях.

Важливим завданням є створення систем по регулюванню положення сільськогосподарських знарядь відносно поверхні поля. Вони потрібні при роботі землеробної техніки (плугів та культиваторів), посівних та збиральних агрегатів.

Системи регулювання глибини оранки та культивації повинні стабілізувати глибину обробітку ґрунту. Відповідно до агротехнічних вимог відхилення глибини оранки на рівних ділянках поля не повинне перевищувати 1,5 см, а на нерівних – 2–3 см. Нерівномірність глибини обробітку ґрунту при культивації не повинна перевищувати 1 см.

Існує два основних методи побудови систем автоматичного регулювання глибини оранки: силовий та за відхиленням. При першому систему регулювання створюють на основі вимірювання тягового зусилля. Другий метод ґрунтується на використанні відстані від поверхні ґрунту дорізального краю плуга.

Силовий метод не вимірює безпосередньо регульовальну величину, тому при зміні фізико-механічних властивостей ґрунту протягом гону відхилення

глибини оранки неминучі. Але завдяки простій конструкції сприймаючого елемента системи цей метод є найпоширенішим.

Найдосконалішими є системи автоматичного регулювання глибини оранки, дія яких ґрунтується на комбінованому методі, що враховує відхилення глибини оранки та тягове зусилля. При змінах фізико-механічних властивостей ґрунту різко зростають тягові зусилля, що призводить до пробуксовування трактора і потребує переходу на нижчу передачу та примусове ручне виглиблення знаряддя. Наявність у такій системі силового сприймаючого елемента дозволяє значно підвищити продуктивність МТА на оранці.

Ефективне використання збиральної техніки і тракторів можливе тільки при оптимальному завантаженні робочих, органів та двигуна відповідно до умов їх роботи.

У зв'язку з тим, що зовнішні фактори при роботі сільськогосподарської техніки змінюються в широких межах, нерівномірність завантаження двигуна і робочих органів машин значна, а це може призвести до аварії. Тому необхідність в обладнанні техніки автоматичними пристроями очевидна.

Широко застосовується метод контролю завантаження робочих органів збиральних машин, який ґрунтується на контролі частоти обертання робочих валів. При перевантаженні будь-якого органу машини його вал зменшує частоту обертання. На індикації частоти обертання і створюються системи контролю завантаження робочих органів сільськогосподарських машин. Останнім часом розроблений і виготовляється цілий клас таких систем. Крім контролю частоти обертання, вони контролюють втрати продукції, рівень її в бункерах тощо.

Важливими системами контролю за правильним виконанням технологічних операцій є системи контролю висіву. У сівалках часто порушується нормальна робота механізмів: забиваються ґрунтом сошники, потрапляють сторонні предмети у висівні апарати тощо. Всі ці недоліки призводять до нерівномірності висівання зерна, що істотно знижує врожайність. Контроль за роботою сівалок дозволяє водію приділяти основну увагу водінню агрегату, забезпечуючи прямолінійність рядків та задане стикування міжрядь.

3. Тенденції розвитку АСКТП у рослинництві.

Системи виміру, управління та обробки даних, що охоплюють прийом врожаю, його обробку і відвантаження з обробкою інформації і управлінням на базі ЕОМ згодом стануть звичними для господарств нашої країни. Будуть удосконалюватися автоматичне сортування і калібрування продукції з використанням як традиційних ознак і засобів, так і розроблених на нових принципах, із застосуванням мікроелектроніки та мікропроцесорної техніки.

У теплицях для їхнього обігріву надалі планується широке використання нетрадиційних видів енергії: сонця, вітру, геотермальних вод і т.д. Планується використання для обігріву теплиць систем утилізації біогазу.

У системах автоматичної адаптації контролюється стан рослин із метою досягнення оптимальних умов їхнього росту. Це припускає спроможність

системи безупинно або дискретно контролювати основні характерні параметри рослин із метою пристосування алгоритмів функціонування системи до потреб рослин, що постійно змінюються.

При розробці таких систем треба враховувати, що їхнє ефективне функціонування можливо тільки на рівні АСКТП. Становить інтерес інформація, подана на міжнародній науково-технічній конференції з автоматизації виробничих процесів у с. г. Так, в АПК зосереджено 37% основних виробничих фондів країни, велику частку яких складають засоби механізації і електрифікації. Ще велика частка ручної праці: у колгоспах і радгоспах на таких роботах зайнято біля 13 млн. чоловік. Тому розробка і впровадження засобів автоматизації у с.-г. виробництво являються дуже актуальними. Це дозволить одержати: підвищення продуктивності в рослинництві на 20...30%, у тваринництві і птахівництві – у 1,5...2 рази; підвищення надійності (ресурсу) машин у 2...3 рази; поліпшення питомих показників витрати паливно-енергетичних ресурсів на 10...20% у рослинництві і до 30% - у тваринництві.

Слід зазначити, що с.-г. виробництво в цілому і рослинництво зокрема, по впровадженню автоматизації ТП значно відстає від передових галузей народного господарства, тому в найближчий період цей рівень буде підвищуватися за рахунок автоматизації контролю і регулювання додаткових параметрів, що забезпечить найкраще, оптимальне керування об'єктами.

Аналізуючи досвід розвитку автоматизації процесів у рільництві за кордоном та в Україні, можна зробити висновок, що в основному рівень автоматизації мобільних агрегатів буде підвищуватись шляхом удосконалення існуючих систем автоматичного контролю і захисту, розробки систем автоматичного управління на новій елементній базі, створення нових систем на збиральних машинах, які зможуть визначати якість збирання врожаю.

Сучасні системи автоматичного контролю та захисту удосконалюються за рахунок збільшення інформації про технологічний процес, підвищення надійності роботи систем, їх уніфікації та універсализації.

Спеціалізовані системи автоматичного контролю виконують на різних агрегатах майже однакові функції, а відрізняються технічними рішеннями та елементною базою. Універсальні системи позбавлені цих недоліків.

Сучасні системи автоматичного управління мобільними агрегатами розробляються з урахуванням нового обладнання, за допомогою якого можливе управління всіма процесами. Так один управляючий пристрій може керувати водінням агрегату, роботою двигуна і правильним виконанням технологічних операцій. Таким пристроєм може бути тільки бортова електронно-обчислювальна машина (БЕОМ). Вже зараз розробляються та проходять випробування універсальні управляючі пристрої на основі мікро-ЕОМ, які керують процесами підготовки ґрунту, висіву, догляду за рослинами та збирання врожаю. При цьому до одного і того ж управляючого пристрою

поєднуються нові пристрої для подання інформації про параметри того чи іншого технологічного процесу.

Ефективним напрямком удосконалення управління збиральних машин є оснащення їх пристроями, які можуть розпізнавати збирану продукцію. Останнім часом створено обладнання для відокремлення картоплі від грудок та каміння з використанням рентгенівських променів. Розробляють системи, які відрізняють достиглий салат від недостиглого на основі жорстких гамма-променів. За допомогою довгохвильового електромагнітного випромінювання роблять спроби розпізнати колір овочевих культур.

Розділ 3. Стадії і етапи створення АСКТП. Опис АСКТП

Тема 5. Стадії і етапи створення АСКТП.

План

1. Дослідження й обґрунтування створення АСКТП.
2. Стадії і етапи розробки АСКТП.

1. Дослідження й обґрунтування створення АСКТП.

Сучасне сільськогосподарське підприємство як об'єкт керування – достатньо складна система. Так, наприклад, якщо взяти комбікормове виробництво, то виробіток комбікормів тут пов'язаний із використанням більш 150 найменувань компонентів, по кожному з яких повинна бути вичерпна інформація для кількісного і якісного урахування. Таку ж інформацію необхідно мати і для кінцевої продукції, асортимент якої поданий сотнями різновидів.

Крім того, сільськогосподарські технологічні процеси є розгалуженими по своїй структурі і складаються, як правило, із великого числа операцій, основними з яких для розглянутого вище прикладу являються:

- приймання, визначення на відповідність вимогам стандартів, зважування, розміщення і збереження сировини;
- вибір або розробка необхідних рецептів комбікормів із наявної сировини з урахуванням показників якості та необхідного обсягу продукції;
- подрібнення усіх видів сировини із визначенням гранулометричного складу кінцевого продукту;
- підготування суміші добавок;
- дозування складових частин компонентів відповідно до прийнятого до виробництва рецепту, контроль роботи устаткування;
- змішування компонентів і контроль процесу;
- зважування готової продукції, визначення її якості, розміщення по місцях збереження, контроль за цілістю і відпусткою;
- переміщення усіх видів сировини і готової продукції в процесі виробництва.

Перераховані операції підрозділяють на технологічні, контрольно-інформаційні, розрахункові і транспортні.

Таку ж, як комбікормове виробництво, а в зв'язку з вмиканням у ланцюг керування таких об'єктів, як тварини і рослини, ще більш складну структуру мають інші сільськогосподарські об'єкти, ефективність роботи яких залежить від рівня організації робіт і режимів, що задає обслуговуючий персонал машинам, устаткуванню, технологічним лініям і процесам.

В умовах існуючих численних збурень, пов'язаних із режимом одержання сировини, флуктуацією параметрів і показників процесу і устаткування, а також ще по цілому ряду причин, задача оптимального управління об'єктом ускладнюється. Таке управління вже не може бути реалізоване традиційними засобами і методами. На допомогу людині приходять керуючі обчислювальні машини, що по розроблених алгоритмах спроможні розраховувати або визначити оптимальні режими ведення процесів, підтримувати ці режими, призводити пуск і зупинку обладнання і виконувати інші функції, пов'язані з

автоматичним управлінням. Такі системи, що використовують у своєму складі засоби обчислювальної техніки, називають автоматизованими системами управління технологічними процесами - АСКТП.

Підвищення якості управління, здійснюване АСКТП, забезпечується завдяки системному підходу до рішення цієї задачі з використанням складних техніко-економічних критеріїв функціонування АСКТП, централізованої і інтегрованої обробки первинної інформації в темпі протікання технологічного процесу і використовує її для керування цими процесом в режимі реального часу. Одночасно система перетворює цю інформацію у форму, придатну для використання на вищих рівнях при рішенні оперативно – виробничих і організаційно – економічних задач. Таким чином, здійснюючи ефективне управління відповідним об'єктом, АСКТП також являється джерелом об'єктивної, достовірної і сучасної первинної інформації для АСК вищих рівнів.

При дослідженні ТОУ і обґрунтування створення АСКТП варто мати на увазі, що ці системи дуже різноманітні. Тому при рішенні усіх необхідних наукових, технічних і організаційних питань треба визначитись із рівнем системи, що повинна розроблятися, причому кожен їх її видів має чіткі класифікаційні ознаки.

Процес створення АСКТП вимагає порівняно великих витрат, тривалих термінів, значних зусиль фахівців різного профілю, участі багатьох організацій і підприємств. В основному АСКТП – це великі складні системи.

У загальному випадку в створенні АСКТП беруть участь: генеральний замовник, проектувальник АСКТП, розробник або виготовлювач технічних засобів, органи постачання, монтажна організація, підприємство, що автоматизується.

Основні етапи діяльності системи, що створює АСКТП, регламентуються Держстандартами:

ГОСТ 34.003-90 ІТ. Автоматизовані системи. Терміни та визначення.

ГОСТ 24.104-85 ЕСС АСК. Автоматизовані системи керування. Загальні вимоги.

ГОСТ 34.201-89 ІТ. Види, комплектність і позначення документів при створенні автоматизованих систем.

ГОСТ 34.601-90 ЕСС АСК. Автоматизовані системи. Стадії створення.

ГОСТ 34.602-89 ІТ. Комплекс стандартів на автоматизовані системи.

Технічне завдання на створення автоматизованої системи.

ГОСТ 34.603-92 ІТ. Види випробувань автоматизованих систем.

2. Стадії і етапи розробки АСКТП.

Виконання основних етапів робіт складається з декількох стадій (рис. 6.).

Стадії та етапи створення АСКТП виділяються як частини процесу створення з міркувань раціонального планування та організації робіт, що закінчуються заданим результатом.

Стадія «Формування вимог до АСКТП» включає в себе виконання наступних етапів:

- обстеження об'єкту і обґрунтування необхідності створення АСКТП;
- формування вимог замовника до АСКТП;
- оформлення звіту про виконану роботу та заявки на розробку АСКТП.

На етапі «Обстеження об'єкта та обґрунтування необхідності створення АСКТП» проводяться наступні роботи:

- збір даних про об'єкт автоматизації;
- оцінка якості функціонування об'єкта автоматизації;
- виявлення проблем, вирішення яких можливо засобами автоматизації;
- оцінка техніко-економічної доцільності створення АСКТП.

На етапі «Формування вимог замовника до АСКТП» проводиться:

- підготовка вихідних даних для формування вимог до АСКТП

(характеристика об'єкта автоматизації, опис вимог до системи, допустимі витрати на розробку, введення в дію та експлуатацію, ефект, очікуваний від системи, умови створення та функціонування системи);

- формулювання та оформлення вимог замовника до АСКТП.

На етапі «Оформлення звіту про виконану роботу та заявки на розробку АСКТП» виконується:

- оформлення звіту про виконані роботи на даній стадії;
- оформлення заявки на розробку АСКТП (тактико-технічного завдання) або іншого його замінювача з аналогічним змістом.

Стадія «Розробка концепції АСКТП» включає наступні етапи:

- вивчення об'єкта автоматизації;
- проведення необхідних науково-дослідних робіт;
- розробка варіантів концепції АСКТП і вибір варіанта концепції АСКТП

відповідно до вимог замовника.

Після завершення стадії оформляється звіт.

На етапі «Вивчення об'єкта автоматизації» і етапі «Проведення необхідних науково-дослідницьких робіт» організація-розробник проводить:

– детальне вивчення об'єкта автоматизації і необхідні науково-дослідні роботи, пов'язані з пошуком шляхів і оцінкою можливості реалізації вимог замовника;

- оформлення та затвердження звітів.

На етапі «Розробка варіантів концепції АСКТП і вибір варіанта концепції АСКТП відповідно до вимог замовника» в загальному випадку проводиться:

– розробка альтернативних варіантів концепції АСКТП і планів їх реалізації;

- оцінка необхідних ресурсів для їх реалізації та функціонування;
- оцінка переваг і недоліків кожного варіанта;
- зіставлення вимог замовника та характеристики запропонованої системи, а також вибір найкращого варіанта;
- визначення порядку оцінки якості й умов приймання системи;
- оцінка ефектів, одержуваних від системи.

Стадія «Технічне завдання» включає єдиний але надзвичайно відповідальний етап – розробка та затвердження технічного завдання на створення АСКТП.

На цьому етапі проводиться розробка, оформлення, погодження та затвердження технічного завдання на створення АСКТП, а при необхідності кількох технічних завдань на частини АСКТП.

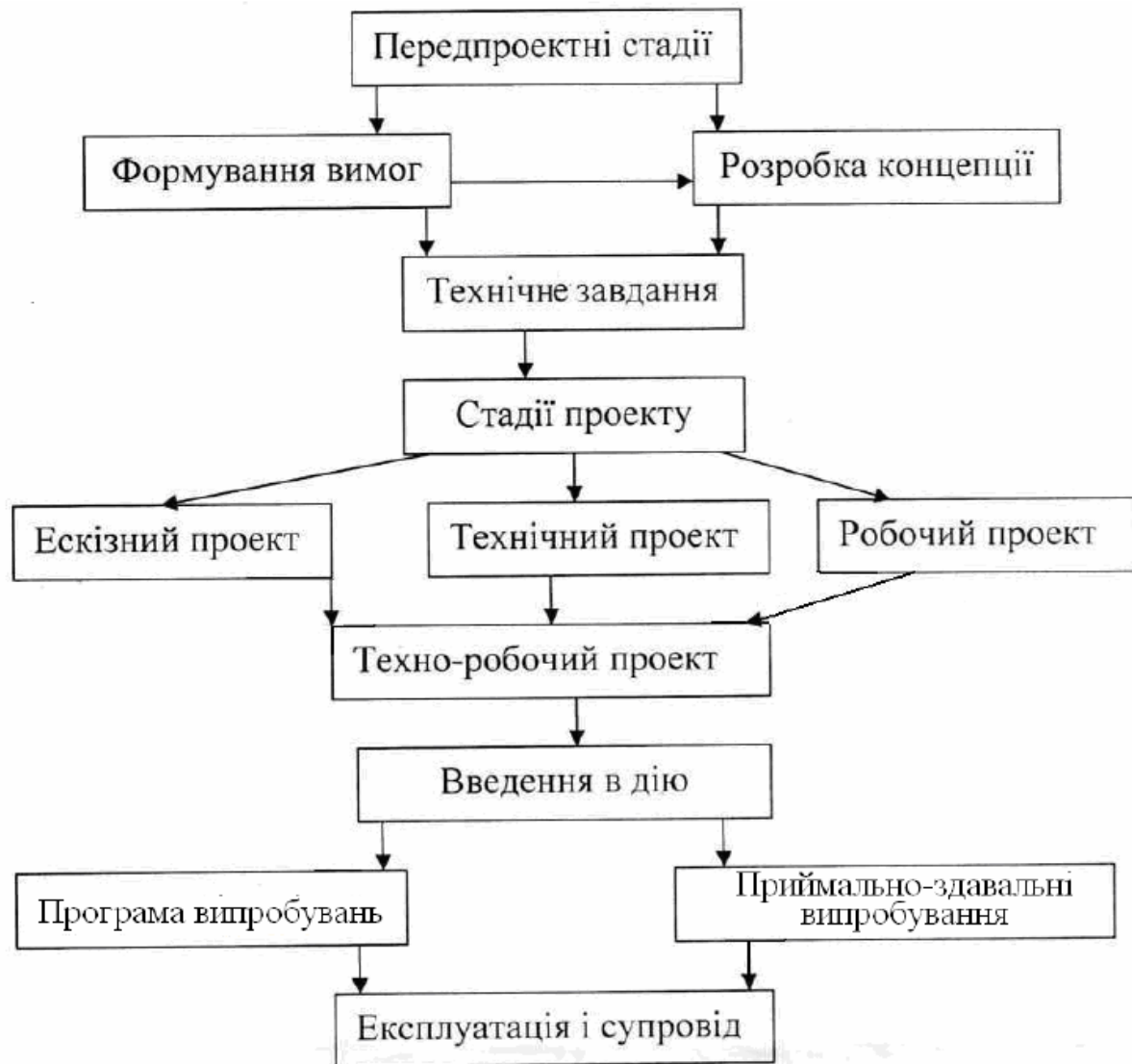


Рисунок 6 - Стадії проектування АСКТП

Стадія «Ескізний проект» включає наступні етапи:

- розробка попередніх проектних рішень щодо системи та її частин;
- розробка документації на АСКТП та її частини.

На етапі «Розробка попередніх проектних рішень стосовно системи і її частин» визначаються:

- функції АСКТП;
- функції та цілі підсистем;
- склад програмних комплексів та окремих завдань;
- концепція інформаційної бази, її укрупнена структура;
- функції системи керування;
- склад комплексу технічних засобів;
- функції та параметри основних програмних засобів і ресурсів АСКТП.

На етапі «Розробка документації на АСКТП та її частини» проводиться розробка, оформлення, погодження та затвердження документації в обсязі, необхідному для опису повної сукупності прийнятих проектних рішень і достатньому для виконання робіт зі створення АСКТП.

Стадія «Технічний проект» включає наступні етапи:

- розробка проектних рішень стосовно системи та її частин;
- розробка документації на АСКТП та її частини;
- розробка та оформлення документації на поставку виробів для комплектування АСКТП і технічних вимог (технічних завдань) на їх розробку;
- розробка завдань на проектування в суміжних частинах проекту.

На етапі «Розробка проектних рішень стосовно системи та її частин» проводиться розробка спільних рішень щодо:

- системи та її частин;
- функціонально-алгоритмічної структури системи;
- функцій персоналу та організаційної структури;
- структури технічних засобів;
- алгоритмів розв'язання задач і вживання мов;
- організації та ведення інформаційної бази;
- системи класифікації та кодування інформації;
- програмного забезпечення.

На етапі «Розробка документації на АСКТП та її частини» проводиться розробка, оформлення, погодження та затвердження документації в обсязі, необхідному для опису повної сукупності прийнятих проектних рішень і достатньому для подальшого виконання робіт зі створення АСКТП.

На етапі «Розробка та оформлення документації на постачання виробів для комплектування АСКТП і технічних вимог (технічних завдань) на їх розробку» проводиться:

- підготовка та оформлення документації на постачання виробів для комплектування АСКТП;
- визначення технічних вимог щодо складання ТЗ на розробку несерійних виробів.

На етапі «Розробка завдань на проектування в суміжних частинах проекту» здійснюється розробка, оформлення, погодження та затвердження завдань на проектування в суміжних частинах проекту для проведення будівельних, електротехнічних, санітарно-технічних та інших підготовчих робіт, пов'язаних зі створенням АСКТП.

Стадія «Робочий проект (Робоча документація)» включає в себе наступні етапи:

- розробка робочої документації на АСКТП та її частини;
- розробка і конфігурація програмного забезпечення.

На етапі «Розробка робочої документації на АСКТП та її частини» здійснюється:

- розробка робочої документації, що містить всі необхідні і достатні відомості для забезпечення виконання робіт з введення АСКТП в дію і для її експлуатації, а також для збереження рівня експлуатаційних характеристик системи відповідно до прийнятих проектних рішень;

– оформлення, погодження та затвердження робочої документації на АСКТП.

На етапі «Розробка і конфігурація програмного забезпечення» проводиться:

- розробка прикладного програмного забезпечення;

- вибір, адаптація і прив'язка програмних засобів, розробка програмної документації.

Стадія «Введення в дію» включає наступні етапи:

- підготовка об'єкта автоматизації до введення АСКТП в дію;
- підготовка персоналу;
- комплектація АСКТП виробами (програмними та технічними засобами, програмно-технічними комплексами, інформаційними виробами), що постачаються;
- будівельно-монтажні роботи;
- пусконаладжувальні роботи;
- проведення попередніх випробувань;
- проведення дослідної експлуатації;
- проведення приймальних випробувань.

На етапі «Підготовка об'єкта автоматизації до введення АСКТП в дію» проводяться роботи з організаційної підготовки об'єкта автоматизації до введення АСКТП в дію, в тому числі:

- реалізація проектних рішень стосовно організаційної структури АСКТП;
- забезпечення підрозділів об'єкта керування інструктивно-методичними матеріалами.

На етапі «Підготовка персоналу» проводиться навчання персоналу, а також перевірка його здатності забезпечити функціонування АСКТП.

На етапі «Комплектація АСКТП виробами, що постачаються» забезпечується:

- отримання комплектуючих виробів серійного й одиничного виробництва, матеріалів і монтажних виробів;
- проводиться вхідний контроль їх якості.

На етапі «Будівельні та монтажні роботи» проводяться:

- роботи з будівництва спеціалізованих будівель (приміщень) для розміщення технічних засобів та персоналу АСКТП;
- спорудження кабельних каналів;
- роботи з монтажу технічних засобів і ліній зв'язку;
- випробування змонтованих технічних засобів;
- здача технічних засобів для проведення пусконаладжувальних робіт.

На етапі «Пусконаладжувальні роботи» проводиться:

- автономне налагодження технічних засобів;
- завантаження системного та прикладного програмного забезпечення;
- комплексне налагодження всіх засобів системи.

На етапі «Проведення попередніх випробувань» здійснюються:

- випробування АСКТП на працездатність і відповідність технічному завданню та відповідно до програми попередніх випробувань;
- усунення несправностей і внесення змін у документацію на АСКТП у відповідності до протоколу випробувань;
- оформлення акту про приймання АСКТП в дослідну експлуатацію.

На етапі «Проведення дослідної експлуатації» здійснюють наступні роботи:

- дослідна експлуатація АСКТП;
- аналіз результатів дослідної експлуатації АСКТП;

- доопрацювання (при необхідності) програмного забезпечення АСКТП;
- додаткове налагодження технічних засобів АСКТП;
- доопрацювання проектної документації;
- оформлення акту про завершення дослідної експлуатації.

На етапі «Проведення приймальних випробувань» проводяться:

- випробування на відповідність технічному завданню та згідно з програмою приймальних випробувань;
- аналіз результатів випробувань АСКТП та усунення недоліків, виявлених при випробуваннях;
- оформлення протоколу та звіту про кожний об'єкт випробувань, визначений програмою випробувань;
- оформлення акту про приймання АСКТП у постійну (промислову) експлуатацію.

Стадія «Супровід АСКТП» включає в себе:

- виконання робіт відповідно до гарантійних зобов'язань;
- післягарантійне обслуговування.

На етапі «Виконання робіт відповідно до гарантійних зобов'язань» здійснюються:

- роботи з усунення недоліків, виявлених при експлуатації АСКТП протягом встановлених гарантійних термінів;
- внесення необхідних змін в документацію на АСКТП.

На етапі «Післягарантійне обслуговування» здійснюється:

- аналіз функціонування системи;
- виявлення відхилень фактичних експлуатаційних характеристик АСКТП від проектних значень;

- встановлення причин цих відхилень;
- усунення виявлених недоліків і забезпечення стабільності експлуатаційних характеристик АСКТП;
- внесення необхідних змін в документацію на АСКТП.

Відповідно до стандарту стадії та етапи, що виконуються організаціями-учасниками робіт зі створення АСКТП, встановлюються у взаємних договорах і в технічному завданні на створення АСКТП». Допускається:

- виключати стадію «Ескізний проект»;
- виключати окремі етапи робіт на всіх стадіях;
- об'єднувати стадії «Технічний проект» і «Робоча документація» в одну стадію – «Техноробочий проект».

Крім того, у залежності від специфіки створюваних АС і умов їх створення допускається:

- виконувати окремі етапи робіт до завершення попередніх стадій;
- паралельне в часі виконання етапів робіт;
- включення нових етапів робіт.
- виключення окремих етапів робіт.

Конкретний склад і правила виконання робіт визначаються у відповідній документації тих організацій, які беруть участь у створенні АСКТП. Роль замовника у визначенні цих правил завжди повинна бути визначальною.

Тема 6. Формалізація і математичний опис АСК

План

1. Задачі і методи формалізації.
2. Класифікація математичних моделей АСК.
3. Етапи побудови математичної моделі АСКТП.

1. Задачі і методи формалізації

У загальному випадку під формалізацією розуміють методи, що дають можливість представити досліджуваний об'єкт відображеним у знаковій формі якоїсь штучної системи (математики, радіотехніки, програмування та ін.

Мета формалізації - більш глибоко пояснити процеси і явища, що раніш були незрозумілими або недостатньо вивченими, зв'язати воедино різноманітні явища досліджуваного процесу, що лежить в основі функціонування АСУ.

Успішне виконання теоретичних досліджень залежить як від кругозору, наполегливості і цілеспрямованості науковця, так і від володіння їм методами і засобами формалізації. Важливе місце при виконанні теоретичних досліджень займають засоби дедукції й індукції.

Дедуктивний спосіб – визначає виведення приватних положень із загальних. Недоліком цього методу дослідження являється обмеження, що впливають із загальних закономірностей, на основі яких досліджується окремий випадок.

Індуктивний метод дозволяє по приватних фактах і явищах встановлювати загальні принципи і закони. Так Д.І. Менделєєв, використовуючи приватні факти про хімічні елементи сформував періодичний закон.

Особливу роль тут грають методи аналізу і синтезу.

Аналіз розподіляє об'єкт (теоретичноно або експериментально) на складові частини з метою більш глибокого його пізнання.

Синтез – протилежний аналізу метод, що полягає в дослідженні об'єкта в цілому, на основі об'єднання пов'язаних один з одним елементів у єдине ціле.

Аналіз і синтез взаємозалежні і наочно являють собою закон діалектичної єдності і боротьби протилежностей у застосуванні до взаємозв'язку одиничного і загального.

Застосовується також засіб абстрагування – це відволікання від другорядних факторів із метою зосередження на найважливіших особливостях досліджуваного явища.

У теоретичних дослідженнях можливі два методи - історичний та логічний. Історичний метод дозволяє досліджувати виникнення, формування і розвиток процесів і подій у хронологічній послідовності.

Логічний метод буває гіпотетичний і аксіоматичний.

Гіпотетичний метод заснований на розробці гіпотези з наступною глибокою проробкою.

Аксіоматичний метод базується на очевидних положеннях (аксіомах), прийнятих без доказів.

У технічних науках найбільше поширення одержав гіпотетичний метод.

У залежності від рівня наукових досліджень (емпіричного і теоретичного), вищевказані методи умовно підрозділяються на 3 види:

- емпіричні (спостереження, порівняння, рахунок, вимір, експеримент)

- емпірично-теоретичні (аналіз, синтез, індукція, дедукція, моделювання, гіпотетичний, історичний).
- оретичні – узагальнення, абстрагування, формалізація, моделювання на ЕОМ.

2. Класифікація математичних моделей АСК

Теоретичні дослідження і розрахунки при одержанні моделі АСУ, повинні бути підтверджені експериментами. Проте в ряді випадків виконати цю перевірку на натурі не представляється можливим. В таких випадках необхідно випробувати фізичну модель.

Фізичне моделювання – це моделювання зі зміною масштабу, але зі зберіганням природи явища.

Для того, щоб найбільше повно досліджувати якийсь процес або явище, необхідно мати велику кількість спостережень і вимірів. Виділити головне і глибоко досліджувати процеси або явища за допомогою несистематизованої інформації важко, тому що кожне спостереження або вимір може зафіксувати лише деякі з множини діючих на об'єкт факторів. Тому таку інформацію прагнуть згустити в деяке абстрактне поняття – модель.

Питання подоби явищ розглядаються в рамках теорії подоби, яка базується на трьох положеннях:

1. Два фізичні явища подібні, якщо вони описуються однією і тією ж системою диференціальних рівнянь і мають подібні умови однозначності.
2. Якщо фізичні процеси подібні, то критерії подоби цих процесів рівні між собою.
3. Рівняння, що описують фізичні процеси можуть бути виражені диференціальним зв'язком між критеріями подоби.

Модель і оригінал подібні, якщо рівні відповідні критерії подоби.

Крім фізичного є також інші види моделювання, наприклад такі як аналогове і математичне.

Аналоговим називається моделювання зі зміною природи явища, але зі зберіганням його сутності.

Щодо математичного моделювання варто зауважити, що ідентичність математичних виразів процесів оригіналу і моделі ще не означає, що процеси абсолютно аналогічні. Необхідно також враховувати критерії подоби, що отримані через безрозмірні комбінації основних параметрів

У ряді випадків зустрічаються процеси, що не можуть бути безпосередньо описані диференціальними рівняннями. Залежність між змінними тут можна встановити лише експериментально. У таких випадках для обмеження експерименту та пошуку зв'язку між основними характеристиками процесу можна застосовувати так званий метод аналізу розмірностей, у рамках якого шукані розмірності визначаються на підставі системи рівнянь, що одержуються з умови рівності розмірностей лівої і правої частин рівняння.

Це методи, за допомогою яких установлюють математичні залежності між параметрами досліджуваного об'єкта.

При цьому широко застосовують:

- 1) елементарні функції і рівняння, особливо коли прагнуть абстрагувати процес або явище;

- 2) методи нарисної й аналітичної геометрії;
- 3) диференціальні рівняння у частинних похідних – при описі теплових, коливальних процесів, течії рідин, дифузії газів і т.д. ;
- 4) метод варіаційного числення, у рамках якого вводять поняття функціоналу.

Задача варіаційного числення складається в тому, що якщо заданий функціонал $F(Y)$, то потрібно знайти таку функцію $Y = f(X)$, при котрій цей функціонал приймав би мінімальне або максимальне значення.

5) При використанні складних диференціальних рівнянь, або їхніх систем із нелінійними початковими і граничними умовами, застосовують наближені обчислення за допомогою чисельних методів.

Всі зазначені методи стають більш ефективними при використанні ЕОМ.

У багатьох випадках необхідно досліджувати не тільки детерміновані процеси, для котрих характерною є відповідність кожному значенню аргументу конкретного значення функції, а і випадкові вірогіднісні (стохастичні) процеси, у яких кожному значенню аргументу відповідає безліч значень функції.

Проте, незважаючи на випадковий характер зв'язку, розсіювання має цілком визначені закономірності. Математичною основою цих законів є теорія ймовірності.

До основних ймовірностно-статистичних методів варто віднести дисперсійний і кореляційний аналіз, що поряд з аналізом регресійним ми будемо розглядати при вивченні методів математичної обробки отриманих результатів експерименту.

Для дослідження складних процесів вірогіднісного характеру широко застосовують метод Монте-Карло, названий також методом статистичного моделювання, або статичних іспитів. Він базований на використанні випадкових чисел, що моделюють вірогіднісні процеси.

Послідовність рішення задач методом Монте-Карло зводиться до такого:

- збір, обробка й аналіз систематичних спостережень досліджуваного процесу;
- вибір головних і відкидання другорядних факторів;
- упорядкування адекватної математичної моделі;
- побудова графіків і циклограм.

Для рішення задач даним методом необхідно мати статистичний ряд, знати закон його розподілу, середнє значення і дисперсію. Рішення задач методом Монте-Карло ефективно лише з використанням ЕОМ.

3. Етапи побудови математичної моделі АСКТП

При побудові математичної моделі АСКТП, можна виділити такі:

- 1). Постановка задачі - визначається об'єкт, формулюється мета і задачі досліджень;
- 2). Обрис меж досліджуваної системи, визначення її структури;
- 3). Вивід і упорядкування математичних моделей досліджуваного об'єкта;
- 4) Аналіз отриманої математичної моделі, визначення екстремальних умов з метою оптимізації процесів. Формулювання висновків.

Для апарату системного аналізу розроблені специфічні методи якісного аналізу: метод сценаріїв, експертних оцінок, мозкової атаки й ін.

Для інших кількісних досліджень використовуються методи: математичного програмування, теорії розкладів, теорія масового обслуговування, теорія ігор і ін.

У процесі проведення системного аналізу поряд із визначенням екстремальних умов функціонування досліджуваних об'єктів, виявляють і інші закономірності в їхньому поведженні, обумовлені метою досліджень.

Розділ 4. Види і склад забезпечення АСК

Тема 7. Види і склад забезпечення АСК

План

1. Загальні відомості. Види забезпечення АСКТП.
2. Технічне забезпечення.
3. Організаційне забезпечення
4. Математичне забезпечення
5. Програмне забезпечення.
6. Інформаційне забезпечення.

1. Загальні відомості. Види забезпечення АСКТП

Склад і будову будь-якої АСК ТП вибирають так, щоб система відповідала основним технічним вимогам [7] і частковим вимогам, які наводяться в Технічному завданні для її створення. У загальному вигляді АСК ТП в цілому і її підсистеми повинні відповідати наступним основним технічним вимогам:

- керувати об'єктом в цілому в реальному часі;
 - керувати технологічними процесами відповідно до прийнятого критерію керування;
 - виконувати всі покладені на неї функції відповідно до призначення і мети керування;
 - мати необхідні показники і характеристики точності, надійності та швидкодії;
 - відповідати ергономічним вимогам, які пред'являють до способів, форми подання інформації оператору-технологу, розміщення технічних засобів, тощо;
 - бути пристосованою до взаємозв'язаного функціонування із системами керування із суміжних рівнів ієрархії та іншими АСК ТП, тобто мати властивість технічної і інформаційної сумісності;
 - мати необхідні метрологічні характеристики інформаційно-вимірювальних каналів;
 - нормально функціонувати в умовах підвищених вологості й запилення повітря, високої температури повітря;
 - забезпечити заданий термін функціонування системи за умови проведення відновлювальних робіт;
 - допускати можливість подальшої модернізації та розвитку.
- Окрім того, до конкретної АСК ТП за згодою замовника і розробника системи ставлять інші необхідні вимоги.

До складу будь-якої АСК ТП входять такі головні компоненти (частини системи): оперативний персонал (ОП) та забезпечення - інформаційне (ІЗ), організаційне (ОЗ), математичне (МЗ), програмне (ПЗ) і технічне (ТЗ).

Технічне забезпечення (ТЗ) - це сукупність технічних засобів, тобто первинних (ПП) і передавальних (ПрП) перетворювачів сигналів, виконавчих механізмів (ВМ), мікропроцесорного контролера (МПК), а також алгоритмів їх функціонування для реалізації всіх функцій АСК ТП.

Математичне забезпечення (МЗ) - це сукупність математичних методів і моделей, а також алгоритмів, що описують технологічні процеси об'єкта керування, достатніх для реалізації всіх функцій АСК ТП.

Програмне забезпечення (ПЗ) - це сукупність машинних програм, що необхідні для реалізації МЗ і функціонування ТЗ АСК ТП. ПЗ розподіляють на загальне (ЗПЗ) і спеціальне (СПЗ).

Інформаційне забезпечення (ІЗ) - це автоматично контрольовані параметри об'єкта керування у вигляді сигналів; а також системи класифікації і кодування інформації; масиви даних і документів, необхідних для реалізації ПЗ АСК ТП.

Організаційне забезпечення (ОЗ) - це сукупність описів функціональної, технічної і організаційної структур АСК ТП, а також інструкцій і технологічних регламентів для оперативного персоналу.

Оперативний персонал (ОП) складається з операторів-технологів (ОТ), які безпосередньо керують об'єктом, і експлуатаційного персоналу (ЕП), який обслуговує технічні, в тому числі МПК і програмні засоби.

Процес функціонування АСК ТП є процес ціленаправленого перетворення вхідної інформації у вихідну. В АСК ТП це перетворення виконується спільно двома компонентами: оперативним персоналом і технічним забезпеченням, які збирають вхідну інформацію від об'єкта керування та інших зовнішніх джерел, обробляють і аналізують її, а потім приймають рішення для керування об'єктом і реалізують ці рішення, для чого формують відповідні керуючі впливи на об'єкт, а також інші сигнали, які несуть вихідну інформацію як своєрідну продукцію системи. Тому оперативний персонал і технічні засоби, які включають мікропроцесорний контролер (МПК), є головними компонентами АСК ТП як людино-машинної системи.

Щоб оперативний персонал і технічні засоби могли функціонувати правильно, відповідно до прийнятих критеріїв керування, необхідно забезпечити їх відповідними правилами і інструкціями. Для оперативного персоналу це завдання виконує документація організаційного забезпечення АСК ТП, а для основної частини технічних засобів - МПК - програмне забезпечення. Інші частини технічних засобів реалізують свої алгоритми апаратними способами, тобто самою конструкцією, а тому не потребують додаткових інструкцій.

Поміж наведених компонентів АСК ТП у процесі її функціонування виникає інтенсивна взаємодія: організаційне і програмне забезпечення визначає поведінку оперативного персоналу і МПК відповідно; крім того, оперативний персонал активно взаємодіє з технічним забезпеченням і при необхідності коригує програмне забезпечення. Всі ці взаємодії усередині АСК ТП, а також її взаємодія із зовнішнім середовищем мають насамперед інформаційний характер тому, що зводяться до передачі та прийому інформації у вигляді різних сигналів, даних, повідомлень, текстів тощо. Такий інформаційний обмін потребує наявності деяких порозумінь про форми і можливі значення інформаційних елементів. Сукупність цих порозумінь складає інформаційне забезпечення, за допомогою якого відбуваються процеси обміну інформацією як всередині АСК ТП, так і з зовнішнім середовищем.

2. Технічне забезпечення

До складу технічного забезпечення входять:

- комплекс технічних засобів;
- методичні й керівні матеріали, технічна документація;

– персонал, що забезпечує ефективність функціонування АСКП.

Комплекс технічних засобів – це сукупність взаємозалежних з єдиним управлінням технічних засобів, призначених для автоматизованої й інтегрованої обробки даних, а також зберігання (накопичення) даних і ведення інформаційного обміну між робочими станціями й серверами, що входять комп'ютерну мережу.

Комплекс технічних засобів можна розділити на чотири основні групи.

1. Група збору інформації, тобто формування первинних повідомлень, які фіксують хід виробничих і технологічних процесів, перешкоди, що виникли, збої і перешкоди в роботі підрозділів, зміст юридичних і нормативних актів. Важливою є забезпеченість сучасними засобами зв'язку. Повідомлення можуть мати різний вигляд: або це звичайний паперовий документ, або повідомлення «у машинному виді», або те й інше одночасно. Що саме визначає розроблювач АСКП залежить від багатьох факторів: необхідного ступеня автоматизації інформаційних процесів; управлінських функцій, у рамках яких повідомлення створюються.

2. Засоби накопичення й відновлення даних, при якому забезпечується можливість швидкого пошуку й відбору потрібних у будь-який момент відомостей, захист їх від викривлень і втрати зв'язності.

3. Засоби обробки інформації, у результаті якої на основі раніше накопичених даних утворюються нові види даних: прогнозні варіанти управлінських рішень, вирішення різних технічних, економічних, маркетингових завдань; крім цього – узагальнюючі, рекомендаційні, аналітичні види даних. В обробці даних беруть участь одна або декілька ЕОМ, з'єднаних засобами телекомунікацій. У допоміжних процедурах обробки інформації можуть застосовуватися різного роду електронні лічильно-клавійні пристрої.

4. Засоби відображення даних, представлення даних у формі, яка є зручною для сприйняття людиною (графіки, діаграми, об'єкти мультимедіа й ін.). Однак майже в кожному разі результати переводяться на машинний носій.

Вибір технічних засобів АСКП регламентований нормативними документами. Ці документи враховують:

- специфіку окремої організації, містять рекомендації з вибору типу й розрахунків кількості засобів збору;
- реєстрацію первинної обробки даних, засобів підготовки, обробки й накопичення інформації;
- засоби представлення й відображення даних, включаючи відеотермінальні пристрої, телекомунікаційні засоби;
- засоби диспетчеризації й пристрої рахунку продукції, у тому числі пристрої автоматизації оперативного контролю над ходом виробничого процесу, засобів оргтехніки, допоміжного обладнання й матеріалів, комплектів проектної документації.

ЕОМ є головною складовою комплексу технічних засобів АСК й призначена для виконання операцій вводу інформації, обробки даних по закладеній у ній програмі, а також виводу результатів обробки у формі, придатній для сприйняття користувачем. Зазначені дії здійснюються відповідними агрегатами ЕОМ – блоками введення/виводу інформації (зовнішніми пристроями) і центральним процесором. Кожна із цих конструкцій

досить складна й, у свою чергу, складається з окремих, більш дрібних пристроїв. Зокрема, у центральний процесор можуть входити арифметично-логічний пристрій, управляючий пристрій і оперативний запам'ятовувальний пристрій.

Пристрою введення/виводу представлені не однієї конструктивною одиницею у зв'язку з тим, що види виведеної інформації, що уводиться й виводиться різноманітні. Пристрій управління здійснює координацію роботи всіх агрегатів ЕОМ.

Арифметико-логічний пристрій виконує перетворення даних, що передбачені командами програми.

В оперативному запам'ятовувальному пристрої містяться програми, а також тимчасово зберігається частина вхідних даних і проміжних результатів.

Запам'ятовуючі пристрої бувають трьох видів:

- двонаправлені (допускають і зчитування даних, і запис даних);
- напівпостійні (призначені для зберігання рідко оновлюваної інформації);
- постійні (допускають тільки зчитування інформації).

Якість ЕОМ характеризується такими показниками:

- набір інструкцій (команд), які ЕОМ здатна розуміти й виконувати;
- швидкість роботи (швидкодія) центрального процесора (кількість операцій, яку центральний процесор здатний виконати в одиницю часу);
- кількість зовнішніх пристроїв, які можна приєднати до неї одночасно;
- споживання електроенергії тощо.

У багатопроцесорних ЕОМ, у яких кілька процесорів працюють одночасно, продуктивність машини дорівнює сумі продуктивності процесорів. У цьому випадку говорять про багатопроцесорну архітектуру. В особливо потужних ЕОМ число процесорів досягає декількох десятків.

Одним з основних факторів, що визначають основні тенденції розвитку електронної обчислювальної техніки, є тип елементної бази. Нові технічні можливості, що з'являлися зі створенням нових елементів і пристроїв, дозволили розробити більш досконалі АСУ. Технічне забезпечення, засноване на ІВМ з відкритою архітектурою, дозволять здійснювати взаємозамінність, нарощування потужності під час експлуатації. Сьогодні не варто говорити про сталість технічного забезпечення АСУ, зокрема АСКП, тому що темпи розвитку ЕОМ, робочих станцій і т.д. легко замінюється більш високорозвиненими, високошвидкісними системами.

Технічне забезпечення включає весь комплекс технічних засобів: чутливі елементи, перетворювачі, засоби обчислювальної техніки, вторинні прилади й регулятори, виконавчі механізми і т.д. (у комплекс технічних засобів АСУТП не входять лише органи регулювання), достатній для функціонування системи.

До загальнотехнічних параметрів відносяться:

- температура;
- тиск (розрядження, перепад тисків);
- рівень;
- витрати;
- електричні (сила струму, напруги, потужність).

Вимірювання температури

Температура – фізична величина, що характеризує середню кінетичну енергію хаотичного руху молекул речовини. Температуру вимірюють за допомогою термометрів. Засоби виміру температури діляться на контактні й безконтактні.

Контактні термометри підрозділяють на термометри розширення, електричні та спеціальні. Термометри розширення діляться на рідинні, біметалічні, дилатометричні і манометричні.

Манометричні перетворювачі температури формують на виході уніфікований сигнал (пневмоавтоматики), дозволяючи дистанційно вимірювати температуру без використання додаткової енергії на відстані до 60 м. Вони прості по конструктивному виконанню, надійні в експлуатації, з рівномірною шкалою, вибухобезпечні й нечутливі.

До електричних термометрів відносять термометри опору (терморезистори) і термоелектричні (термопари). До спеціальних відносять різні індикатори температури.

Вимірювальні перетворювачі на основі терморезисторних і термоелектричних принципів прості по конструкції та мають високу надійність. Однак їх вихідний сигнал невеликий по величині і без додаткового посилення не може бути переданий на велику відстань до декількох десятків метрів.

Термоперетворювачі опору призначені для виміру малих і середніх величин температур (до 600°C – платиновий і до 200°C – мідний чутливі елементи) і працюють у комплекті з логометрами й мостовими схемами (автоматичними мостами й цифровими приладами).

Термоелектричний термометр – це вимірювальне пристрій, що складається з термоелектричного перетворювача температури, електровимірювального приладу та проводів, що з'єднують їх між собою в єдине ціле.

Для виміру термо-ЕРС (електрорушійна сила) термопар у термоелектричних термометрах застосовують вимірювальні прилади, призначені для виміру невеликих значень напруги постійного струму (від 0 до 100 мВ). Найчастіше в якості вимірювальних приладів використовують мілівольтметри, потенціометри і цифрові вимірювальні прилади.

Інтелектуальний датчик температури призначений для перетворення температури від первинного вимірювального перетворювача на основі мідного або платинового перетворювача в цифровий код.

Безконтактні засоби вимірювання (пірометри) засновані на використанні електромагнітних і ультразвукових явищ. Пірометри дозволяють контролювати температуру потоків продукції, не змінюючи температурне поле.

Аналогові перетворювачі температури для сумісності із засобами мікропроцесорної техніки вимагають наявності на виході аналого-цифрового перетворювача. За допомогою моделей введення аналогових сигналів на виході можна одержати сигнал, пропорційний величині температури, у цифровій формі.

Вимірювання тиску здійснюється за допомогою манометрів і вимірювальних перетворювачів тиску. Розрізняють:

- абсолютний;
- атмосферний;

- надлишковий тиск;
- розрядження або вакуум.

Манометр – це прилад для виміру тиску або різниці тисків з безпосереднім відліком (відображенням) значень. Вимірювальний перетворювач тиску має вихідний сигнал, функціонально пов'язаний з вимірюваним тиском.

По функціональному призначенню розрізняють манометри:

- напоромери (надлишкові тиски до 40 кПа);
- тягоміри- вакуумметри (не більш 40 кПа);
- тягонапоромери-мановакуумметри (–20 ... +20 кПа);
- вакуумметри глибокого вакууму (менш 200 Па);
- дифманометри – для виміру різниці тисків.

За принципом дії чутливого елемента манометри і вимірювальні перетворювачі тисків прийнято ділити на три групи:

- 1 – поршневі, рідинні, засновані на прямих методах виміру тиску;
- 2 – деформаційні, тензорезисторні й ін., засновані на прямих відносних методах виміру;
- 3 – термопарні й іонізаційні вакуумметри, ультразвукові манометри, засновані на непрямих методах вимірів.

Безпосередньо на технологічному устаткуванні або на щитах (дистанційні виміри) встановлюються деформаційні манометри із трубчастою пружиною. Діапазон вимірів від 10 Па до 2 ГПа. Широко застосовуються різного виду вимірювальні перетворювачі тисків:

- із тензочутливим елементом, відділеним від вимірювального середовища типовою мембраною;
- із сухим керамічним ємнісним чутливим елементом з утопленою мембраною або сухим пьезорезистивним чутливим елементом;
- із вбудованим електронним блоком.

Вимірювання витрат і маси речовини необхідно здійснювати як при облікових і звітних операціях (надходження сировини, відвантаження продукції), так і при контролі, регулюванні та управлінні технологічними процесами. Вимірювати доводиться витрати найрізноманітніших речовин: рідких, сипучих, твердих, наприклад, при змішуванні різних компонентів строга за рецептурою пропорцій; води, газу (робота котельні).

Витрата речовини – це маса або об'єм речовини, що проходить через певний перетин каналу системи вимірювання за одиницю часу. Розрізняють об'ємну витрату ($\text{м}^3/\text{с}$; $\text{м}^3/\text{год}$ тощо) і масову ($\text{кг}/\text{с}$; $\text{кг}/\text{год}$; $\text{т}/\text{год}$ тощо).

Витрата речовини вимірюється за допомогою витратомірів. Витратоміри можуть бути призначені не тільки для виміру витрат, але й для виміру маси або об'єму речовини, що проходить через систему вимірювання протягом будь-якого проміжку часу, тоді вони називаються витратомірами з лічильниками або просто лічильниками. Маса (m) або об'єм речовини (V), який пройшов через лічильник, визначається по різниці двох послідовних в часі показань відлікового пристрою. Широко поширені різні автоматичні ваги й вагові дозатори.

Витратоміри змінного перепаду тиску застосовуються для виміру витрат рідини або газу (повітря, пари), що протікають по трубопроводах.

У витратомірах обтікання розхід речовини визначається по положенню поплавця, який змінює площу прохідного отвору так, що перепад тиску по обидві сторони поплавця залишається постійним.

Ротаметри застосовуються для виміру витрат чистих або слабо забруднених рідин і газів, що протікають по трубопроводах без різких коливань напору.

Принцип дії тахометричних витратомірів базується на використанні залежностей швидкості руху тіл – чутливих елементів, що поміщаються в потік, від витрат речовин, що протікають через ці витратоміри.

Електромагнітні (індукційні) витратоміри призначені для виміру витрат різних рідких середовищ, у тому числі з дрібнодисперсними неферромагнітними частинками, з електричною провідністю не нижче $5 \cdot 10^2$ См/м, які протікають у закритих і повністю заповнених трубопроводах.

Теплові витратоміри застосовуватися при вимірюванні невеликих витрат будь-яких середовищ, але особливо перспективні для виміру витрат дуже в'язких матеріалів.

У багатьох технологічних процесах необхідно вимірювати рівень рідких або сипучих матеріалів, сигналізувати про досягнення ними максимального або мінімального значення. Щоб не допустити переливів або недосипів, або неприпустимо низького рівня застосовують вимір рівня.

Прилади для виміру рівня ділять на дві групи:

- рівнеміри, що дають безперервну інформацію про положення рівня в ємкості в будь-який момент часу;
- сигналізатори, які сигналізують про досягнення рівнем фіксованого значення (верхній, нижній, середній і т.п., залежно від того, де встановлені чутливі елементи).

У промисловості використовуються рівнеміри, засновані на різних фізичних принципах:

Механічні рівнеміри: поплавкові, мембранні, контактнo-механічні й вібраційні.

Гідростатичні рівнеміри засновані на вимірі тиску стовпа рідини або сили виштовхування, що діє на тіло, занурене в рідину (буйкові, п'єзометричні (барботажні), гідростатичні рівнеміри-манометри і дифманометри).

Електричні рівнеміри ґрунтуються на електричних властивостях середовища – електропровідність, діелектрична проникність і ін. За допомогою первинного вимірювального перетворювача зміна рівня трансформується в електричний сигнал, вимірюваний електровимірювальним приладом. Найпоширеніші кондуктометричні, ємнісні і електролітичні сигналізатори.

Кондуктометричні рівнеміри:

- акустичні (ультразвукові) рівнеміри, принцип дії яких заснований на відбитті коливань від границі розділу середовищ із різним акустичним опором;
- хвильові рівнеміри використовують високочастотні хвильові методи вимірів (рівень середовища визначають по інтегральних характеристиках електромагнітних систем з розподіленими параметрами);
- резонансні рівнеміри спрацьовують при зміні електричних параметрів з вимірювального перетворювача, змінюючи його резонансну частоту.

Електричні параметри залежать від зміни рівня середовища, у якому розміщуються перетворювачі;

- радіоізотопні рівнеміри, принцип дії яких ґрунтується на використанні залежності інтенсивності потоку іонізуючого випромінювання, що падає на приймач (детектор) випромінювання, від положення рівня вимірюваного середовища.

Управляючі обчислювальні комплекси (програмно-технічні) – це мікропроцесорні засоби автоматизації (програмно-технічні контролери 2, мікроконтролери, локальні регулятори, пристрої зв'язку з об'єктом), дисплейні панелі операторів, промислові мережі, що об'єднують ці компоненти (для управління автоматизованими технологічними процесами, розподіленими в просторі);

Управління безперервними і дискретними технологічними процесами:

- Н – АСК безперервним технологічним процесом, характер протікання – із тривалою підтримкою режимів близьких до встановлених і практично невинною подачею сировини та реагентів, що створює гарні умови для організації безперервного збору інформації про управління технологічним процесом за допомогою датчиків і введення цієї інформації безпосередньо в ЕОМ АСК ТП. Після обробки інформації в ЕОМ прийняті рішення та відповідні управляючі впливи можуть безпосередньо передаватися з АСК ТП на управління технологічними процесами;

- П – АСК безперервно-дискретним технологічним процесом з комбінацією безперервних і переривчастих режимів функціонування технологічних агрегатів або на різних стадіях процесу;

- Д – АСК дискретним технологічним процесом з незначною тривалістю технологічних операцій. Дискретні процеси характеризуються більшим числом виробів, інформація про які може частково формуватися та вводиться в АСКТП автоматично від датчиків, а частково – вручну від різних пристроїв реєстрації та введення інформації. Після обробки інформації і формування рекомендацій останні передаються безпосередньо оперативно-виробничому персоналу, який реалізує їх управляючи технологічним процесом.

Елементи дискретної автоматики використовуються для створення логічних і обчислювальних пристроїв, які широко застосовуються в системах автоматизації технологічних процесів.

Мікросхеми. Інтегральна мікросхема складається із транзисторів, діодів, резисторів, конденсаторів, з'єднувальних проводів, об'єднаних у єдиний (монолітний) компоновці. У напівпровідникових мікросхемах усі елементи формуються на єдиному кристалі кремнію.

Основними перевагами мікросхем є висока надійність і економічність, малі розміри і маса. Використання мікросхем дозволяє в 40-50 раз зменшити обсяг монтажу в порівнянні із застосуванням окремих транзисторів, діодів, резисторів. Недоліком інтегральних мікросхем є мала вихідна потужність.

По кількості елементів мікросхеми підрозділяють на схеми:

- малої інтеграції (до 30 елементів);
- середньої інтеграції (до 150 елементів);
- великої інтеграції (більше 150 елементів);
- надвеликої інтеграції (більш 1000 елементів).

За формою сигналу мікросхеми підрозділяють на аналогові й дискретні.

Релейно-контактні пристрої об'єднують групу пристроїв автоматики, до якої входять реле, контактори й магнітні пускачі.

Реле – це пристрій, стан якого (наприклад, положення контактів) змінюється дискретно при плавній зміні вхідної управляючої величини. Реле бувають контактними й безконтактними (напівпровідникові, магнітні).

До контактних відносяться електромеханічні реле, у яких вхідна електрична величина (струм, напруга) перетворюється в механічне переміщення рухомої частини реле, що забезпечує замикання або розмикання контактів, включених в електричне коло, що управляється. Контакти реле можуть бути трьох видів: нормально розімкнуті, нормально замкнені і перемикаючі. Нормальний стан визначається при знеструмленій обмотці реле.

По числу стійких станів (положень контактів) реле підрозділяють на двопозиційні та багатопозиційні. Багатопозиційні реле характеризуються наявністю трьох і більш стійких станів.

За принципом дії електромеханічні реле підрозділяють на електромагнітні, магнітоелектричні, електродинамічні, індукційні й теплові.

Для включення і відключення потужних електродвигунів та інших приймачів електроенергії застосовують контактори й магнітні пускачі.

Контактор – електромеханічний апарат для дистанційної комутації силових електричних кіл низької напруги. Розрізняють контактори постійного й змінного струму.

Магнітний пускач – електромеханічний апарат змінного струму, призначений для дистанційного пуску, зупинення і захисту електричних установок. Магнітні пускачі можуть бути реверсивними, забезпечуючи можливість зміни напрямку обертання двигуна, і неревверсивними.

У комбінаційних пристроях електроавтоматики стан висновків залежить і миттєво змінюється при зміні вхідних сигналів. До комбінаційних приладів відносяться шифратори, дешифратори, перетворювачі кодів, суматори, комутатори й інші прилади, які широко застосовуються в промисловій електроавтоматиці.

Шифратор – це комбінаційна схема, яка, одержуючи сигнали по Т-вхідним лініям, генерує двійковий код на П-вихідних лініях.

Перетворювач кодів ставить в однозначну відповідність кожному вхідному набору (слову) вихідний набір.

Комутатор – пристрій, призначений для селективної передачі інформації (мультиплексори і демультиплексори).

Суматор – це схема, що здійснює одержання арифметичної суми двох двійкових чисел.

Лічильник – це пристрій, призначений для реалізації операції рахування сигналів (імпульсів), які надходять на їхній вхід.

Виконавчі пристрої здійснюють вплив на струм речовини або енергії, що надходить на об'єкт управління згідно з командній інформації регулюючого пристрою.

Виконавчі пристрої складаються з:

- регулюючого органа;
- виконавчого механізму;

- допоміжних елементів для управління;
- зворотного зв'язку;
- підсилення;
- сигналізації положення регулюючого органу.

Регулюючі органи безпосередньо впливають на процес зміни кількості подаваного речовини або енергії, яка подається в об'єкт управління.

Виконавчі механізми, будучи складовою частиною автоматизованої системи регулювання, призначені для переміщення регулюючого органу відповідно до команди, яку одержують від регулятора.

Електричні виконавчі механізми. В автоматичній в основному використовуються електромагнітні виконавчі механізми, основним вузлом яких є електромагніт постійного або змінного струму різних форм і конструкцій, що забезпечують його спрацьовування при протіканні струму по обмотці управління.

Пневматичні виконавчі механізми призначені для роботи із пневматичними регуляторами й випускаються у двох модифікаціях: мембранні й поршневі.

Гідравлічні виконавчі механізми використовують енергію робочої рідини під тиском. Ці механізми застосовують в автоматизованих системах управління, якщо необхідні значні зусилля для переміщення регулюючого органу.

3. Організаційне забезпечення

Організаційне забезпечення АСКП являє собою сукупність засобів і методів, призначених для проведення техніко-економічного аналізу існуючої на підприємстві системи управління, вибору і постановки завдань автоматизації організаційного управління в умовах АСКП. Воно є необхідним для забезпечення взаємодії персоналу АСКП як з технічними засобами, так і між собою в процесі рішення завдань управління.

У організаційному забезпеченні виділяють чотири групи.

1. Основна група включає найважливіші методичні матеріали, що регламентують процес створення й функціонування системи:

- загальногалузеві керівні методичні матеріали по створенню АСКП, типові проектні рішення АСКП;
- методичні матеріали по організації й проведенню передпроектного обстеження на підприємстві, формуванню завдань, як по рівнях об'єкта управління (завдання управління ділянками, цехами, підприємством у цілому, а також комплексними, що охоплюють кілька рівнів управління);
- по функціях управління (нормування, планування, облік, регулювання).

2. Засоби, необхідні для ефективності функціонування АСКП (комплекси завдань управління, пакети прикладних програм, типові структури управління підприємством, уніфіковані форми документів), становлять наступну групу в структурі організаційного забезпечення АСКП.

3. Важливою складовою організаційного забезпечення є всіляка документація, сформована в процесі передпроектного дослідження (технічне завдання й техніко-економічне обґрунтування АСКП), у ході технічного й робочого проектування (технічна робоча документація) і в період

упровадження (документи, що оформляють поетапну здачу системи в експлуатацію).

4. Основна мета організаційного забезпечення – аналіз існуючої системи управління підприємства й розробка комплексу організаційних рішень, спрямованих на підвищення її ефективності.

Організаційне забезпечення АСКП, поєднуючи і взаємозв'язані в єдину систему методичні питання, технічне, програмне й інформаційне забезпечення, буде ефективним тільки за умови досягнення оптимального поділу функцій між ЕОМ і людиною й реалізації структурних принципів організаційних систем. Організаційні відносини повинні будуватися на комплексному й послідовному використанні правових, соціальних, психологічних і інших методів, що впливають на людей і регулюючих їхню поведінку, що вимагає, у свою чергу, тісної взаємодії організаційного забезпечення із правовим, ергономічним і іншими видами забезпечення.

Удосконалювання виконання функцій – це, насамперед, досягнення оптимального ступеня централізації, спеціалізації, уніфікації. Питання вдосконалювання організаційної структури апарату управління, на основі інформатизації, є одним з найважливіших у справі підвищення ефективності праці у сфері управління підприємством.

Скорочення ланок управління значно спрощує структуру управління й окремі операції, а також процедури по виконанню управлінських робіт. Умовами скорочення щаблів і ланок є:

- централізація функцій управління;
- механізація трудомістких, рутинних операцій;
- концентрація спеціальних робіт у комплексних службах.

Поліпшення структури роботи персоналу передбачає встановлення оптимального співвідношення чисельності керівників, фахівців і службовців, таким чином, щоб кожний виконував роботу згідно із займаною посадою, кваліфікацією й професією. Центральною й найбільш відповідальною операцією, що визначає результативність роботи, як керівників, так і всього апарату управління є вироблення і прийняття рішень. Основою оптимального виконання цієї роботи є застосування прогресивних методів і засобів автоматизації й механізації процесів переробки інформації й раціональна організація роботи з нею.

4. Математичне забезпечення

Під математичним забезпеченням АСКТП розуміється сукупність математичних методів, моделей і алгоритмів, що використовуються при розробці та функціонуванні таких систем. У міру розвитку застосування обчислювальної техніки в АСКТП їх математичне забезпечення разом з побудованим на його основі програмним забезпеченням набуває все більшого значення і стає порівнянним, а іноді і перевищує по вартості комплекс використовуваних технічних засобів.

Управління об'єктом включає в себе комплекс операцій, необхідним для формування відповідних цілеспрямованих впливів на керований об'єкт, а саме операції контролю (отримання інформації), аналізу (вироблення і прийняття рішень) і виконання (реалізація керуючих впливів). Операції отримання

інформації та реалізації керуючих впливів в більшості випадків виконуються в АСКТП автоматично, за допомогою засобів технічного забезпечення. Що ж стосується операцій вироблення і прийняття рішень по управлінню, то, як правило, перш ніж вибрати спосіб їх реалізації, необхідно знайти оптимальний (або хоча б раціональний) алгоритм їх виконання. Для цього кожен задачу управління треба сформулювати математично.

Математичне формулювання будь-якої задачі оптимального управління включає в себе два елементи: математичну модель об'єкта і критерій управління. Під математичною моделлю розуміють систему математичних співвідношень, що описують поведінку об'єкта управління і ті умови (збурення, обмеження тощо), в яких він працює. Для представлення моделі в аналітичній формі необхідно знати фізичну природу керованого об'єкта, його структуру та конструктивні особливості. Модель завжди в тій чи іншій мірі наближених і може не враховувати ряду тонких явищ, що відбуваються в об'єкті, і в той же час може з успіхом використовуватися для визначення керуючих впливів при різних сукупностях значень параметрів об'єкта. Це можна зробити як в темпі з ходом процесу, так і в режимі випереджаючого аналізу, оскільки велику швидкість сучасних обчислювальних машин дозволяє провести відповідні випереджальні розрахунки.

Якщо характеристики керованого об'єкта схильні до змін, то відповідність моделі об'єкту має безперервно перевірятися і уточнюватися на основі інформації про стан об'єкта. Модель закладається в обчислювальну машину (тобто зберігається в її запам'ятовуючому пристрої у вигляді програми). Користуючись моделлю, можна випробувати різні управляючі дії, отримати і зафіксувати реакції моделі на ці впливи, а потім вибрати ті з них, які найбільшою мірою задовольняють оптимальному критерію.

Обчислювальні комплекси, що входять в АСУ, накопичують інформацію про керований процесі у вигляді сукупності значень вимірюваних параметрів, відомостей про стан устаткування та іншу і переробляють її для вироблення управляючих впливів. Переробка інформації в ОК здійснюється за алгоритмами, які відображають технологічну інструкцію ведення процесу. В інструкції сказано про те, яким чином, володіючи інформацією про процес, отриманої на основі вимірів, і знаючи всі обмеження, що накладаються на процес, вибрати доцільні управляючі дії в різних виробничих ситуаціях. Кожен алгоритм, виконуваний ОК, приблизно відповідає тим міркуванням і обчислень, які мав би справити сам оператор. За відсутності обчислювальної машини. Такий алгоритм-інструкція, виражений на формальній мові математичних формул і логічних умов, визначає послідовність дій, кожне з яких відповідає виконанню обчислювальною машиною (або іншими технічними засобами) певної елементарної операції. Такими операціями є додавання, віднімання, логічне додавання, множення та ін.

Послідовність дій не довільна, а реалізує той чи інший метод розв'язання задачі. Цей метод іноді може бути спочатку заданий у вигляді математичної формули, іноді в словесній (описовій) формі, іноді у вигляді ланцюжка логічних умов. У всіх випадках він повинен бути сформульований настільки точно і чітко, щоб не залишалося місця для різних тлумачень і двозначностей, щоб завжди після кінцевого числа елементарних операцій був отриманий

певний чисельний або логічний (дискретний) результат. Якщо ці умови виконуються, то інструкція по вирішенню задачі, виражена на формальній мові математичних формул і логічних умов, називається алгоритмом розв'язання даної задачі.

Стосовно до АСК говорять про алгоритми управління. Алгоритм управління - це теж формальна інструкція, в якій йдеться про те, як треба обробити інформацію про керований процес, щоб отримати доцільні керуючі впливи. Алгоритм управління, що відображає загальну мету системи управління, досить складний і може бути розчленований на велике число під-алгоритмів, відповідних окремим задачам (функціям) системи управління. Ці під-алгоритми пов'язані між собою так, що в певних виробничих ситуаціях «працюють» окремі ланки загального алгоритму. Таким чином, безліч окремих алгоритмів функціонує не у фіксованій послідовності (один за іншим) і не хаотично, а вибудовується в різні ланцюжки в залежності від мінливої виробничої ситуації.

Сукупність матеріалів, що відображають алгоритм вирішення задачі, має дві спрямованості. По-перше, вона фіксує ідейні аспекти: задум і метод розв'язання задачі і, по-друге, служить завданням на наступний етап деталізації алгоритму - етап перетворення прийнятої сукупності в комплекс взаємодіючих програм ЕОМ.

5. Програмне забезпечення

Програмне забезпечення АСК ТП являє собою сукупність програм, що забезпечує реалізацію всіх функцій системи, задане функціонування технічного забезпечення АСК ТП і передбачений розвиток системи. Під програмою розуміють конкретну реалізацію машинного алгоритму для вирішення будь-якої задачі. Програмне забезпечення АСК ТП описують із різним ступенем докладності залежно від того, хто буде користувачем цього опису. Для оперативного персоналу АСК ТП, особливо для операторів-технологів (які не мають навичок у програмуванні) немає необхідності в детальній докладності опису програм. Для операторів-технологів достатньо мати уявлення про роботу відповідної апаратури і виконання програм на так званому "логічному рівні", коли спеціалісти оперують замість фізичного опису будь-яких явищ їх логічними аналогами. Тому на логічному рівні в спрощеній функціональній схемі МПК умовно виділяють три частини: устаткування виконання програм, програми, дані.

При такому спрощенні призначення МПК зводиться до перетворення даних, які умовно розділяють на локальні - для однієї програми і глобальні - загальні для декількох програм або навіть для всіх програм конкретної АСК ТП. Характерними прикладами даних служать числа або тексти. Та частина МПК, яка умовно віднесена до програм, містить (зберігає) набори команд, які описують послідовність дій над даними для досягнення поставленої цілі. Іншими словами, програма - це послідовність команд, які необхідно виконати для реалізації заданого алгоритму обробки даних.

Якщо програма реалізує деяку функцію АСК ТП, таку програму називають функціональною. Устаткування виконання програм МПК послідовно виконує одну за одною команди програм. Ці команди "примушують" вводити дані з

відповідного устаткування (клавіатури, дисплею, передавального перетворювача тощо), виконувати потрібні перетворення даних і здійснювати їх вивід на різноманітне устаткування (виконавчі механізми, дисплей тощо). Для опису послідовності команд використовують спеціальні мови програмування, які для конкретних МПК можуть бути індивідуальними.

Програмі АСК ТП, незалежно від мови програмування, притаманні наступні три характерні особливості.

Перша з них та, що для кожної програми АСК ТП (в першу чергу - функціональної) існує регламент її виконання, який включає один або декілька з наведених нижче чотирьох режимів виконання програми:

- 1) періодичне включення програми за часовим інтервалом (Т);
- 2) включення програми в певний час доби;
- 3) включення програми за вимогою іншої програми;
- 4) включення програми за вимогою оператора-технолога.

Другою характерною ознакою програм АСК ТП є їх масовість і численність. Через те, що включення в роботу кожної програми виконується за своїм регламентом, бувають випадки, коли одночасно декілька програм будуть вимагати свого виконання. У цьому разі устаткування виконання програм залежно від значущості (пріоритету) програм в першу чергу виконує ту програму, яка в цей момент головніша (її пріоритет більший).

Третьою особливістю програм АСК ТП є те, що для їх зберігання використовують декілька видів пам'яті: устаткування для постійного запам'ятовування (УПЗ), устаткування для оперативного запам'ятовування (УОЗ), магнітні диски, дискети тощо. Їх відмінність полягає в тому, що устаткування виконання програм витрачає суттєво різний час на виконання програм, які зберігаються в устаткуваннях запам'ятовування різних видів.

Поняття "програмне забезпечення (ПЗ) в АСК ТП" охоплює сукупність усіх програмних засобів, які беруть участь у функціонуванні системи.

Вище було зазначено, що устаткування виконання програм виконує не тільки команди, а на нього також покладене виконання, по-перше, задач, які зв'язані з виконанням великої кількості "функціональних програм" за відповідними регламентами, і, по-друге, - функцій підготовки даних для обробки. Вказані функції в сучасних системах реалізовані "програмно" і являють собою частину ПЗ АСК ТП, яку умовно поділяють на два блоки: "керування програмами" і "керування даними". Блок "керування програмами" фактично організує виконання і взаємодію всіх програм ПЗ АСК ТП. Блок "керування даними" організує зберігання "даних" у відповідних устаткуваннях запам'ятовування і видає "функціональним програмам" "дані" у відповідній формі. Другою частиною є програми зв'язку оператора-технолога (ОТ) із блоками "керування програмами" і "керування даними", до яких ставляться різноманітні вимоги для зручного спілкування оператора-технолога із МПК.

На сьогодні прийнята класифікація ПЗ АСК ТП, в якій програмні елементи розподілені на два класи: загальне програмне забезпечення (ЗПЗ) і спеціальне програмне забезпечення (СПЗ).

Загальне програмне забезпечення (ЗПЗ) АСК ТП - представляє сукупність програм, яку постачають на сьогодні в комплекті із засобами

технічного забезпечення і яка призначена для організації функціонування технічних засобів АСК ТП, службових програм і розробки програми спеціального ПЗ. До складу ЗПЗ відносять такі програми:

- програма-диспетчер, яка оперативно координує роботу окремих програм, організує черги різних програм;

- програми керування окремим устаткуванням МПК;

- службові програми для формування таблиць, розпечатування результатів розрахунків тощо;

- стандартні підпрограми для обчислення функцій, які часто зустрічаються (наприклад, логарифмів натуральних, синусів тощо);

- транслятори з алгоритмічних мов;

- тести для перевірки і діагностики всіх пристроїв МПК в неперервному і періодичному режимах.

Спеціальне програмне забезпечення (СПЗ) АСК ТП - це частина програмного забезпечення, яку розробляють при створенні конкретних АСК ТП для реалізації інформаційних і керуючих функцій. Його створюють на

базі ЗПЗ. Роботи по створенню СПЗ є продовженням і розвитком робіт з алгоритмізації. Тому алгоритмічна система АСК ТП, її блок-схема і власне алгоритми виконання функцій стають вихідними даними для розробки СПЗ АСК ТП. При створенні СПЗ необхідно вирішувати два кола питань. Перше з них пов'язане із структуруванням майбутнього програмного комплексу, тобто перехід від алгоритмічної структури до структури комплексу програм (або визначити склад програм і їх взаємодію). При цьому треба пам'ятати, що число окремих програм СПЗ не збігається з числом функціональних задач. Немає такого збігу і з числом окремих закінчених алгоритмів і підалгоритмів. На етапі програмування всі алгоритми, які буде виконувати МПК, деталізують до такого рівня, щоб їх можна було виконати за заданими характеристиками. Для цього проводять структурування програм, тобто вирішується питання про те, скільки програм буде відповідати алгоритмічній постановці і як розподілиться весь алгоритм за окремими програмами. Результатом цієї роботи є склад програм і схема їх взаємодії.

Друге коло питань пов'язане з організацією взаємодії програм, які взаємодіють в двох аспектах: одна програма може ініціювати (викликати) роботу іншої програми, і/або між програм здійснюється обмін даними.

Процес розробки СПЗ АСК ТП дуже трудомісткий і відповідальний. Наявність трансляторів дозволяє вести програмування окремих модулів (блоків) на тій або іншій мові програмування. Ці роботи виконують поза реальним часом. Найбільш трудомісткою є розробка функціональних програм, для яких використовують спеціальні мови програмування, однаково зрозумілі програмістам і операторам-технологам.

Ще однією частиною програмного забезпечення АСКТП є програми, що обслуговують зв'язок людей з операційною системою і з даними. Цей розділ програмного забезпечення має велике значення в АСКТП, так як в роботі системи управління бере участь людина. Для представлення даних операторам в АСКТП є великий набір технічних засобів: друкуючі пристрої, дисплеї, мнемосхеми і т. д. Так як з АСКТП взаємодіють люди різних спеціальностей і різного рівня знань в області ЕОМ і програмування, то до програм зв'язку

операторів з операційною системою і з даними пред'являються різноманітні вимоги зручності спілкування людини з ЕОМ.

6. Інформаційне забезпечення

Інформаційне забезпечення автоматизованих систем управління – це сукупність єдиної системи класифікації й кодування техніко-економічної інформації, уніфікованих систем документації й масивів інформації, що використовуються в автоматизованих системах управління. Сутність інформаційного забезпечення полягає в інформаційному відображенні умов, стану й результатів виробничого процесу, обміні інформацією між органом і об'єктом управління для регулювання його діяльності.

Інформаційне забезпечення підрозділяють на зовнішньо- і внутрішньомашинне. До зовнішньомашинного інформаційного забезпечення відносять:

- оперативну документацію, що містить відомості про стан об'єкта управління й середовища;
- нормативно-довідкові документи, що включають систематизовану проектно-кошторисну, технічну, технологічну, організаційну й виробничу документацію, а також архівну інформацію;
- систему класифікації й кодування інформації;
- інструкції з організації вводу, зберігання, внесення змін у нормативно-довідкову документацію, у тому числі й у масиви даних про середовище.

Внутрішньомашинне інформаційне забезпечення містить у собі інформаційну базу на машинних носіях, систему програм її організації, накопичення, вводу й доступу до даних. Джерелом формування внутрішньомашинного інформаційного забезпечення служить зовнішньомашинна інформаційна база.

Основні вимоги до інформаційного забезпечення АСК формуються на основі даних передпроектного обстеження підприємства. У процесі розробки завдань АСК проектування інформаційного забезпечення звичайно розглядається як відносно самостійна частина загальної розробки автоматизованої системи управління.

Однак існує й інша методологія проектування з використанням CASE-технологій і CASE-засобів, у рамках якої конструювання інформаційного забезпечення й програмних засобів рішення завдань АСК розглядається як єдиний технологічний процес. Через складність і високу вартість CASE-технологій і CASE-засобів їх застосовують тільки для створення АСК великих підприємств.

Метою інформатизації є реалізація ефективності системи управління підприємством та його підсистемами (оперативні, експлуатаційні, технологічні, економічні, адміністративні й інформаційні служби).

Під інформаційною системою розуміється група людей, набір інструкцій і засобів для обробки даних, що забезпечують збір, зберігання, обробку й пошук даних з метою зменшення ступені невизначеності в процесі прийняття рішень.

Вихідною продукцією системи є інформація для ухвалення рішення. У зв'язку із цим інформаційна система є складовою й невід'ємною частиною системи управління підприємством.

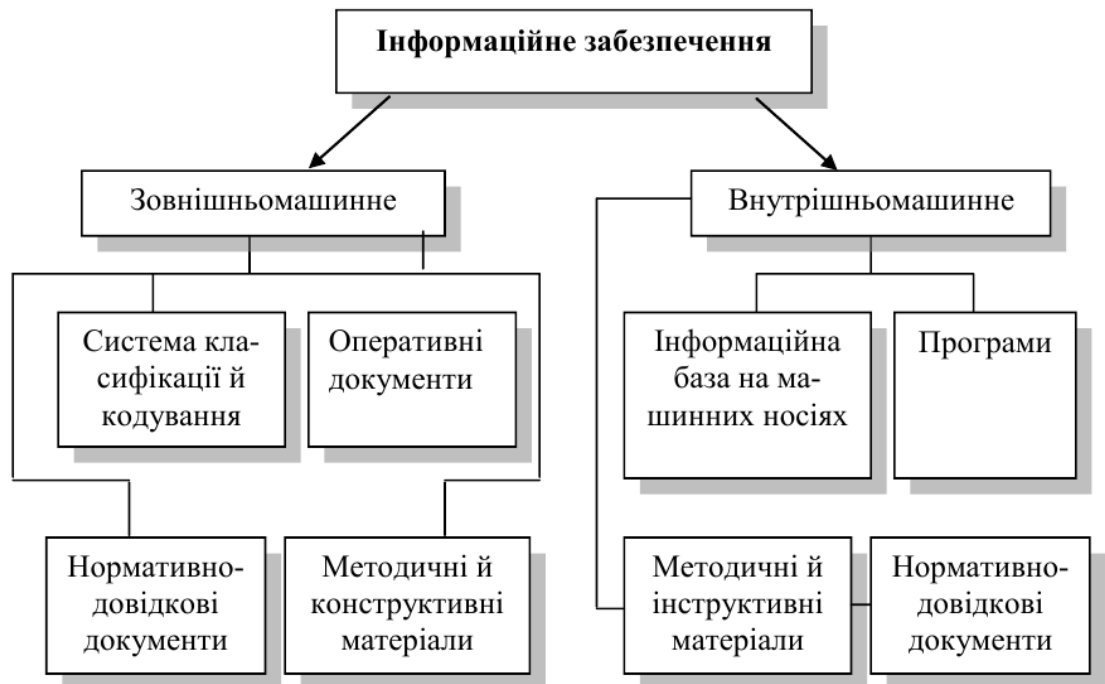


Рисунок 7 - Структура інформаційного забезпечення АСК

Метод організації інформації в значній мірі визначає порядок її зберігання, реєстрації, відновлення. Чітка організація банків даних дозволяє більш повно обґрунтувати напрямок руху, інтенсивність потоків, закономірності перетворення інформації, методику її запитів і одержання.

Основними видами реалізованих інформаційних систем є:

- фінансова;
- виробнича або оперативна (планування виробництва, закупівля, розподіл);
- ринкова система (планування збуту, контроль кредитів, вивчення ринку);
- кадрова (особисті справи працівників, зайнятість, розміщення кадрів);
- керівництво здійсненням проектів;
- інші системи.

Розподілені системи управління можуть бути централізованими, децентралізованими й багаторівневими.

У централізованих розподілених системах локальні підсистеми забезпечують збір інформації, передачу її в центральну підсистему, яка обробляє інформацію й передає для них управляючі впливи.

У децентралізованих розподілених системах усі підсистеми рівноправні, збирають і обробляють інформацію на місці.

Багаторівневі розподілені системи управління є ієрархічними (у них підсистеми різняться по рівнях підпорядкованості й управління). На нижньому рівні управління перебувають локальні підсистеми, що з'єднуються з безліччю підсистем більш високого рівня, які, у свою чергу, з'єднані каналами зв'язку з підсистемами ще більш високого рівня. Очевидно, що на різних рівнях можуть використовуватися принципи централізованого або децентралізованого управління.

Для розподілених систем характерним є:

- низька вартість ПЕОМ при високій продуктивності;
- можливість наближення засобів до місць зародження й споживання інформації;
- швидкість доступу до інформації;
- легкість в обробці даних;
- можливість забезпечення високої надійності й вірогідності результатів;
- адаптивність, відкритість, удосконалення системи для з'єднання з іншими системами;
- підвищена гнучкість використання обчислювальних і інформаційних ресурсів;
- підвищення надійності за рахунок апаратної надмірності;
- скорочення витрат, пов'язаних з розробкою й налагодженням програмного й інформаційного забезпечення.

При проектуванні розподілених систем управління вирішуються наступні завдання:

- вибір зони дії локальної підсистеми залежно від ступеня розподіленості об'єктів управління;
- формування функцій розподіленої системи і їх розподіл по підсистемах;
- вибору конфігурації комплексу технічних засобів;
- математичного й імітаційного моделювання розподіленої системи управління разом з виробничим процесом;
- коректування функцій.

Процедура розподілу систем на підсистеми повинна бути виконана за правилами розподілу цілого на частку, з урахуванням надійності й економічності. Збої в підсистемах протягом запрограмованого часу не повинні приводити до збою системи в цілому. Це досягається шляхом створення спеціальних компенсаторів – поштових скриньок і забезпечення локального функціонування підсистем протягом певного часу. Кількість підсистем в основному визначається кількістю функціональних завдань, що розв'язуються системою. Підсистеми повинні мати принцип комунікабельності, а записи вихідної інформації в них повинні проводитися однократно.

Виділення інформаційного забезпечення АСКТП у вигляді самостійного компонента розробки і експлуатації системи відбулося лише в останні роки, і чітку грань між програмним та інформаційним забезпеченням в даний час провести важко. У значній частині технічної літератури по АСК термін «програмне забезпечення» застосовують в широкому сенсі, включаючи в нього і поняття «інформаційне забезпечення».

Тема 8. Мікро-, міні- ЕОМ. Технічна база АСКТП

План

1. Загальні відомості. Архітектура комп'ютера.
2. Основні мікро- і міні-ЕОМ, що застосовуються в АСКТП.
3. Засоби збереження інформації.

1. Загальні відомості. Архітектура комп'ютера

Важливою складовою сучасних АСУ ТП є електронні обчислювальні машини (ЕОМ). Під ЕОМ здебільшого розуміють універсальні обчислювальні машини, які застосовуються для вирішення наукових, інженерних, економічних, комерційних і багатьох інших задач розрахункового характеру. Іншими словами, вони є арифмометрами, що володіють колосальною швидкодією і видають результати своїх обчислень у формі, зручній для людини-користувача.

Іншою областю застосування ЕОМ є системи управління технологічними процесами виробництва в самих різних галузях народного господарства, де вони грають найважливішу роль управляючих обчислювальних комплексів. Управляючі ЕОМ принципово відрізняються від інших тим, що безпосередньо пов'язані з ТОУ, тобто з технологічним процесом в найширшому і різносторонньому розумінні цього терміну. Через різні чутливі елементи, датчики, пристрої перетворення інформації і регулюючі органи вони під'єднуються безпосередньо до об'єкту. Від ЕОМ, відповідно, вимагається, щоб вона працювала в темпі, що задається фізичними змінними і органами управління, до яких підключається і з якими взаємодіє. Іншими словами, вона повинна працювати, як правило, в реальному часі. Крім того, дії, виконувані машиною, часто диктуються подіями, що наступили в процесі, тобто робота управляючої ЕОМ залежить від зовнішніх подій.

З цих обставин виходять два основні висновки. По-перше, в структурі такої ЕОМ повинні бути спеціальні пристрої вводу-виводу, які пов'язують її з технологічним процесом (об'єктом). До цих пристроїв відносяться автоматичні засоби, необхідні для підключення аналогових, дискретних і цифрових сигналів, несучих інформацію про стан технологічного процесу, і пристрої, що відображають події або умови, що вимагають негайної дії. При цьому ЕОМ може бути запрограмована так, щоб реагувати на ці сигнали (умови і події) згідно заданому алгоритму управління.

По-друге, шляхом розрахунку коректуючих або управляючих дій, пов'язаного з великим об'ємом обчислювальних операцій, які доводиться проробляти за короткий строк і у випадкові моменти часу, обумовлювані зовнішніми подіями, ЕОМ, що застосовується в АСУ ТП, повинна формувати своєчасну реакцію системи. Це вимагає максимальної обчислювальної потужності – набагато більшої, ніж було б потрібно при постійному обчислювальному завантаженні.

При всьому різноманітті їх типів і видів сучасні ЕОМ складаються з одних і тих же частин, основними з яких є наступні пристрої: введення-виведення, запам'ятовувачий, арифметичний, пристій управління.

Пристрій введення використовується для прийому дискретних даних, над якими машина повинна виконати певні дії, а також для введення програми

роботи. В звичайних універсальних ЕОМ введення даних і програми здійснюються або вручну шляхом набору на спеціальній клавіатурі машини, або з будь-якого машинного носія інформації (перфокарт, перфострічок і т. д.). В ЕОМ АСУ ТП пристрою введення дозволяють, крім того, приймати сигнали, що несуть інформацію про хід технологічного процесу. Залежно від конструкції машина може мати одне або декілька різних ввідних пристроїв.

Арифметичний пристрій (АП) проводить арифметичні або логічні операції над поступаючими в нього числами. Швидкодія арифметичних пристроїв сучасних обчислювальних машин складає десятки тисяч операцій в секунду. Людина не може з потрібною швидкістю вводити в АУ необхідні числа і команди, а також прочитувати результати операцій. Тому ці процеси автоматизуються за допомогою так званого пристрою, що запам'ятовує.

Запам'ятовуючий пристрій (ЗП) забезпечує ЕОМ можливість рішення складних задач. Запам'ятовуючий пристрій зберігає початкові дані, проміжні і остаточні результати, а також програми, тобто сукупності команд, необхідних для вирішення задач в певній послідовності. Місткість ЗУ різних машин різна. Більшість ЕОМ має ЗП двох видів: зовнішній запам'ятовуючий пристрій (ВЗП) і оперативний запам'ятовуючий пристрій (ОЗП). Запам'ятовуючий пристрій ЕОМ називають пам'яттю. Часто пам'яттю називають тільки оперативний запам'ятовуючий пристрій. Зовнішній запам'ятовуючий пристрій називають в цих випадках накопичувачем.

Пристрій управління (УП) призначений для координації роботи всіх інших пристроїв ЕОМ. Він управляє всім обчислювальним процесом і, зокрема, передає числа із ЗУ в АП, включає АП на виконання необхідної операції і поміщає одержаний результат в ЗП.

Будь-який чисельний метод рішення математичної задачі зводить це рішення до ряду послідовних арифметичних дій і логічних операцій над числами, як заданими в умові задачі, так і тими, що вийшли в процесі розрахунку. Кожна така проста операція в ЕОМ виконується під впливом спеціальної команди.

За формою команда є набором цифр, цифровий код, а за змістом наказ пристрою управління на виконання певної елементарної операції. Розшифрувавши команду, УП виконує строго певну дію. Оскільки пристрій управління цифрової обчислювальної машини управляє всім процесом обчислень, заздалегідь повинно бути складено точний опис того, які команди, в якому порядку і над якими числами винні бути виконані. Такий опис всього процесу розрахунку називають програмою рішення даної задачі на автоматичній цифровій обчислювальній машині. Автоматичне програмне управління є основною принциповою особливістю швидкодійних цифрових обчислювальних машин. Машина після введення програми і початкових даних працює повністю автоматично. Ручне управління здійснюється звичайно лише в особливих випадках, а також при ремонті машини і іноді при редагуванні програм.

Пристрій виводу служить для видачі результатів обчислень. Дані з машини можуть виводитися в різних формах: у вигляді віддрукованих таблиць, перфокарт, перфострічок і т.д.

Обчислювальні машини, вживані в АСУ ТП, мають ряд особливостей. Перш за все функціональне призначення ЕОМ, їх місце і роль в АСУ обумовлюють ряд специфічних вимог, що пред'являються до можливостей і характеристик цих машин, у тому числі:

здібність до одностороннього або двостороннього обміну інформацією між об'єктом і ЕОМ в процесі рішення функціональних задач в реальному (натуральному) масштабі часу;

придатність до тривалої безперервної роботи протягом сотень і тисяч годин;

висока надійність і програмна стійкість до збоїв і відмов апаратури;

можливість виконання широкого кола задач управління при відносній незмінності їх протягом всього періоду експлуатації.

Структура машини також істотно залежить від призначення або режиму використання ЕОМ в системах управління.

В інформаційному режимі ЕОМ: 1) безперервно контролює відповідність параметрів процесу допустимим значенням; при виявленні невідповідності видає сигнал, реєструє момент виходу за допустимі межі; при досягненні параметром нормального значення, що вийшов раніше за допустимі межі, фіксує момент досягнення норми; 2) проводить вибірковий (за бажанням оператора) виклик будь-якого з параметрів процесу; 3) періодично реєструє значення контрольованих параметрів; 4) сигналізує про настання аварійного стану; 5) обчислює деякі комплексні показники ходу контрольованого процесу (витрата речовини, енергії, середні значення параметрів за заданий час, ККД агрегату і ін.).

Основною частиною ЕОМ є мікропроцесор. Мікропроцесор (МП) – це пристрій, який здійснює приймання, обробку і видачу інформації. Конструктивно МП містить одну або кілька інтегральних схем і виконує дії за програмою, записаною в пам'яті.

Мікропроцесорна система (МПС) – обчислювальна, контрольно-вимірювальна або керуюча система, в якій основним пристроєм обробки інформації є МП. Мікропроцесорна система будується з набору великих інтегральних схем ВІС.

Мультимікропроцесорна, або мультипроцесорна система – система, яка утворюється шляхом об'єднання деякої кількості універсальних або спеціалізованих МП, завдяки чому забезпечується паралельна обробка інформації і розподілене керування.

Мікропроцесорний комплект (МПК) – сукупність ВІС, сумісних за електричними, інформаційними та конструктивними параметрами і призначених для побудови електронно-обчислювальної апаратури і мікропроцесорних систем керування. Типовий склад МПК: ВІС МП (один чи кілька корпусів інтегральних схем); ВІС оперативних запам'ятовувальних пристроїв (ОЗП); ВІС постійних запам'ятовувальних пристроїв (ПЗП); інтерфейси або контролери зовнішніх пристроїв; службові ВІС (тактовий генератор, регістри, шинні формувачі, контролери шин, арбітри шин, тощо).

Мікропроцесори та мікропроцесорні комплекти класифікують за такими ознаками: галуззю застосування, призначенням; розрядністю даних; кількістю ВІС; типом архітектури; типом системи команд; кількістю ядер.

За галуззю застосування МП поділяють на МП електронно-обчислювальних систем та МП вбудованих систем керування (MCS51, AVR мікроконтролери).

За призначенням МП поділяють на універсальні та спеціалізовані. Універсальні мікропроцесори – МП загального призначення, які дають змогу розв'язати широкий клас задач – обчислення, обробки та керування. Спеціалізовані мікропроцесори призначені для розв'язання задач лише певного класу. До них належать сигнальні, медійні, мультимедійні МП, трансп'ютери.

За розрядністю даних виділяють 8 розрядні, 16-розрядні та 64-розрядні процесори.

За кількістю ВІС у МПК розрізняють багатокристальні МПК і однокристальні мікроконтролери (ОМК). Багатокристальні комплекти – це МПК з однокристальними і секційними МП.

За типом архітектури, або принципом побудови, розрізняють МП з фоннейманівською архітектурою і МП з гарвардською архітектурою.

За типом системи команд розрізняють процесори з повним набором команд – CISC (Complete Instruction Set Computing) і процесори зі зменшеним набором команд – RISC (Reduced Instruction Set Computing). Як правило, CISC-процесори виконуються за фоннейманівською архітектурою, а RISC-процесори – за гарвардською.

За кількістю ядер МП поділяють на одноядерні та багатоядерні. В одноядерних МП є можливість псевдо-одночасного виконання різних задач - в такому випадку процесор по черзі виконує обчислення, але при такому підході можливий варіант вичерпування ресурсів процесору, що призводить до зниження обчислювальної потужності МП. Багатоядерні МП забезпечують можливість одночасного виконання різних обчислень, оскільки кожне ядро має власну кеш-пам'ять, тому операційна система має досить ресурсів для паралельного виконання обчислень, що потребують великої обчислювальної потужності.

Слід зазначити, що багато МПК підпадають під різні класифікаційні ознаки, оскільки здатні вирішувати задачі різних класів.

Поняття архітектури мікропроцесора визначає його складові частини, зв'язки та взаємодію між ними. Архітектура містить: 1) структурну схему МП; 2) програмну модель МП (описання функцій регістрів); 3) інформацію про організацію пам'яті (ємність пам'яті та способи її адресації); 4) опис організації процедур введення-виведення.

Фоннейманівську архітектуру (рис. 1.1) запропонував у 1945 р. американський математик Джон фон Нейман. Особливістю цієї архітектури є те, що програма і дані знаходяться у спільній пам'яті, доступ до якої здійснюється по одній шині даних і команд.

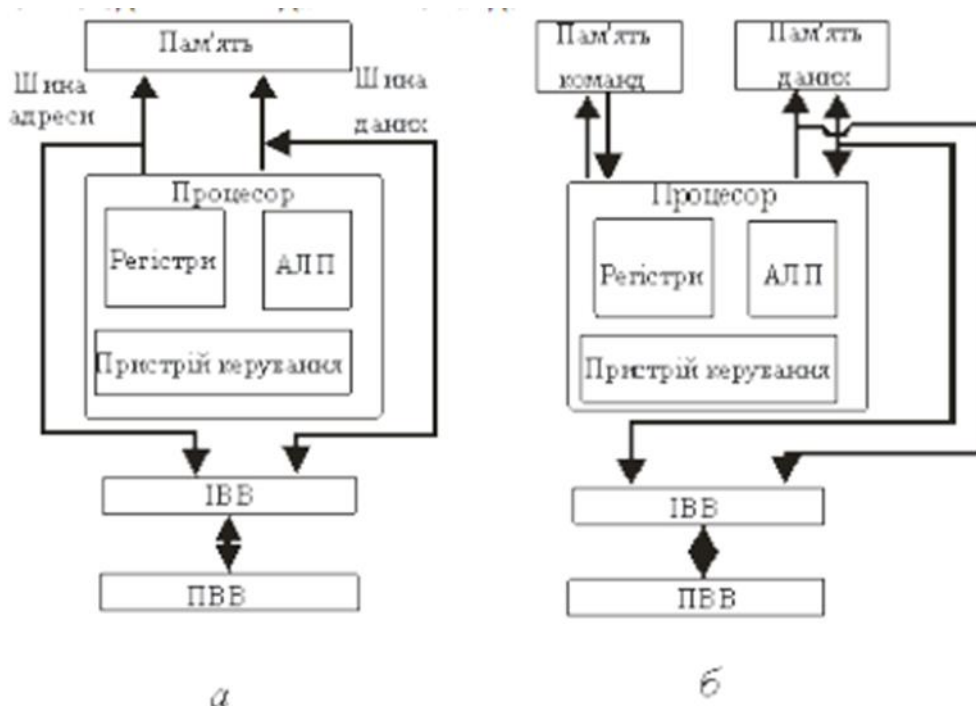


Рисунок 8 – Основні типи архітектури: а – фоннейманівська;
б – гарвардська

Гарвардську архітектуру (рис.8, б) вперше було реалізовано у 1944 році в релейній обчислювальній машині Гарвардського університету (США). Особливістю цієї архітектури є те, що пам'ять даних і пам'ять програм розділені і мають окремі шини даних і шини команд, що дозволяє підвищити швидкодію МПС.

Структурні схеми МП обох архітектур містять: процесор, пам'ять, ІВВ і ПВВ. Пам'ять і ІВВ для різних типів МП можуть бути як внутрішніми (тобто розміщуватися на тому ж кристалі, що і процесор, так і зовнішніми. Процесор містить регістри, арифметично-логічний пристрій (АЛП) та пристрій керування і виконує функції обробки даних та керування процесами обміну інформацією. Пам'ять забезпечує зберігання кодів команд програми і даних. Інтерфейси призначені для зв'язку з ПВВ. Усі елементи структурної схеми з'єднані за допомогою шин.

Мікропроцесорна система – це сукупність взаємозалежних пристроїв, що складається з одного або декількох пристроїв пам'яті, пристроїв введення/виводу та ряду інших пристроїв для забезпечення виконання певних функцій.

У будь-якій мікропроцесорній системі є чотири основних архітектурних елемента:

- пристрої управління (ПУ);
- арифметично-логічні пристрої (АЛП);
- пристрої пам'яті (ПП);
- пристрої вводу-виводу (ПВВ) (рис. 8)

Арифметично-логічні пристрої виконують запропоновані пристроями управління арифметичні та логічні операції над даними, які надходять із пристроїв пам'яті або пристроїв вводу-виводу (додавання, віднімання, зсув,

пересилання, логічне додавання «АБО», логічне множення «І», додавання по модулю).

Пристрої управління декодують записані в програмі команди і генерують сигнали управління, необхідні для того, щоб арифметично-логічні пристрої і вся система виконували необхідні функції.

Арифметично-логічні пристрої і пристрої управління, як правило, виготовлено у вигляді однієї великої інтегральної мікросхеми (БІС), яка називається центральним процесором (ЦП).

Пристрої введення/виводу забезпечують зв'язок центрального процесора із зовнішніми (периферійними) пристроями.

Пристрій пам'яті або запам'ятовуючий пристрій – місце зберігання програм і даних, закодованих у двійковій формі. Пристрій пам'яті, що входить до складу мікропроцесору, є електронним пристроєм і складається із елементів пам'яті. Кожному елементу присвоюється номер, який називається адресою. Пристроями вводу-виводу реалізують зв'язок із зовнішніми (периферійними) пристроями.

2. Основні мікро- і міні-ЕОМ, що застосовуються в АСКТП

Одним з найбільш діючих способів підвищення ефективності існуючих АСУ є включення ЕОМ у контур керування. Використання ЕОМ в АСУ дає можливість організувати керування з адаптацією, прогнозом, логічне керування й одержувати інформацію про техно-логічних параметрах, що не піддаються прямим вимірам.

Для систем керування призначені керуючі обчислювальні машини (КОМ), які спочатку використовувалися для автоматизації збору й обробки інформації на об'єктах, а також для автоматизації окремих технологічних процесів і груп устаткування. Потім були початі спроби застосувати КОМ для комплексної автоматизації керування великими об'єктами й підприємствами в цілому.

Для того щоб КОМ, включені в контур керування, були ефективні, у них необхідно вводити достовірну інформацію про поточний стан об'єкта.

Склад ЕОМ, застосовуваної в системі автоматизації, залежить від характеру її використання. Розрізняють два варіанти використання: інформаційний (обробка інформації) і керуючий. В інформаційному варіанті ЕОМ здійснює збір даних від датчиків, фільтрацію сигналів, обробку інформації для цілей діагностики й прогнозування.

ЕОМ, що працюють в інформаційному режимі, виконують великий обсяг обчислень, пов'язаних з використанням основних операцій, тому до їхнього складу додатково включають арифметичні процесори, додаткові запам'ятовувальні пристрої, периферійні пристрої, що й погодять.

У керуючому варіанті, крім функцій обробки даних, які виконуються в інформаційному варіанті, ЕОМ вирішує завдання керування: пуск і останів промислових об'єктів, оптимізацію роботи установки відповідно до прийнятого критерію, формування й видачу керуючих впливів, ідентифікацію об'єктів керування, обмін інформацією з ЕОМ вищих рівнів ієрархічної системи керування. ЕОМ, що працюють у керуючому режимі, мають більш складну структуру й склад, ніж інформаційні ЕОМ, за рахунок збільшення головним

чином номенклатури й числа периферійних пристроїв. Ці ЕОМ повинні працювати в реальному масштабі часу, тобто в темпі із процесом.

Класифікація ЕОМ

Сучасні ЕОМ систем автоматизації звичайно класифікують за двома ознаками: за ступенем універсальності і за обчислювальними можливостями та габаритами.

За ступенем універсальності ЕОМ діляться на два класи:

1) ЕОМ широкого застосування (універсальні), що дозволяють вирішувати велике коло завдань за рахунок ускладнення структури, збільшення ємності пам'яті й розрядності слів;

2) спеціалізовані ЕОМ, що мають більш просту структуру, невеликий обсяг пам'яті, що мають підвищену надійність й створені для автоматизації конкретних об'єктів і процесів.

Залежно від обчислювальних можливостей, числа периферійних пристроїв і каналів зв'язку з ОК сучасні машини діляться на великі, міні- і мікроеом.

Вітчизняний і закордонний досвід показує, що застосування великих ЕОМ для автоматизації промислових об'єктів і процесів приводить до створення складних систем, забезпечити високі ТЕРП яких досить важко. Найбільш перспективними для використання в промисловості з погляду забезпечення мінімуму вартості й габаритів систем автоматизації, а також спрощення програмування й взаємозамінності, є міні- і мікро-еом. Ці машини відрізняються порівняно малою розрядністю слова (8-32 двійкових розрядів), обмеженим обсягом пам'яті, незначними масами, габаритами й вартістю, більш простим програмним забезпеченням, наявністю розвинутої системи периферійних пристроїв і зручним інтерфейсом.

До категорії міні-еом відносять ЕОМ невеликих габаритів, що мають обмежену розрядність слів (до 32 двійкових розрядів). При цьому не враховують продуктивність ЕОМ.

Мікро-еом відрізняються як технічними параметрами (меншою довжиною слова й обсягом пам'яті), так і особливостями програмування й застосування. Мікро-еом – це конструктивно завершений обчислювальний пристрій, його основні блоки БІС МП, БІС ЗПУ, БІС УВВ реалізували на мінімальному числі БІС.

Відповідно до обсягу завдань, розв'язуваних при автоматизації, функцій, покладених на КОМ, їх конструкції дуже різноманітні. КОМ комутирують і обробляють потоки інформації, що надходять від трьох джерел :

- процесу, що протікає (дані про стан процесу);
- обслуговуючого персоналу (дані керування);
- вищої диспетчерської або координуючої ЕОМ (дані зв'язку).

Ці інформаційні зв'язки обумовлюють дві розширені можливості КОМ у порівнянні з ЕОМ, використовуваними для інших цілей. По-перше, зв'язок з вимірювальними й виконавчими ланками процесу вимагає спеціальних апаратних пристроїв. Ці апаратні пристрої зветься периферійними пристроями ПП. По-друге, по швидкості обробки даних обчислювальний пристрій повинний підлягати реальному темпу технологічного процесу, щоб у відповідних фазах процесу зробити необхідні виміри й контроль, а також

видати перемикаючі й керуючі команди. Ця обробка даних процесу в реальному масштабі часу вимагає спеціальної організації програмування.

Тому можна зробити висновок, що КОМ є цифровим обчислювальним пристроєм з периферійними пристроями для приймання даних процесу й видачі командних сигналів, у реальному масштабі часу, із гнучким програмуванням для розв'язку різного роду завдань.

В АСКТП знаходять застосування як КОМ широкого призначення, так і вузькоспеціалізовані. КОМ широкого призначення мають універсальність усередині класу розв'язуваних завдань і незалежністю від фізичної природи й призначення ОК. Ці КОМ можуть виконувати різні функції.

КОМ централізованого контролю призначені для автоматичного приймання інформації від ОК, перетворення її по заданому алгоритму, сигналізації про відхилення контрольованих величин від заданих значень, видачі інформації у вигляді зручному для оператора, або кодуванні інформації для передачі її в систему керування вищого рівня.

КОМ первинної переробки інформації застосовують для виконання всіх функцій машин централізованого контролю, а також додатково використовуються для попередньої обробки вступники інформації й формування узагальнених показників ОУ для видачі операторові або в систему керування вищого рівня.

Інформаційні КОМ використовують для виконання всіх функцій КОМ первинної обробки інформації й виробітку рекомендації для оператора з метою реалізації оптимального керування.

КОМ безпосереднього керування застосовують для виконання всіх функцій по збору, контролі, первинній обробці інформації, виконанню математичних і логічних операцій з метою виробітку керуючих впливів і передачі їх на ОК або в систему нижнього рівня.

Вузькоспеціалізовані КОМ призначені для розв'язку досить обмеженого кола завдань або навіть одного завдання в певній області. Застосування їх для розв'язку інших завдань, не передбачених при розробці, як правило, неможливо, або пов'язане зі значною зміною в конструкції машин.

Вузькоспеціалізовані КОМ мають наступні властивості:

- алгоритм керування відносно нескладний і невеликий за обсягом;
- ПК повинне мати підвищену надійність;
- алгоритм повинен суттєво змінюватися в процесі експлуатації;
- на габарити й споживану потужність КОМ накладені жорсткі обмеження.

3. Засоби збереження інформації

Для збереження інформації сучасні комп'ютери застосовують різні пристрої. Інформація, яка використовується при роботі програм, зберігається у внутрішній пам'яті комп'ютера чи процесора. Програми, що виконуються, розміщуються в оперативній пам'яті.

Оперативна пам'ять буває динамічною або статичною. Оперативна пам'ять динамічного типу - це пам'ять з довільним вибиранням (Dynamic Random Access Memory, DRAM). Кожний біт такої пам'яті подається як наявність або відсутність заряду на конденсаторі, утвореному в структурі

напівпровідникового кристала. Статична пам'ять (Static RAM - SRAM) як елементарну комірку використовує статичний тригер, що складається з кількох транзисторів. Ця пам'ять має вищу швидкодію, але вона дорожча.

За способом доступу до даних пам'ять поділяють на синхронну та асинхронну. Мікросхеми динамічної пам'яті виконуються в різних корпусах: SIMM (Single In line Memory Module), DIMM (Dual In line Memory Module). SDRAM синхронізована із системним таймером, що керує центральним процесором. SDRAM II (DDR - Double Data Rate) використовує більш точну внутрішню синхронізацію, що вдвічі збільшує швидкість доступу.

У відеопам'яті використовується динамічна оперативна пам'ять, яка має низку особливостей: доступ здійснюється досить великими блоками, перезаписування даних відбувається без переривання процедури зчитування.

Накопичувачі інформації призначені для тривалого збереження великих обсягів інформації. Цей вид пам'яті, на відміну від оперативної, енерго-незалежний, тобто інформація не втрачається після вимкнення живлення комп'ютера. В основі роботи пристроїв збереження інформації лежать різні принципи (магнітні, оптичні тощо). Вартість збереження одиниці інформації на них значно нижча порівняно з оперативною пам'яттю, а обсяг носіїв, які використовуються у цих пристроях, набагато більший, однак час доступу до інформації в них ще більший. Розрізняють накопичувачі зі змінними і незмінними носіями. Надійність збереження інформації на незмінних носіях значно більша, а час доступу - менший.

Для інтеграції в комп'ютер накопичувачів інформації розроблені спеціальні інтерфейси, з яких на сьогоднішній день найбільш популярні IDE (Integrated Drive Electronics) і SCSI (Small Computer System Interface).

Інтерфейс SCSI був розроблений у 1970 р. До шини можна підключати до восьми пристроїв, включаючи основний контролер SCSI. Контролер SCSI має власний BIOS, що керує восьмирозрядною шиною SCSI, звільняючи центральний процесор.

Інтерфейс IDE був запропонований у 1988 р. Функції контролера реалізовані в електронній частині пристрою. Обмін даними може здійснюватися як через центральний процесор (PIO - Programmed Input/Output), так і безпосередньо (DMA - Direct Memory Access).

Стримери - накопичувачі на магнітних стрічках. Вони звичайно використовуються для створення архівних копій великого обсягу і мають вмонтовані засоби стиснення даних.

Накопичувачі на жорстких дисках - це пристрої з незмінним носієм. Вони містять механічний привод, голівки зчитування запису, кілька носіїв і контролер, що забезпечує роботу пристрою і передачу даних. Для запису інформації використовуються магнітні властивості поверхні дисків-носіїв.

Накопичувачі на жорстких дисках відрізняються один від одного насамперед своєю місткістю та швидкістю роботи. Швидкість роботи диска характеризується двома показниками: часом доступу до даних на диску та швидкістю читання і запису даних на диск.

При читанні або записуванні коротких блоків даних, розташованих у різних ділянках диска, швидкість роботи визначається часом доступу до даних,

а при зчитуванні або записуванні великих блоків даних набагато важливішою є пропускна здатність тракту обміну з диском.

Накопичувачі на змінних дисках: приводи для дискет розміром 5,25" та 3,25"- FDD (Floppy Disk Drive), магнітооптичних дисків - MOD (Magnetooptical Disk), CD-ROM, CD-RW, DVD (Digital Versatile Disk). Вони дають змогу переносити інформацію з одного комп'ютера на інший та робити архівні копії інформації, що міститься на жорсткому диску.

Флеш-пам'ять або просто флешка — це маленький портативний пристрій, який підключається до USB-порту комп'ютера. Подібно до жорсткого диска, флеш-пам'ять використовується для зберігання інформації, проте зазвичай її обсяг значно менший порівняно з більшістю жорстких дисків. Флеш-пам'ять може мати різний розмір, форму та зберігати гігабайти даних. Такі пристрої зручно носити із собою, що дає змогу використовувати їх для перенесення інформації з одного комп'ютера на інший. Флеш-пам'ять також називають флешкою, флеш-брелоком, флеш-накопичувачем.

У цифрових фотокамерах, телефонах інформація зберігається на картах пам'яті (флеш-пам'яті). Інформацію на картах пам'яті можна стирати та використовувати їх знову. Ноутбуки та деякі комп'ютери обладнано вбудованими пристроями читання карт пам'яті.

Слід зауважити, що час доступу і швидкість зчитування-запису залежать не тільки від самого пристрою, а й від параметрів усього тракту обміну з диском: від швидкодії контролера диска, системної шини і центрального процесора комп'ютера.

Список літератури

1. Головка В.М.. Теоретичні основи автоматики (курс лекцій). Навч. посібник. – Ніжин: НАУ. 2004. – 104 с.
2. Головка Д.Б.. Автоматика і автоматизація технологічних процесів. –К.: Либідь, 2007. – 232 с.
3. Ладанюк А.П., Трегуб В.Г., Ельперін І.В., Цюцюра В.Д. Автоматизація технологічних процесів і виробництв харчової промисловості: Підручник. – К: Аграрна освіта, 2001. – 224с.
4. Пальчевський Б.О. Автоматизація технологічних процесів. – Львів: Світ, 2007 – 392с.
5. Проць Я.І., Савків В.Б., Шкодзінський О.К., Ляшук О.Л. Автоматизація виробничих процесів. Навчальний посібник для технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. - Тернопіль: ТНТУ ім. І.Пулюя, 2011. - 344с.
6. Мартиненко І.І. та інші. Автоматизація технологічних процесів сільськогосподарського виробництва. -К. : Урожай, 1995.
7. Автоматизація виробничих процесів: Підручник. / І.В Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К. Видавництво Ліра-К, 2015 — 300 с.
8. Корчемний М.О., Потапенко М.В. Теоретичні основи автоматики: навч. посібник / М.О. Корчемний, П.Б. Клендий, М.В. Потапенко. – Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2012. - 304р.
9. Стенцель Й.І., Поркуян О.В. Автоматизація технологічних процесів хімічних виробництв. Підручник. – Луганськ: Вид-во Східноукр. нац. ун-ту, 2010. – 302 с.
10. Валух О. А., Максимів В. М. Елементи теорії автоматичного керування. – Львів, «Афіша», 2002. – 122 с.

Для нотаток

Автоматизовані системи керування технологічними процесами

Конспект лекцій

Суми, РВВ, Сумський національний аграрний університет, вул.Г.Кондратьєва,160

Підписано до друку: _____ 2025 р. Формат А5: Гарнітура Times New Roman

Тираж: ____ примірників Замовлення _____ Ум. друк. арк. _____
