

Міністерство освіти і науки України
Херсонський національний технічний університет

АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

Рекомендовано
Міністерством освіти і науки України

Херсон 2017

УДК 62
ББК 40.72
Ш 71

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів.
Гриф надано МОН України 10.12.2002 р. (лист № 14/18.2-2347)*

Рецензенти:

Топілін Г.Є., д-р техн. наук, проф., акад. ТАУ Одеського державного аграрного університету;

Пащенко В.Ф., к-т техн. наук, проф., зав. кафедрою автоматизації виробничих процесів Кіровоградського державного технічного університету;

Бражник О.М., к-т техн. наук, доц., зав. кафедрою автоматизації виробничих процесів Херсонського державного технічного університету

Шмат К.І., **Солодовніченко В.М.**, **Папченко О.І.**

Ш 71 Автоматизовані системи сільськогосподарської техніки: Навч. посібник. Видання друге / **К.І. Шмат**, В.М. Солодовніченко, О.І. Папченко. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2017. – 196 с.

ISBN 966-8447-13-1

ISBN 978-966-289-113-3

В навчальному посібнику узагальнені матеріали, зв'язані з вивченням різних функціональних елементів та пристроїв автоматики, розглянуті принципи дії, загальні властивості, характеристики елементів та пристроїв автоматики.

Відгуки і побажання просимо надсилати за адресою: 73008, Херсон, Бериславське шосе, 24, ХДТУ, факультет машинобудування.

УДК 62
ББК 40.72

ISBN 966-8447-13-1
ISBN 978-966-289-113-3

© **К.І. Шмат**, 2017
© В.М. Солодовніченко, 2017
© А.І. Папченко, 2017
© ОЛДІ-ПЛЮС, 2017

ПРИНЯТІ СКОРОЧЕННЯ

- АКП – автоматичний керуючий пристрій
- АР – автоматичний регулятор
- АСК – автоматична система керування
- АФЧХ – амплітудна фазочастотна характеристика
- АЧХ – амплітудно-частотна характеристика
- БЖ – блок живлення
- ВЕ – виконавчий елемент
- ВМ – виконавчий механізм
- ВП – виконавчий пристрій
- ГЗЗ – головний зворотній зв'язок
- ДЖ – джерело живлення
- ДСП – Державна система промислових приладів і засобів автоматизації
- ЕВ – вимірювальний елемент
- ЕОМ – електронно-обчислювальна машина
- ЕП – порівняльний елемент
- ЕРС – електрична рушійна сила
- ЗЕ – задаючий елемент
- ЗЗ – зворотний зв'язок
- ІЧ – інфра-червоний
- КД – кроковий двигун
- КЗ – канал зв'язку
- КП – контрольований пункт
- МЗЗ – місцевий зворотній зв'язок
- ЛАХ – логарифмічна амплітудна характеристика
- ЛФХ – логарифмічна фазова характеристика
- НЗС – негативний зворотний зв'язок
- ОК – об'єкт керування
- ПВМ – пневматичний виконавчий механізм
- ПВЧ – понад високі частоти
- ПЕ – перетворюючий елемент

- ПК – пункт керування
- ПП – підсилювач потужності
- ПС – підсилювач сигналу
- РО – регулюючий орган
- САК – система автоматичного керування
- САР – система автоматичного регулювання
- СЕ – підсилюючий елемент
- ТВ – телевимірювання
- ТК – телекерування
- ТР – телерегулювання
- ТС – телесигналізація
- ФЧХ – фазочастотна характеристика
- ЧПК – числове програмне керування
- ЕМК – електронна муфта ковзання

ВСТУП

Автоматизація – один з найважливіших шляхів подальшого підйому продуктивних сил у сільському господарстві в умовах науково-технічного прогресу. Це та основа, на якій при високому рівні механізації й електрифікації сільськогосподарського виробництва треба удосконалювати сільськогосподарську техніку і підвищувати її експлуатаційні показники.

Інженери агропромислового комплексу повинні бути готовими до використання нових технологій і техніки, до широкого впровадження засобів автоматизації технологічних процесів, мікропроцесорної й електронно-обчислювальної техніки, а також електроніки, використання якої стає усе ширше в галузях АПК.

Мікропроцесори і мікро-ЕОМ стали новими масовими класами ЕОМ унаслідок малої матеріалоемності і вартості, низького енергоспоживання і високої надійності. Масовість цього класу обчислювальної техніки впливає на ціле покоління приладів, засобів автоматизації, агрегатів сільськогосподарського виробництва з убудованими мікропроцесорними засобами.

Відповідно до загальних принципів керування технічними процесами автоматичне керування здійснюється на основі інформації при використанні комплексу технічних засобів автоматики і телемеханіки. Автоматизацію виробництва здійснюють за допомогою спеціальних засобів автоматики (автоматів), що складаються з великого числа окремих елементів.

Слово "автомат" відбулося від давньогрецького терміна "аутоматос", під яким розуміється самодіючий апарат. Перші зведення, що дійшли до нас, про автоматичні пристрої відносяться до початку нашої ери і зв'язані з ім'ям Герона Олександрійського, котрий описав механічні і пневматичні автомати.

У монографіях А.Шапюї і Е.Желі, виданої в Парижі в 1928 році, і А.Шапюї і Е.Дроз, виданої в 1949 році, викладена історія розвитку автоматів. У цих монографіях наводяться дані про монетний автомат для відпустки священної води що молиться, про літаючого голуба

Архіта Тарентського (V-IV ст. до н.е.), про повзучу Равлику Дмитра Фалерського (IV-II ст. до н.е.), про пневмоавтомат, що відкриває двері храму в момент запалювання жрецькими священого вогню, про будильник Платона, за допомогою якого він скликав своїх учнів на ранкові заняття в академію, про небесний глобус (планетарії) Архімеда, що моделював рух Сонця, Місяця і відомих у ту пору (III ст. до н.е.) планет, про театр автоматів Герона старшого, у якому автомати-актори показували п'єсу в п'ятьох актах і восьми картинах на тему повернення на батьківщину героїв, що завоювали Трою. У XIII столітті Альберт Великий створив "механічну людину", що виконувала обов'язки воротаря – відкривала і закривала двері і кланялася минаючим її людям. У 1943 р. на виставці "Сторіччя прогресу" у Чикаго був показаний автомат, що курив сигари, і т.д.

Одним з перших в історії техніки АР був регулятор І.І.Ползунова (1765 р.) до його парової машини для підтримки рівня води в казані (поплавковий пристрій). У 1784 р. Джеймс Уатт створює відцентровий регулятор до своєї парової машини. Цей регулятор має іншу конструкцію й іншу природу регульованої величини, але зовсім той же принцип дії, що і регулятор І.І.Ползунова.

Основні теоретичні принципи автоматичного регулювання були розроблені в 1868 р. Д.Максвеллом.

У XIX і XX століттях у зв'язку з потребою промисловості, транспорту й енергетики з'являється багато різних конструкцій регуляторів, спочатку механічних, а потім електричних, електронних і ін.

Першими автоматичними пристроями в електротехніці були регулятор напруги Е.Х.Ленца і Б.С.Якобі і диференціальний регулятор для дугових ламп В.Н.Чиколева, запропоновані в середині XIX століття.

Широке впровадження засобів автоматизації у виробництво почалося після першої світової війни і продовжується дотепер. На цьому періоді елементна база засобів автоматизації пройшла кілька етапів свого розвитку.

На першому етапі (і дотепер) у сільському господарстві широко використовувалася релейно-контактна апаратура: реле, магнітні пускачі, розподільники, перемикачі, ключі керування і т.д. У 30-і роки одержали широке поширення в промисловій автоматичній електронній лампи і різні електровакуумні прилади. Ці прилади через ряд недоліків не були пристосовані для широкого використання в автоматичній сільськогосподарського виробництва. Обмежений термін служби, низька вібростійкість, робота тільки при позитивних температурах і відносній вологості не вище 80 %, відсутність миттєвої готовності до дії через наявність ланцюгів розігріву й інші недоліки стримували їхнє впровадження у виробничі процеси. Ці прилади використовували і продовжують використовувати тільки в радіо- і телепристроях, а також у пристроях диспетчерського зв'язку.

На другому етапі, що відноситься до 50-60-х років, з'явилися численні напівпровідникові елементи: діоди, тріоди, тиристори, симістори і т.д. Ці елементи широко впроваджуються в засоби автоматики сільськогосподарського виробництва. Вони мають практично необмежений термін служби, високу вібростійкість, миттєву готовність до дії, широкий діапазон потужностей (від часток міліватів до сотень кіловатів) і напруг (від часток вольтів до кіловольтів), легко зчленовуються з релейно-контактною апаратурою й електричними виконавчими механізмами. Отже, напівпровідникові прилади – зараз основна елементна база нових засобів автоматики сільськогосподарського виробництва. На них будують і серійно випускають для автоматики логічні і функціональні елементи, на базі яких легко зібрати будь-які схемні вузли автоматики, за винятком деяких датчиків і виконавчих органів.

На цьому ж етапі з'явився широкий клас гідравлічних і особливо пневматичних логічних і функціональних елементів, що володіють багатьма перевагами перед електричними елементами. Вони дешевші і простіші по пристрою, вибухово- і пожежобезпечні, тому що не мають електричних ланцюгів, більш корозійостійкі і мають велику імовірність безвідмовної роботи.

На третьому етапі, до якого можна віднести кінець 60-х і початок 70-х років, з'явився новий напрямок у створенні вузлів автоматики й обчислювальної техніки на принципово нових елементах, що одержали назву інтегральних мікросхем, що характеризуються мікромініатюризацією як самих елементів, так і апаратури в цілому. Зараз наступив четвертий етап у розвитку засобів автоматики, радіоелектроніки й обчислювальної техніки – створення широкого класу функціональних приладів і вузлів, що одержали найменування мікропроцесорів. Як інтегральні, так і функціональні елементи виконують на так званих твердих схемах, що представляють собою монолітні напівпровідникові блоки з неоднорідною структурою, принцип дії яких заснований на фізичних властивостях твердого тіла.

Інтегральні і функціональні мікросхеми – основна фундаментальна база розвитку нової електронної апаратури, що відрізняється високою надійністю роботи (інтенсивність відмовлень 10^{-9} 1/г), тому що в ній відсутні усерединьосхемні з'єднання й окремі компоненти мають добру захищеність елементів від зовнішніх впливів і вона має високу елементну щільність (десятки, сотні тисяч у 1 см^3).

Як на стаціонарних, так і на мобільних сільськогосподарських об'єктах використовують електричні, електронні, пневматичні і гідравлічні засоби автоматики.

Автоматика – галузь науки і техніки, що охоплює теорію і принципи побудови САК виробничими процесами. Як наука вона виникла в другій половині XVIII століття, коли з'явилися перші складні машини (прядильні, ткацькі верстати й ін.), що замінили важку ручну працю і дали можливість підвищити його продуктивність. В міру розвитку техніки функції керування процесами і машинами розширювалися й ускладнювалися. Людина вже в багатьох випадках не може керувати механізованим виробництвом без спеціальних додаткових пристроїв. Це обумовило виникнення автоматизованого виробництва, при якому працівники вивільняються не тільки від фізичної праці, але і від функцій

контролю за машинами, устаткуванням, виробничими процесами й операціями, а також керуванням ними. Автоматизація сприяла значному підвищенню продуктивності праці, поліпшенню якості продукції й умов праці людей. Найбільших успіхів вона досягла починаючи з другої половині ХХ століття, коли поряд із засобами автоматики стали використовуватися і засоби телемеханіки.

Телемеханіка (від грецького *tele* – далеко) – галузь науки і техніки, що охоплює теорію, способи і технічні засоби автоматичної передачі на відстань команд керування й інформації про стан ОК.

В агропромисловому виробництві автоматика і телемеханіка знаходять усе більше застосування, забезпечуючи високу ефективність виробництва, значну економію праці і засобів. Так, автоматизація годівлі і поїння тварин підвищує продуктивність дійних корів до 15 %, а комплексна автоматизація готування кормів на поточкових лініях зменшує трудові витрати в 4...5 разів і знижує собівартість на 30...50 %. Автоматизація зернозбиральних комбайнів СК-6 "Нива" дозволяє скоротити втрати зерна комбайном на 2,0...2,5 % і збільшити його продуктивність на 10 %. Підтримка оптимального завантаження картоплезбирального комбайна приводить до збільшення продуктивності на 15 % і економії палива на 4 %. Автоматизація причіпних кормозбиральних агрегатів знижує утрати врожаю зелених кормів на 10...15 % і т.д.

Велике застосування знаходять пневмо- і гідравтоматика. В агрегатах ОКЦ-4 технологічний процес готування кормосумішей заданої рецептури забезпечується системою пневмоавтоматики, що складається з пневматичних керуючих машин: ПУМ-1 – для лінії готування розсипних кормів і ПУМ-2 – для лінії готування білково-вітамінних концентратів, а також виконавчих пневмодвигунів, пневматичних ваговимірювальних перетворювачів і вимірників рівня матеріалу в ємності. Основу поточкових автоматизованих ліній ЛОЯ-7,2 для обробки яєць складають пневматичні системи. Для свинарських селекційних комплексів створені автоматичні системи КВД-Ф-1 роздачі індивідуально дозованих по вазі порцій сипучих кормів [18].

До числа найважливіших аспектів автоматизації відноситься також проблема диспетчерського керування сільськогосподарським виробництвом у межах відділення, господарства, району і галузі в цілому. Уже перший обмежений досвід переконує у виняткових можливостях диспетчеризації. Так, диспетчерське керування дозволило підвищити використання машинно-тракторного парку на 15...20 %, а транспортних засобів – до 30 %. При цьому прості машин зменшуються в 2...3 рази, прямі експлуатаційні витрати – на 12...15 %. Але в цілому питання ставиться куди більш широко. Уже сьогодні назріла настійна потреба в автоматизації збору і нагромадження, передачі і переробки, збереження і відтворення різноманітної і величезної за обсягом інформації в цілому по галузі.

На фоні швидкого загального росту технічної й енергетичної озброєності сільськогосподарської праці усе більше збільшується потреба в технічних засобах автоматики сільськогосподарського призначення.

Для агропромислового виробництва розробляють автоматичні маніпулятори з програмним керуванням і роботи, що дозволяють різко скоротити ручну працю й автоматизувати важкі фізичні і монотонні операції.

У технічному відношенні маніпулятори, і особливо роботи, є дуже складними комплексними пристроями, що включають декілька САК: переміщенням по території, технологічним рухом маніпуляторів ("рук"), енергозабезпеченням, сенсорною системою і системою руху по курсу, захистом від помилкових команд, перевантажень і аварійних режимів і т.д.

Автоматизація агропромислового виробництва має і свої особливості, що обумовлюють її труднощі: автоматизація стосується біологічних об'єктів, виробничі процеси розосереджені на великих відстанях, залежність процесів від конкретних зональних і кліматичних умов, залежність багатьох параметрів процесів від випадкових факторів, неможливість у ряді випадків простого переносу засобів із промислової автоматики, наявність агресивного середовища (тваринницькі ферми, комплекси), одночасний контроль великого числа параметрів, причому різних по фізичній природі і властивостям.