

Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(назва факультету)

Кафедра автоматизації технологічних процесів та виробництва

(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(освітній рівень)

на тему: Розробка мікропроцесорної системи контролю дозування компонентів при виготовленні кормових сумішей

Виконали: студенти 4 курсу, групи КА-41
Спеціальність 151
“Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”

	Сорба Є. І. (прізвище та ініціали)
	Фащенко Д. С. (прізвище та ініціали)
Керівник	Савків В. Б. (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	Козбур І. Р. (прізвище та ініціали)
Рецензент	Станько А. А. (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота містить 106 сторінок розрахунково-пояснювальної записки, 11 листів графічної частини.

В кваліфікаційній роботі використані такі терміни: однокристална мікро-ЕОМ, дозатор, змішувач, дозування компонентів, комбікормова суміш.

Мета кваліфікаційної роботи – розроблення мікропроцесорної системи контролю дозування компонентів при виготовленні кормових сумішей.

В процесі роботи виконано огляд технічних засобів, які підходять для вирішення поставленої в кваліфікаційній роботі задачі і вибрано найоптимальніший варіант.

Впровадження мікропроцесорної системи контролю дозування компонентів забезпечує зменшення часу приготування рецепту, підвищення продуктивності, покращення умов праці. При цьому похибка дозування складає 1%.

З М І С Т

Вступ	9
1 Аналітична частина	12
1.1 Загальні характеристики кормових сумішей.....	12
1.2 Аналіз технічних характеристик пристроїв досування сипких матеріалів.....	16
2 Проектна частина.....	26
2.1 Основні рецептури та вимоги до їх якості кормових сумішей відповідно до державних стандартів	26
2.2 Аналіз технологічного процесу, що лежить в основі проекрованої системи керування	33
2.3 Аналіз вихідних даних на проектування, базового варіанту виробничої системи.....	39
2.4 Аналіз технологічного об'єкту з точки зору управління.....	43
2.5. Вибір, розрахунок та опис функціональної схеми головного мікропроцесорного комплексу системи керування	46
2.6. Розробка принципової електричної схеми мікропроцесорної системи керування	49
2.7 Вибір стабілізатора напруги для живлення електричної схеми.....	76
2.8 Розрахунок надійності системи керування.....	77
2.9 Моделювання системи управління дозуванням компонентів при виробництві комбікормів.....	81
3 Спеціальна частина	85
3.1 Опис та принцип роботи пакету ACAD	85
3.2 Функціонування програми. Головне меню.....	87
3.3 Команди, які використовуються в системі AutoACAD.....	92

4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	94
4.1 Аналіз і характеристика потенційних небезпек і шкідливостей при роботі на лінії дозування та змішування.....	94
4.2 Аналіз і розробка заходів по локалізації шкідливих виділень при роботі на лінії дозування та змішування.....	96
4.3 Оцінка технологічного процесу приготування комбікормової суміші по умовах пожежовибухонебезпеки	101
Висновки.....	104
Перелік посилань	Ошибка! Закладка не определена.
Додаток А	Ошибка! Закладка не определена.

Вступ

В даний час економіка України знаходиться у важкому положенні. Одним з головних критеріїв розвитку матеріально-технічної бази в країні є ресурси і енергозбереження. Тому, перш за все, необхідно розвивати енергозберігаючі та безвідходні технології, застосовувати раціональніші методи використання палива і електроенергії.

Розвиток засобів автоматизації сільського господарства неодмінна умова науково-технічного прогресу і інтенсифікації сільськогосподарського виробництва. Саме автоматизації в сучасних умовах належить провідна роль в зростанні продуктивних сил суспільства.

Найбільший ефект від автоматизації забезпечується при повному переході на електропривод і автоматичне управління всіх робочих операцій, технологічних процесів і перш за все в самих трудомістких - тваринництві і кормоприготуванні. Зростають вимоги до надійності пускозахисної апаратури та апаратури управління. Найнадійнішою апаратурою управління являється апаратура безконтактного управління електроприводом.

Аналіз стану і тенденції використання мікропроцесорних пристроїв показує, що при сучасному рівні розвитку мікроелектроніки доцільна розробка для сільського господарства повністю цифрових автоматичних систем управління потокових ліній. Це дозволяє підвищити надійність, швидкодію систем автоматики і пускозахисної апаратури.

Повністю цифрові системи управління поточковими лініями

дозволяють управляти технологічними процесами з мінімальною кількістю персоналу.

Автоматизація технологічних процесів і допоміжних робіт призводять не тільки до удосконалення виробництва і загального покращення умов праці, але і до підвищення рентабельності виробництва. При цьому підвищуються техніко-економічні показники виробництва і знижуються витрати на виготовлення одиниці продукції [2].

Операції зважування і дозування займають важливе місце в технологічних процесах різноманітних галузей промисловості: хімічної, металургійної, харчової, гірничодобувної, промисловості будівельних матеріалів і т.д.

Маса вихідних матеріалів є показником, що характеризує ефективність роботи обладнання і дозволяє робити висновки про хід технологічного процесу на всіх його стадіях.

Особливого значення вагодозуючі операції набувають у зв'язку з розвитком сировинної бази, збільшенням вантажопотоків і безперервно зростаючих вимог щодо достовірності та точності обліку сировини, паливно-енергетичних ресурсів і сільськогосподарської продукції.

Тому створення високоточних і надійних засобів напівавтоматичного і автоматичного вимірювання маси штучних вантажів і дозування сипучих і рідких матеріалів представляє собою актуальне завдання сучасного етапу розвитку техніки [1].

Технологічні процеси приготування комбікормів є найбільш індустріалізованими в сільськогосподарському виробництві. Системою машин передбачено створення типового устаткування для механізованих комплексів із закінченим циклом виробництва.

Найефективнішим шляхом розробки складних систем автоматики є використання принципів ієрархічної побудови структури АСК. Це передбачає оптимальне вирішення функціональних завдань на локальних рівнях і далі перехід до об'єднання окремих локальних систем автоматики у централізовані системи, де для виконання складних функцій найбільш доцільно застосовувати засоби обчислювальної техніки.

1 Аналітична частина

1.1 Загальні характеристики кормових сумішей

Дозування – це процес видачі заданих кількостей речовин в технологічні апарати для змішування або наступної переробки.

Величиною, яка характеризує процес дозування є розхід дозованого матеріалу (об'ємний або масовий).

Дозування сипучих матеріалів здійснюється з допомогою механічних і автоматичних пристроїв, які широко застосовуються в періодичних і неперервних технологічних процесах [3–6].

Сипучі матеріали це матеріали, які можна транспортувати і зберігати насипом. Термін «сипучий» використовується для більшості матеріалів, які складаються з частинок певного розміру, таких як порошок, гранули або агломерати. Об'єм сипучого матеріалу складається з об'єму твердих частинок різної форми та розміру, а також порожнин між ними, що заповнені повітрям.

Частинки, що складають структуру (скелет) сипучого матеріалу, мають багато різних зв'язків, які залежать від розміру частинок, їх форми, вологості та інших факторів. Як правило, більшість сипучих матеріалів мають складний фракційний склад і являють собою сукупності хаотично розташованих частинок.

Природа сипучих матеріалів не дозволяє віднести їх до твердих тіл або рідин. Здіпність сипучих матеріалів приймати форму посудини і можливість руху потоком робить їх подібними до рідини. Однак, кожна окрема частинка володіє всіма властивостями твердого тіла.

Сипучі матеріали, які складаються із таких часток, можуть витримувати зовнішнє навантаження, що робить їх подібними на тверді тіла. Але незважаючи на цю схожість, сипучі матеріали значно відрізняються і від твердих тіл і від рідин.

Сипучі матеріали характеризуються сукупністю ряду параметрів. На відміну від рідин вони мають обмежену рухливість, яка визначається силами взаємодії частинок в місцях контактів поверхонь. Ці сили залежать від сил тертя, які виникають при переміщенні частинок, і сил зчеплення, які визначаються фізико-хімічними мікроявищами [4–6].

Якщо сили зчеплення набагато менші сил тертя, матеріал вважають добре сипучим. Вологі матеріали володіють великими силами зчеплення і, як правило, відносяться до погано сипучих.

Основною властивістю, яка впливає на процес дозування є сипучість, яка характеризує рух матеріалу в площині отвору ємності. Вільно насипаний матеріал, насичений повітрям не створює помітного опору витіканню.

Якщо ж сипучий матеріал завантажити в бункер або іншу ємність, під тиском ваги вищележачих шарів в матеріалі виникають напруження. Пористість його зменшується, що призводить до збільшення об'ємної маси і числа точок контактів частинок.

При ущільненні матеріалу витісняється повітря і виникають молекулярні сили, які сприяють зміцненню всієї структури. В результаті витікання сипучих матеріалів з отвору часто утруднене, що крім того, зв'язано з особливостями розподілу тиску матеріалу по висоті ємності [7, 8].

При однаковому тиску степінь ущільнення багатьох матеріалів

різна. Ушільнення залежить від максимального тиску всередині матеріалу і впливає на його сипучість. Щоб забезпечити сипучість матеріалу із отвору бункера, тиск всередині матеріалу повинен бути достатньо низьким.

Процес дозування безпосередньо залежить від фізико-механічних властивостей сипучого матеріалу, тому їх особливості мають вирішальне значення при виборі всього комплексу дозуючих пристроїв. В процесах дозування сипучих компонентів степінь рухомості має основне значення [7, 9].

Для правильного здійснення процесу дозування необхідно знати характеристики і фізико-механічні властивості матеріалу, тому розглянемо ті, які в тій чи іншій мірі впливають на процес дозування.

Гранулометричний склад сипучого матеріалу характеризується кількісним розподілом складових частин по крупності. Розмір часток матеріалу визначається найбільшим лінійним розміром (в мм).

Гранулометричний склад визначається ситовим аналізом – просіюванням проби через систему сит з каліброваними отворами різного розміру, в результаті взята проба розділюється на окремі фракції.

Із збільшенням неоднорідності дозованого матеріалу зростає значення миттєвого відхилення продуктивності живильників від середнього значення, збільшується похибка дозування. Сили зчеплення між частинками в значній мірі залежать від гранулометричного складу.

Насипна щільність визначається як відношення маси сипучого матеріалу до об'єму, який він займає і виражається в кг/м^3 . В

залежності від фракційного складу, форми частинок, степені заповнення пор вологою, ущільнення значення насипної щільності одного і того ж матеріалу можуть відхилятися на 200-250%. [5, с.10]

Вологість визначають як відношення маси випаруваної води (після просушування) до маси всього матеріалу (в вагових процентах).

Вологістю сипучих матеріалів визначається рухомість його часток. Збільшення вологості, як правило, погіршує характеристику витікання сипучого матеріалу.

Кут природнього схилу. При витіканні сипучого матеріалу на горизонтальну площину утворюється гірка з деяким кутом схилу, який відповідає рівновазі частинок. Кут між горизонтальною площиною і лінією схилу називають кутом природнього схилу. Він є найбільшим кутом, який може бути утворений площиною природнього схилу з горизонтальною площиною, і служить одним із основних показників рухомості матеріалу.

Його величина визначається силами тертя, які залежать від форми, розміру частинок і вологості. В більшості випадків кут природнього схилу сипучих матеріалів не перевищує 55-60°.

До теперішнього часу не існує чіткої класифікації дозуючих пристроїв. Найбільший практичний інтерес представляє слідуюча класифікація: у відповідності зі структурою технологічного процесу; по принципу роботи і по конструктивних ознаках [10].

У відповідності зі структурою технологічного процесу дозатори поділяють на дві основні групи: дискретної (періодичної) і неперервної дії. Дискретне дозування характеризується видачею заданої кількості

матеріалу протягом визначеного інтервалу часу.

При наявності різноманітної рецептури потрібно часто змінювати масу дози. У відповідності з різноманітністю фізико-механічних властивостей дозованих матеріалів автоматичні порційні дозатори зустрічаються в різному конструктивному виконанні з живильниками різних типів. Сумарне зважування компонентів переважно проводять на порційних вагах, які оснащені бункером з дном, що відкривається.

1.2 Аналіз технічних характеристик пристроїв дозування сипких матеріалів

По принципу роботи дозуючі пристрої поділяють на: пристрої об'ємного типу; вагового типу; з корекцією по заданому параметру. На практиці зустрічаються також комбіновані дозуючі пристрої (об'ємно-вагові), в яких маса віддозованої об'ємної порції доводиться до заданих меж на ваговому пристрої. На комбікормових заводах для дозування компонентів комбікормів застосовують дозатори двох типів – вагові та об'ємні.

Дозуючі пристрої, які працюють по об'ємному методу, замірюють матеріал по його об'єму. В основі об'ємного методу дозування лежить рівняння:

$$G = v\gamma \quad (1.1)$$

де G – маса матеріалу, кг;

v – об'єм матеріалу, м³;

γ – насипна щільність матеріалу, кг/м^3 .

Застосування об'ємного методу значно спрощує процес дозування. Однак об'ємні дозатори характеризуються значною похибкою.

Барабанний дозатор ДП-1

Дозатор ДП-1 з приводом неперервної дії, призначений для дозування компонентів комбікормів, являє собою барабан з шістьма поздовжніми секціями, продуктивність якого регулюють змінюючи частоту обертання барабану. Компонент випускають вниз, а зверху передбачено отвір для поступання його в дозатор. Для неперервності і рівномірності процесу дозування секції зміщені одна відносно іншої по гвинтовій лінії на 10° .

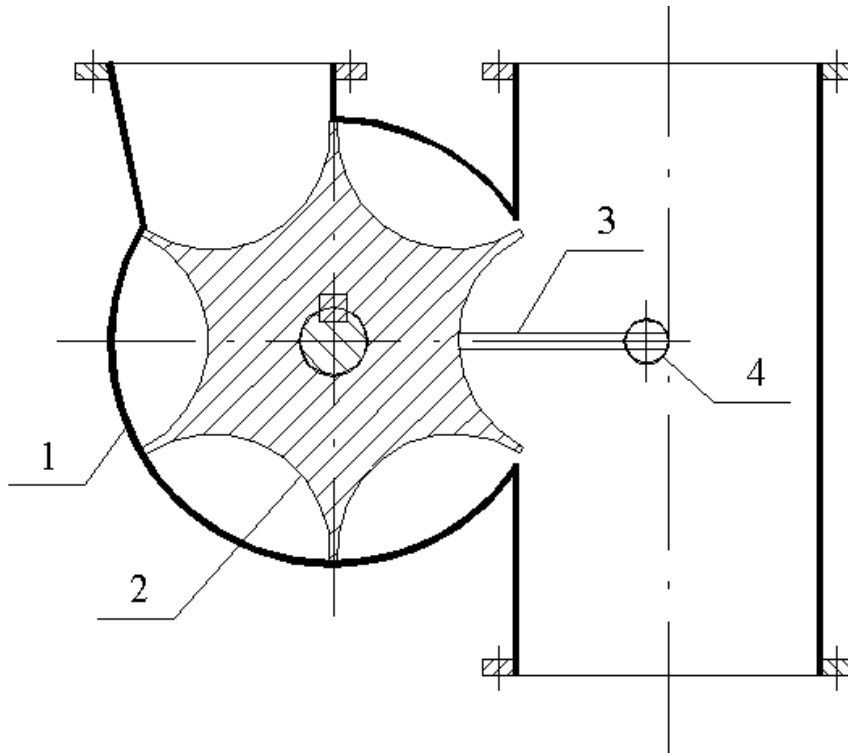


Рис. 1.1 - Барабанний дозатор ДП-1

1 – корпус; 2 – барабан; 3 – очищаюча лопатка; 4 – вал лопатки.

Дозатор складається з корпусу 1, в якому обертається барабан 2. Матеріал захвачується виступами барабану, попадає в секції і при

обертані барабану переміщається до розвантажувального пристрою. В розвантажувальному пристрої на валі 4 встановлена лопатка 3, яка обертається синхронно із барабаном і видаляє залишки продукту з секцій.

Перед випуском із дозатора компонент проходить через магнітний захист, який складається з шести постійних магнітів, які закріплені в дверці. Це дозволяє очищати компонент від металічних домішок.

Технічна характеристика дозатора ДП-1

Продуктивність, кг/год	до 5000
Розмір приймального отвору, мм	740 x 350
Ромір барабану, мм:	
довжина	700
діаметр	330
Частота обертання привідного валу барабану, об/хв	20
Потужність електродвигуна, кВт	0,3
Габаритні розміри, мм:	
довжина	1160
ширина	880
висота	645
Маса, кг	220

Тарілчатий дозатор ДТ

Тарілчатий дисковий дозатор ДТ зображений на рис. 1.2 призначений для для подачі мілкозернистих і порошкових матеріалів.

Робочим органом тарілчатого дозатора являється диск, який обертається. З диску продукт скидається нерухомим ножом. Товщина шару матеріалу на диску регулюється за допомогою надітої на вихідний патрубок бункера манжети (її піднімають або опускають по принципу телескопічної труби).

Продуктивність дозатора регулюють зміною частоти обертання диску, зміною зазору кільцевої щілини (між манжетою і диском), що визначає висоту шару матеріалу на диску, положенням ножа, який знімає ту або іншу кількість матеріалу з диску.

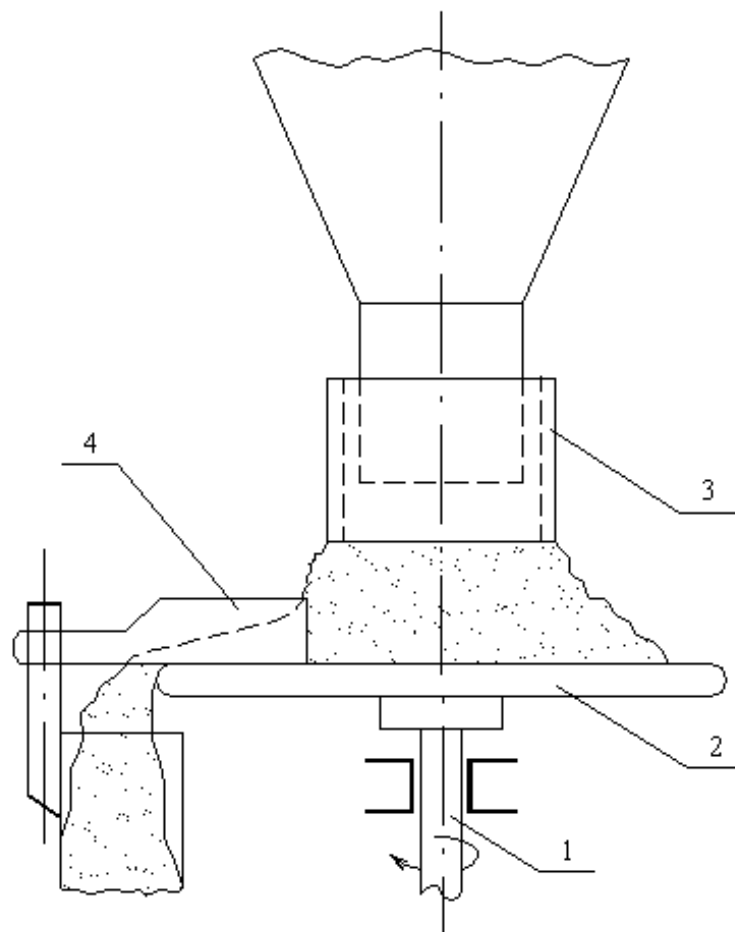


Рис. 1.2 - Тарілчатий дисковий дозатор

1 – вал; 2 – диск; 3 – підйомна манжета; 4 – скрібок.

Вертикальний вал із закріпленим диском приводиться в рух від електродвигуна через передаточний механізм. Необхідно враховувати, що під впливом центробіжної сили при великій частоті обертання матеріал може розкидуватися з диску. Тому критичну частоту обертання визначають з умови рівності центробіжної сили і сили тертя:

$$m\omega r = mg\Psi, \quad (1.2)$$

$$\omega = \pi n/30 \quad (1.3)$$

де m – маса матеріалу на диску, кг;

R – середній радіус круга матеріалу, розміщеного на диску, м;

ω – кутова швидкість, рад/с;

Ψ – коефіцієнт зовнішнього тертя;

g – прискорення вільного падіння, м/с².

Продуктивність тарілчатого дозатора (в т/год) визначають по формулі:

$$Q = \gamma \pi n h^2 r' / 60 \operatorname{tg} \varphi \quad (1.4)$$

де γ – насипна щільність, т/м³;

n – частота обертання диску, об/хв;

h – висота підйому манжети, м;

r' – середній радіус круга матеріалу, розміщеного на диску, м;

φ – кут природнього скосу.

Дозування матеріалу по вазі більш точне, ніж дозування по об'єму. В дозуючих пристроях, які працюють по ваговому методу, процес зважування складається з трьох етапів: вплив зважуваного продукту на механізм ваг; перетворення цього впливу в числове значення;

відображення або реєстрація цього значення, яке відповідає масі віддозованого матеріалу.

Для подальшого використання в системі автоматики масу матеріалу перетворюють в електричний (пневматичний) сигнал за допомогою перетворювача – давача маси.

Автоматична вага ДНР-500

Призначена для зважування зернових компонентів. Вага складається із слідуєчих основних вузлів: станини, приймального отвору, ричажного механізму, вантожоприймального пристрою, приводів для відкривання, засувки і днища вантажоприймального пристрою, циферблатного вказівного приладу УЦКД-13В із задавачем маси і дистанційною реєстрацією.

Днище вантажоприймального пристрою відкривається і закривається кривошипним механізмом з допомогою приводу через тягу.

Циферблатний вказівний прилад УЦКД-13В із задавачем маси і дистанційною реєстрацією призначений для візуального нагляду і дистанційної реєстрації величини одного зважування і загальної суми зважувань на електрифікованих обчислювальних машинах СД-107Д. Величину порції встановлюють задавачем маси.

Вага працює слідуєчим чином. На циферблатному вказівнику встановлюють величину порції. Після відкриття ваги привід кривошипного механізму робить один оберт, відкриваючи засувки. Зерно потоком поступає в вантажоприймальний пристрій.

По мірі наповнення його стрілка із прапорцем починає рухатись по шкалі циферблатного вказівника. При проходженні прапорця вагової стрілки через паз давача грубої маси спрацьовує електромагніт засувки грубої маси, і вона перекриває вхідний отвір. Зерно починає поступати в вантажоприймальний пристрій ваги невеликим потоком через вікна в заслонці грубої маси. Починається досипування.

При досягненні заданої маси прапорець стрілки перетинає паз давача точної маси: вмикається другий магніт засувки точної маси і вона перекриває подачу зерна у вантажоприймальний пристрій.

Після визначеної витримки часу відбудуться зчитування фактичної маси порції і її запис на паперову стрічку.

Потім вмикається привід кривошипного механізму відкривання днища і проходить розвантаження компоненту. Стрілка плавно рухається по шкалі до нульового положення. При входженні прапорця стрілки в паз нульового давача привід кривошипного механізму здійснює ще пів-оберту і днище вантажоприймального пристрою закривається. Цикл роботи ваги повторяється.

Технічна характеристика ваги ДНР-500

Межі зважування, кг	250 – 500
Об'єм ківша, м ³	1,9
Продуктивність до, т/год	60
Ціна поділки вказівного приладу, кг	0,5

Атоматичний ваговий багатокomпонентний дозатор 5ДК-500

Це ковшова вага, яка складається із слідуєчих основних вузлів:

станини, надвісного ківша, циферблатного вказівного приладу, пневмоприводу засувок і електрообладнання системи управління дозатором і змішувачем.

Пневмопривід призначений для управління механізмами вивантаження дозатора. Над дозатором встановлюють трбохшнекові живильники. Живильники дозаторів забезпечують два режими подачі компонентів в ківш – грубе сипання і досипування.

Одним із основних елементів системи є фотоелектричний вказівник маси УВФ-3, призначений для перетворення маси продукту в електричний сигнал. Вказівник складається із слідуючих основних вузлів: освітлювача, відбивача, планки з вузькою щілиною, кодового диску фотодіодів.

Кодовий диск перетворює значення маси зважуваного компоненту в десятирозрядний код Грея. Диск має 10 доріжок які містять прозорі і непрозорі поля, виконані в надлишковому циклічному десятирозрядному коді Грея.

В момент подачі матеріалу в ківш дозатора стрілка і кодовий диск обертаються навколо своєї осі. Світло від освітлювача падає на доріжки кодового диску. Якщо на шляху пучка світла знаходиться затемнена ділянка диску, відповідний фотодіод не буде освітлений.

Якщо на шляху пучка світла знаходиться прозора ділянка диску, відповідний фотодіод буде освітлений. При освітлені фотодіода він відкривається і пропускає струм. Таким чином отримуються 10 розрядів коду Грея. Який потім використовують в системах автоматизованого керування.

Технічна характеристика багатокomпонентного дозатора 5ДК-500

Межі зважування, кг	50 – 500
Об'єм ківша, м ³	0,6
Максимальна кількість дозаторів	12
Габаритні розміри, мм:	
довжина	3000
ширина	1800
висота	3200
Маса, кг	885

2 Проектна частина

2.1 Основні рецептури та вимоги до їх якості кормових сумішей відповідно до державних стандартів

До комбінованих кормів належать суміші, які складається з помелу фуражного зерна різних культур, відходів харчової промисловості, вітамінів, антибіотиків, лікарських препаратів, білково-вітамінних добавок тощо.

До складу комбікормів входять від 5 до 20 компонентів. Це ускладнює технологічний процес і організацію праці. Отже, кількість компонентів доцільно зменшувати.

На рецептуру комбікормів впливають стан кормової бази, напрямки і рівень розвитку тваринництва, стан комбікормової промисловості і виробництва білково-вітамінних добавок, рівень дослідних робіт у галузі годівлі тварин і технології кормів, економічна і технічна база господарства, організація сільськогосподарського виробництва та ін.

Науково обгрунтоване годування враховує в раціоні співвідношення між обмінною енергією і протеїном, клітчаткою і сумою вуглеводів, білковим і небілковим азотом і інші фактори, які впливають на характер обміну речовин в організмі.

Якість комбікормів для різних груп тварин і птиці регламентується державними стандартами:

ДСТУ 8530:2015 – Комбікорми для великої рогатої худоби.
Технічні умови;

ДСТУ 4508:2005 – Комбікорми-концентрати для свиней. Технічні умови;

ДСТУ 4120-2002 – Комбікорми повнораціонні для сільськогосподарської птиці. Технічні умови;

ДСТУ 8406:2015 – Комбікорми для дичини. Технічні умови;

ДСТУ 8589:2015 – Комбікорми повнораціонні для поросят-сисунів. Технічні умови.

Комбікорми необхідно виготовляти з доброякісної, очищеної і подрібненої до необхідного ступеня кормової сировини. В їх рецептурах повинно передбачатися таке поєднання компонентів, при якому забезпечується найбільш ефективне використання вміщених у них поживних речовин. Загальні вимоги до комбікормів:

- вологість не більше 15 %;
- вміст сирого протеїну не менше 15-20 %;
- вміст сирової клітковини не більше 5-10 %;
- сторонніх сумішей:
- металевих домішок 10-25 мг/кг;
- піску 0,5 %;
- фракції розміром 3 мм не більше 10 %.

При додаванні до комбікорму трав'яного борошна, вміст сирової клітковини збільшується на 3% і кількість кормових одиниць зменшується на 3-4%.

У комбікормах, які згодовують відразу після приготування, без тривалого зберігання в осінньо-зимовий період допускається підвищення вологості до 15,5%.

Якість подрібнення фуражного зерна повинна відповідати вимогам, що ставляться до молоткових дробарок, які використовують у

сільському господарстві.

На дробарках комбікормових агрегатів при встановленні на них решіт з отворами діаметром 3 мм здійснюють тонке подрібнення комбікормів (модуль помелу не більше 1 мм), при встановленні решіт з отворами діаметром 6 мм – середнє подрібнення (модуль помелу 1,8 мм) і при встановленні решіт з отворами діаметром 8 мм - крупне подрібнення (модуль помелу 1,8-2,6 мм).

При крупному подрібненні кількість неподрібнених зерен не повинна перевищувати 2%, а при тонкому – неподрібнених зерен не повинно бути.

Відповідно до зоотехнічних вимог допускають такі відхилення від рецепту (в процентах до загальної ваги комбікорму): для компонентів, які становлять 30% і більше – $\pm 1,5\%$, від 10 до 30% – $\pm 1,0\%$; від 3 до 10% – $\pm 0,5\%$; менш як 3% – $\pm 0,1\%$.

Ступінь однорідності суміші повинен становити 90-95% при співвідношенні компонентів 1:100.

Якість готового комбікорму контролюють за аналізами зразків, які відбирають через кожні 2 год робочої зміни. При цьому перевіряють якість подрібнення, наявність цілого зерна і металевих домішок у комбікормі, а в середньозмінному зразку визначають наявність піску, солі і вологості.

Більшість компонентів комбікормів є сипучими речовинами, які характеризуються кутом природнього скосу. Його необхідно враховувати при проектуванні трубопроводів, по яким подаються компоненти.

Для покращення висипання компонентів кормових сумішей необхідно використовувати бункери круглого перерізу. Однак бункери

круглого перерізу розмішені в блоках займають великий об'єм приміщення, тому їх краще використовувати для складно-сипучих компонентів, а для зернової сировини та гранул можна застосовувати бункери прямокутного перерізу.

Одним із методів визначення якості є відбір витяжок комбікорму. При виробництві розсипних комбікормів витяжки відбирають з-під змішувача після магнітовловлювача шляхом перетину потоку металевим ковшем через кожні дві години.

При відвантаженні продукції у вагон чи кузов машин зі складів витяжку слід відбирати із струменя транспортної стрічки, а з силосів, з-під ваг чи з інших місць перепаду – шляхом перетину струменя залізним ковшем (не менше двох витяжок за відвантаження).

У складах витяжки відбирають щупом. Перед цим поверхню насипу ділять на 2-3 шари і відбирають з кожного шару: при насипу до 0,75 м – з двох шарів (верхнього і нижнього), при насипу понад 0,75 м – з трьох (верхнього, середнього і нижнього). У кожному беруть три витяжки в різних місцях, але у всіх випадках з верхнього, потім середнього і, нарешті, з нижнього.

Витяжки з корму, що знаходиться на вантажних автомобілях, у невеликих насипах на складах відбирають щупом з вкороченою ручкою і широким вкороченим конусом в п'яти різних місцях, відступивши 0,5 м від країв на всю глибину насипу, за схемою конверта. Із зашитих мішків витяжки відбирають мішковим щупом з верхньої і нижньої частин. Вводять його жолобком донизу, потім повертають на 180° і витягують назовні. Після витяжки отвір в мішковині затягують, щоб корми не розсипалися.

Витяжку гранульованого комбікорму відбирають з потоку гранул,

що транспортується в силос, або після просіювальної машини, за рахунок забирання з потоку металевим ковшем місткістю 0,5 кг через кожні дві години. Також витяжка береться із затарених та попередньо розшитих мішків. Їх кількість повинна становити 5% партії, але не менше як з трьох місць.

Відбір витяжок брикетованого комбікорму проводять при виході брикетів з мундштука преса через кожні дві години. Із затареного в мішки брикетованого комбікорму, який знаходиться на складі і підлягає відвантаженню, витяжки відбирають з верхньої частини мішка, при цьому мішки розшивають і після взяття проби знову зашивають.

Загальна вага витяжок, відібраних з партії гранульованого або брикетованого комбікорму, має бути не менше 4 кг.

Відібрані витяжки поміщають у чисту тару, вкладають етикетку, у якій зазначають назву комбікорму, рецепт, вагу партії, а для затареного комбікорму - кількість місць, дату і місце відбору зразка, назву підприємства, номер супровідного документу. Етикетка повинна бути підписана особою, що її склала.

Середній зразок розсипного комбікорму виділяють із вихідного шляхом перехресного поділу. Для цього вихідний зразок висипають на дерев'яний щит з гладенькою поверхнею і розрівнюють у вигляді квадрата двома дерев'яними планками із зрізаними ребрами, а потім одночасно з двох протилежних сторін згортають до середини таким чином, щоб утворився валок.

Після цього комбікорм захоплюють з кінців валка і також згортають до середини. Перемішування повторюють три рази. Відтак вихідний зразок розрівнюють тонким шаром, і планкою ділять по

діагоналі на чотири трикутники. Два протилежних вилучають, а два, що залишились, з'єднують до купи, перемішують і знову ділять таким же способом. Ділення проводять доти, поки у двох трикутниках залишиться близько 2 кг, які й приймаються за середній зразок (пробу).

У лабораторії середній зразок реєструють і нумерують. Присвоєний номер проставляють на всіх документах, що мають відношення до даного зразка.

Із середнього зразка відбирають наважки для визначення початкової вологості, кислотності, феромагнітної домішки, зараженості комірними шкідниками, ступеня помелу, нерозмелених плодів, насіння культурних рослин і бур'янів.

Частину зразка, що залишилась, подрібнюють лабораторним млинком до одержання порошкоподібної маси, яка проходить крізь сито з круглими отворами діаметром 1 мм, і потім використовують для аналізів на визначення вологості, сирі клітковини, протеїну, сирого жиру, сирі золи, куконної солі, піску, спор сажкових грибів і ріжків. Вказаного подрібнення комбікорму домагаються таким чином. Після першого помелу одержану масу просівають крізь сито з круглими отворами діаметром 1 мм, залишок знову розмелюють і потім знову просівають.

Повторюють це доти, поки вся маса не буде подрібнена до вказаного ступеня помелу або до того моменту, коли залишок на ситі у вигляді часток зернових плівок становитиме не більше 3-4% кількості продукту, який було взято для подрібнення, його додають до відсіяної частини і ретельно з нею перемішують.

При визначенні вологості комбікорму, ступеня помелу, домішок піску, загальної кислотності, вмісту сирі клітковини, сирого протеїну,

білка, сирого жиру, сирії золи та кухонної солі аналізи повинні бути парними. Результатом є середнє арифметичне з двох паралельних визначень.

Для визначення запаху комбікорму беруть наважку не менш 20 г і висипають на чистий папір. При необхідності посилення запаху вміщують у фарфорову чашку, прикривають склом, ставлять на попередньо нагріту водяну баню (або в посудину з водою) і прогрівують протягом 5 хвилин, після чого визначають запах випробуваного продукту.

Вологість комбікорму визначають шляхом висушування в малогабаритній електросушильній шафі при температурі 130°. У попередньо висушені бюкси набирають дві наважки продукту, близько 5 г кожна, зважені з точністю до 0,01 г.

Комбікорм розсипають тонким шаром по дну бюкса. Відкриті бюкси і кришки до них вміщують в електросушильну шафу, попередньо підігріту до температури $130 \pm 2^\circ$.

Висушування триває протягом 40 хвилин, починаючи з моменту фіксації температури, потім банки швидко накривають кришками і охолоджують в ексікаторі протягом 20-30 хвилин до кімнатної температури. Ексікатор повинен бути заправлений концентрованою сірчаною кислотою або прогрітим хлористим кальцієм.

Після висушування і охолодження в ексікаторі бюкси з наважкою знову зважують, за різницею ваги до і після висушування визначають вміст вологи.

2.2 Аналіз технологічного процесу, що лежить в основі проектованої системи керування

При приготуванні комбікормів застосовують як вагове, так і об'ємне дозування компонентів. Тип дозатора вибирають залежно від технологічної схеми цеху, виду корму, необхідної точності дозування і вартості обладнання [10–15].

Найточнішим дозуванням є вагове. Для цього застосовують платформні, бункерні та тарілчасті ваги. Промисловість випускає серійні автоматичні однокомпонентні і багатокомпонентні автоматичні вагові дозатори вантажопідйомністю 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 2500, 3000 кг і до них змішувачі неперервної і періодичної дії.

Технологічний процес приготування комбікормів полягає в зважуванні на автоматичних дозаторах компонентів згідно рецепту та наступному змішуванню їх в порційному змішувачі. Оскільки гранульована сировина, шроти і мінеральна сировина займають лише 25% від використовуваних у комбікормах продуктів, для їх зважування достатньо ваги місткістю до 200 кг. Тому процес дозування найдоцільніше проводити з використанням двох багатокомпонентних автоматичних ваг. Одна призначена для зважування збагачувальних добавок (вантажопідйомністю близько 200 кг), а інша призначена для зважування зернової і мучнистої сировини (вантажопідйомністю близько 3000 кг).

Подача компонентів в дозатори здійснюється за допомогою конвеєрних і роторних живильників. Вибір компоненту здійснюється шляхом відкривання відповідної електропневматичної засувки.

При наближенні маси до заданої спрацьовує давач грубого

зважування і через систему автоматизації дозатора вмикається електромагнітний вентиль для подачі стисненого повітря в пневматичний привід. Відбувається спрацювання приводу, і частково перекривається отвір між тарілкою живильника і засувкою. Сипання в ківш зменшується, і розпочинається процес досипування, який дозволяє поступово отримати задану масу.

При досягненні заданої маси спрацьовує давач точної маси і через систему автоматизації закривається засувка живильника.

Після закінчення зважування компонентів згідно заданого рецепту на обох автоматичних дозаторах відкриваються електропневматичні засувки і продукт подається в змішувач, де відбувається змішування компонентів протягом заданого часу.

Сума максимальних меж зважування дозаторів вибирається дещо більшою місткості змішувача, тому що в кожному дозаторі зважують визначені компоненти і їх загальна маса в різних рецептах різна. Дозатори не заповнюються до максимальної межі зважування і загальна маса компонентів не перевищує місткості змішувача.

Для змішування компонентів найдоцільніше використовувати вертикальні змішувачі порційної дії, оскільки в них продуктивність не залежить від об'єму ківша. Після змішування готовий комбікорм направляється на просіюючі машини для контролю крупності і доподрібнення сировини.

Готова продукція за допомогою ланцюгового конвеєра поступає в склад силосного типу [13–16, 18, 21].

Якість кормової суміші залежить від її однорідності. До комбікорму додають багато концентрованих добавок, які вміщують швидкодіючі хімічні препарати. Вони повинні розмішуватися в масі

кормів рівномірно, оскільки тварині може потрапити збільшена доза якого-небудь елемента і призвести до отруєння. Чим краще перемішаний корм, тим більша впевненість, що всі тварини одержать необхідну кількість поживних і стимулюючих елементів.

Для приготування комбікормів застосовують два типи змішувачів - горизонтальні і вертикальні. Горизонтальні змішувачі складаються з відкритого жолоба, в якому встановлено лопатеву мішалку. Недоліком горизонтальних змішувачів є те, що на їх привод затрачається в три рази більша потужність порівняно з вертикальними, вони мають велику вагу, менш зручні для застосування автоматизованих схем, займають велику площу, вартість їх у два рази вища, ніж вертикальних. Горизонтальні змішувачі, як правило, завантажують механічними транспортерами. До незручностей використання горизонтальних змішувачів у автоматизованих схемах відноситься також наявність декількох точок вивантажування готових кормів. Усе це обмежує використання наведених змішувачів у комбікормових заводах і цехах.

Вимоги виробництва комбікормів найкраще задовольняють вертикальні змішувачі з конічним днищем і вертикальним шнеком. При конструюванні цих змішувачів визначилися такі основні тенденції:

1. В усіх вертикальних змішувачах останніх моделей вертикальний шнек працює в металевому кожусі. Це сприяє зниженню споживаної потужності, дозволяє пускати машину під навантаженням, а також сприяє кращому вивантажуванню корму.

2. Продуктивність змішувальної установки не залежить від геометричної місткості змішувача. В змішувачах малої місткості технологічний процес протікає швидше і збільшується кількість порцій, які приготуються за одиницю часу.

В змішувачах великої місткості змішування кормів протікає повільно, але приготуюються великі порції. Тому місткість вертикальних змішувачів для виробництва комбікормів рідко перевищує 3 тони.

3. Для зменшення розшарування компонентів від вібрації приводні станції встановлюють на амортизаторах.

Для надійної роботи вертикальних змішувачів дуже важливо, щоб вони швидко розвантажувалися. Тому для гарантії рівномірного витікання кормів з бункера застосовують ворушилки різної конструкції, які закріплені на валу шнека.

У вертикальних змішувачах найновіших зарубіжних моделей почали застосовувати пневматичні збудники витікання. При цьому в зону можливих заторів подається стиснуте повітря.

Вертикальні змішувачі прості за конструкцією, проте змішування в них відбувається в закритій місткості, що не дозволяє візуально спостерігати, і контролювати процес. Тому заводи-виготівники тривалість змішування комбікормів у вертикальних змішувачах дають у вигляді деякого діапазону часу (від мінімуму до максимуму). Але ці рекомендації навіть для однотипних машин дуже різноманітні. Так, для змішувача комбікормів ВСШ-2 тривалість змішування рекомендується від 7 до 15 хв.

Роботу лінії змішування оцінюють передусім показниками однорідності суміші. До якості комбікормових сумішей, збагачених спеціальними добавками, ставлять підвищені вимоги. Так, відповідно до зоотехнічних вимог ступінь однорідності суміші повинна становити 90-95% при співвідношенні компонентів 1:100.

Якість змішування компонентів у кожному конкретному випадку

випробування змішувачів визначають окремо. Якщо перевіряють змішувач під час кінцевого змішування комбікорму з преміксом, то найчастіше визначають розподіл у суміші марганцю або вітаміну В і на підставі цього роблять висновок про розподіл інших збагачувачів.

Для оцінки однорідності комбікормової суміші необхідно визначати рівномірність розподілу в суміші компонентів (збагачувальних добавок, мікроелементів), введених у найменшій кількості. Для цього на комбікормових підприємствах використовують методи, які передбачають застосування кухонної солі чи іншого хімічного елемента. Вони ґрунтуються на аргентометричному або електролітичному аналізах проб кормової суміші, по-требують багато часу та спеціальних реактивів і обладнання.

Тому тепер все ширше застосовують різні індикатори-контрольні компоненти (спеціально пофарбовані кристали або частки, зерно), які добре змішуються з сумішшю, їх можна легко виділити з проби і підрахувати за допомогою нескладних пристроїв.

Для оцінки рівномірності розподілу добавки можна застосовувати індикатор - частинки флуоресцеїну натрію (ураніну) або родоміну. Для приготування індикатора розчиняють 10% ураніну або родоміну в клейовій масі (40% столярного клею та 50% пептону ферментативного), висушують масу, подрібнюють та розсівають на фракції з розміром часток від 180 до 240 мк (з інтервалом 20 мк).

Одну з фракцій індикатора з розрахунку 20-25 г на тонну комбікормової суміші змішують спочатку з тим компонентом, рівномірність якого визначають, у малому змішувачі (співвідношення 1:500), потім у змішувачі ВШС-2 або А9-ДСГ-3,0 до його рівномірного розподілу у всій добавці.

Через певні проміжки часу із змішувача відбирають 30-40 проб вагою 30-50 г рівномірно по всьому об'єму. З кожної проби відбирають наважки 2-3 г для аналізу. Частки індикатора підраховують, розсипаючи наважку продукту не-великими порціями рівномірно по поверхні води в чашки Петрі.

За кількістю частинок індикатора в пробах визначають середню їх кількість та значення середньокватичного відхилення. Процес змішування можна вважати закінченим, якщо із збільшенням тривалості змішування величина середньокватичного відхилення істотно не змінюється.

Компактність будь-якого комбікормового цеху залежить не тільки від правильного вибору кормоприготувальних машин, але й від засобів внутрішньоцехового транспортування зерна, добавок і готових кормів.

Транспортним механізмам треба приділяти належну увагу, оскільки при неправильному їх виборі і розміщенні кормоприготувальні машини працюють або з недовантаженням і заниженою продуктивністю, або з, перевантаженням, що призводить до виникнення аварійних ситуацій і збільшення числа відказів кормоприготувальної системи.

У комбікормових цехах використовують механічні і пневматичні транспортери. До перших відносять шнекові транспортери з суцільним і пружинним гвинтом, ланцюгово-планчасті, ковшові і стрічкові транспортери.

Шнекові транспортери відносять до найбільш зручних транспортних механізмів. Вони прості за конструкцією, надійні в роботі і дозволяють подавати корм в одну або декілька точок цеху. Для цього необхідно тільки в кожусі транспортера передбачити

вивантажувальні горловини з шиберними засувками.

Шнекові транспортери можна встановлювати у вивантажувальні вікна бункерів, встановлювати на купи зерна, вони можуть подавати зерно з бункерів і зернових ям. Найчастіше їх використовують у комбінації з іншими транспортними механізмами.

Загальний вигляд комбікормового цеху зображено у графічній частині кваліфікаційної роботи на аркуші ДР 014.000.01.00.000 ВО.

Багатоповерхова компоновка дозволяє розміщувати обладнання кожної лінії без додаткового горизонтального транспорту – конвеєрів, шнеків. На першому поверсі склади силосного типу для зберігання сировини та готової продукції.

На другому поверсі передбачено диспетчерське приміщення із якого здійснюється керування системою. Дозатори розміщені на третьому поверсі, над ними на четвертому наддозаторні бункери, а під ними змішувач. Таке розташування забезпечує швидке та економне транспортування продукту.

На п'ятому поверсі розташоване аспіраційне обладнання. На загальному вигляді також зображено допоміжне обладнання для підготовки сировини та контролю готової продукції.

2.3 Аналіз вихідних даних на проектування, базового варіанту виробничої системи

Технологічні процеси приготування комбікормів є найбільш індустріалізованими в сільському виробництві. Системою машин передбачено створення типового устаткування для механізованих

комплексів із закінченим циклом виробництва. Найпростіші структури та алгоритми мають технологічні процеси порційного приготування кормів з ваговим дозуванням.

Приймання та подачу у виробництво сировини забезпечує високопродуктивне обладнання: ланцюгові конвеєри, норії, барабанні скальператори.

Виділення металічних домішок із сировини здійснюється за допомогою магнівних сепараторів безпосередньо в виробничому корпусі комбікормового заводу. Вказане обладнання дозволяє оперативно здійснювати приймання, розміщення у складах і подачу на виробництво всіх видів сировини.

Для розрахунку необхідності обладнання технологічних ліній, приймають слідуючі максимальні вихідні дані про кількість перероблюваної сировини:

- зернова сировина – до 80%;
- мучниста сировина – 40%;
- гранульована сировина і шроти до 20%;
- мінеральна сировина до 5%.

Продуктивність обладнання технологічних ліній визначається за формулою:

$$q = Q \cdot z / 100 \cdot t \cdot k ,$$

де q – продуктивність обладнання лінії, т/год;

Q – продуктивність заводу, т/год;

z – розрахункова кількість перероблюваної сировини, %;

K – коефіцієнт використання обладнання;

t – час роботи обладнання, год/добу;

Для подрібнення зернової сировини використовуються дробарки. Промисловість випускає 3 типи молоткових дробарок: ДДМ, ДДР, ДДП.

Дробарка типу ДДМ продуктивністю 5т/год призначена для подрібнення зерна, півкових і злакових культур, а також шротів, жмиху і гранул;

Молоткова реверсивна дробарка ДДР призначена для подрібнення зерна злаків і продуктів, які поступають у вигляді кусків, шроту і т.д. Продуктивність дробарки 10 т/год.

Для подачі подрібненої сировини в наддозаторні ємності використовують різного типу механічний і пневматичний транспорт: конвеєри, шнекові живильники, норії. Норії з метою економії площі найдоцільніше розміщувати біля стін, або біля колон.

Наддозаторні бункери і одиничні бункери над дробарками можна виконувати прямокутного і круглого перерізу. Останні кращі для витікання продукту, але розміщені в блоці, вони займають великий об'єм приміщення.

Тому бункери круглого перерізу використовують для трудносіпучих компонентів, а для зернової сировини, гранул можна використовувати бункери прямокутного перерізу.

Для очищення сировини від металічних домішок використовують магнітні сепаратори. Очищення сировини від грубих домішок виконують за допомогою барабанних скальператорів.

Оскільки гранульована сировина, шроти і мінеральна сировина займають лише 25% від використовуваних у комбікормах продуктів, для їх зважування достатньо ваги місткістю до 200 кг. Тому процес

дозування найдоцільніше проводити з використанням двох ваг. Одна призначена для зважування збагачувальних добавок (вантажопідйомністю близько 200 кг), а інша призначена для зважування зернової і мучнистої сировини (вантажопідйомністю близько 300 кг).

Для змішування компонентів найдоцільніше використовувати вертикальні змішувачі порційної дії, оскільки в них продуктивність не залежить від об'єму ківша.

Після змішування готовий комбікорм направляється на просіюючі машини для контролю крупності і доподрібнення сировини.

В якості просіюючих машин в лінії переважно використовують барабанні скальператори. На існуючий барабан машини надівається металічна сітка з розмірами отварів 2,2х2,2 мм або 2,8х2,8 мм, в залежності від рецепту комбікорму.

Для доподрібнення сировини можна використати молоткову дробарку. Після дробарки подрібнений продукт направляється в загальний потік готової продукції.

Після контролю по крупності готова продукція механічним транспортом направляється у склад готової продукції. Контроль якості сировини та готової продукції здійснює лабораторія технологічного і хімічного контролю.

Контроль технологічного процесу на підприємстві поділяється на виробничий і лабораторний. Виробничий контроль здійснюється цеховим персоналом, ведучим технологічний процес.

Лабораторний контроль здійснюється персоналом лабораторії. Встановлене обладнання лабораторії, апаратура, реактиви і посуда повинні повністю забезпечувати виконання всіх аналізів і роботи

комбікормового цеху на різних етапах технологічного процесу.

Багатоповерхова компоновка дозволяє розміщувати обладнання кожної лінії без додаткового горизонтального транспорту: конвеєрів, шнеків. Тому правильність компоновки можна оцінити по числу конвеєрів і шнеків.

Однак в ряді випадків такий транспорт необхідний, наприклад, при забиранні продукту із групи машин (із дробарок) або подачі на групу машин, бункерів.

Використання конвеєрів під бункерами змішувачів дозволяє виключити циклічність і нерівномірність завантаження норій.

При переміщенні сипучих продуктів транспортними механізмами і їх переробці проходить інтенсивне виділення пилоподібних частинок в навколишнє повітряне середовище.

Одним із способів зниження пилевиділення із обладнання, силосів і бункерів є створення в них розрідження за допомогою аспіраційних установок.

Поряд із покращенням санітарно-технічних умов праці у виробничих приміщеннях, аспіраційні установки підвищують технологічну ефективність обладнання, забезпечують вибухобезпечність підприємств, забезпечують більш надійну і довговічну роботу обладнання і електроапаратури.

2.4 Аналіз технологічного об'єкту з точки зору управління

Об'єктом управління розроблюваної системи автоматизованого керування являється лінія дозування та змішування компонентів

комбікормів. А саме два багатокомпонентних дозатори та порційний змішувач [2, 5].

Технологічний процес приготування комбікормів полягає в зважуванні на автоматичних дозаторах компонентів згідно рецепту та наступному змішуванню їх в порційному змішувачі.

Процес дозування проводиться з використанням двох багатокомпонентних автоматичних дозаторів. Один призначений для зважування зернової і мучнистої сировини (вантажопідйомністю близько 3000 кг), а інший призначений для зважування збагачувальних добавок (вантажопідйомністю близько 200 кг).

До першого дозатора під'єднано 12 живильників для подачі компонентів, а до другого – 8 живильників. Отже, рецепт комбікорму може містити 12 компонентів, які зважуватимуться в першому дозаторі та 8 компонентів, які зважуватимуться в другому дозаторі.

Управління лінією [14, 17, 19] зводиться до відкривання чи закривання відповідної засувки в залежності від давачів стану пристроїв та давачів маси.

Система автоматизованого керування отримує слідуючі вхідні сигнали:

- Маса компонентів в бункері дозатора 1 (Код Грея 10 біт).
- Маса компонентів в бункері дозатора 2 (Код Грея 10 біт).
- “Бункер дозатора 1 відкритий/закритий” (1 біт).
- “Бункер дозатора 2 відкритий/закритий” (1 біт).
- “Бункер змішувача відкритий/закритий” (1 біт).
- “Не дозволено вивантаження змішувача” (1 біт).

Управління технологічним обладнанням здійснюється слідуючими керуючими сигналами:

- Відкрити/закрити живильник 1..20 (20 біт).
- Відкрити/закрити бункер дозатора 1 (1 біт).
- Відкрити/закрити бункер дозатора 2 (1 біт).
- Відкрити/закрити бункер змішувача (1 біт).

Після запуску рецепту на виконання і при умові " Бункери дозаторів 1 і 2 закриті", система виконує зважування компоненту із першої групи дозаторів з найбільшою питомою вагою в рецепті. Одночасно виконується зважування компоненту із другої групи. Для забезпечення точності дозування маса цих компонентів повинна бути вища найменшої границі зважування для даного типу дозаторів.

Система визначає слідуючі компоненти по зменшенню їх питомої маси в складі рецепту окремо для першої і другої груп живильників і виконує їх зважування до набору всього рецепту. Якщо видається сигнал керування відкриванням засувки живильника, а маса продукту в бункері дозатора не збільшується, фіксується аварія дозатора.

Вивантаження ваг проводиться одночасно при умові "Бункер змішувача закритий". Критерієм вивантаження є зчитування маси, меншої ціни двох молодших розрядів для даного типу дозаторів. В іншому випадку фіксується аварія.

Вивантаження змішувача проводиться по закінченню заданого часу змішування при відсутності сигналу "Не дозволено вивантаження змішувача".

По закінченню вивантаження система очікує запуску на виконання нового рецепту. Після змішування готовий комбікорм направляється на просіюючі машини для контролю крупності і доподрібнення сировини. Готова продукція за допомогою ланцюгового конвеєра поступає в склад силосного типу.

Згідно з проведеним аналізом об'єкту керування постає задача розробки системи, що включатиме в себе зчитування інформації з датчиків стану пристроїв та датчиків маси і видачу потрібних керуючих сигналів на електропневматичні виконавчі механізми засувки.

Для обробки 24 розрядної інформації від датчиків та видачі керуючих сигналів на 23 виконавчі механізми застосовується мікропроцесорний комплект КР580ВМ80 (МП).

Мікроконтролер з інтерфейсними схемами спряження з об'єктами керування і датчиками керує технологічним процесом згідно заданого рецепту, який зберігається в пам'яті з резервним живленням. Там же накопичується інформація про витрачені компоненти.

Ввід рецепту та налагодження мікроконтролера здійснюється за допомогою клавіатури, яка містить 24 клавіші та чотирирозрядного семисегментного індикатора.

2.5. Вибір, розрахунок та опис функціональної схеми головного мікропроцесорного комплексу системи керування

У нашій країні на заводі «Позитрон» серійно випускались процесори типу КР580ВМ80А й інші, що використовуються при автоматизації технологічних процесів і наукових досліджень у різноманітних галузях народного господарства, у тому числі в електронній промисловості [19, 20].

Структурна схема мікропроцесорної системи керування на основі МП КР580ВМ80А представлена на рис. 2.1.

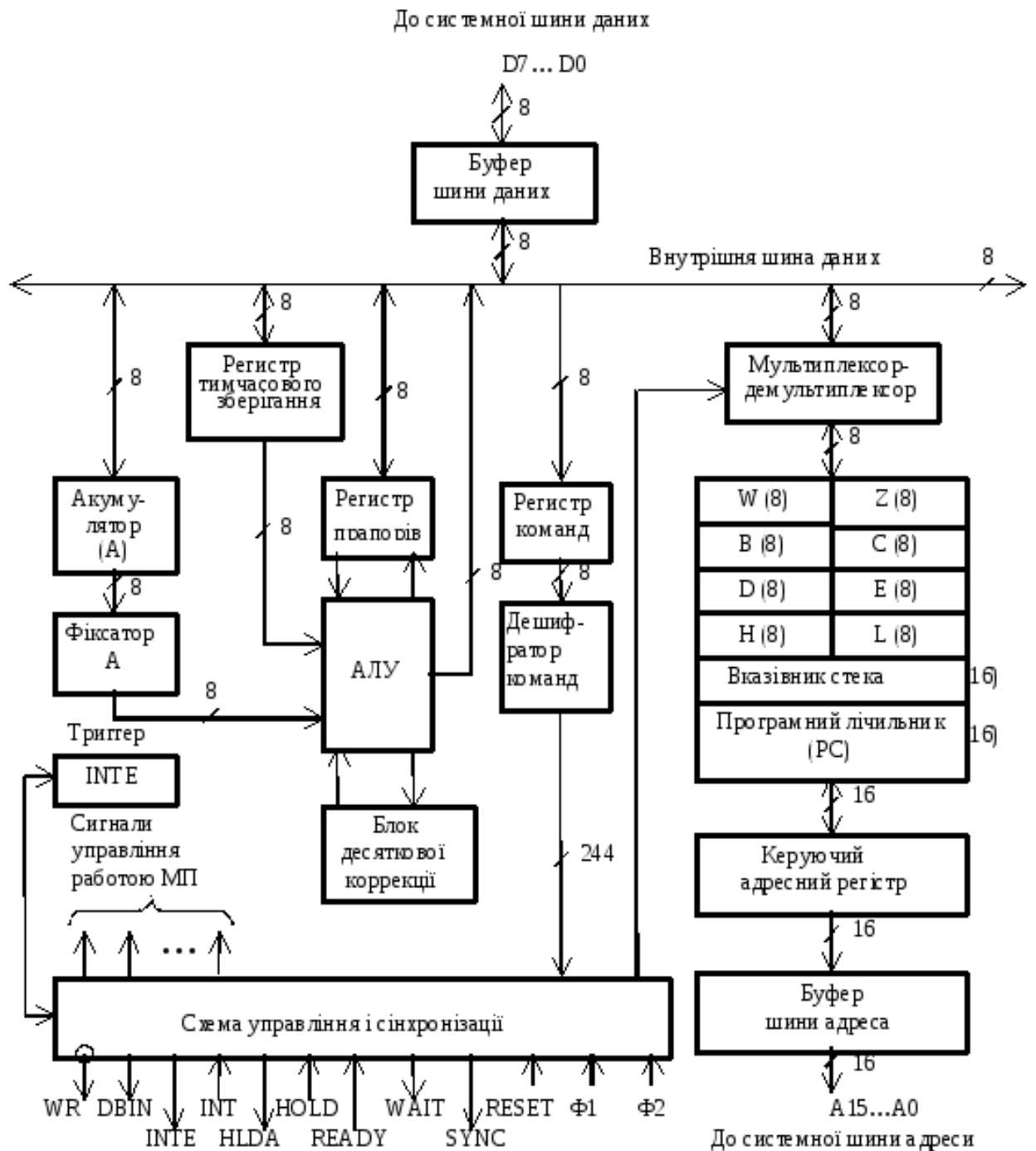


Рисунок 2.1 - Структурна схема МП-системи на основі МП типу KP580BM80A.

Мікропроцесор, тактовий генератор і системний інтерфейс утворюють процесорний модуль, до якого за допомогою системної магістралі підключають ЗУ, інтерфейси вводу-виводу й пристрої зв'язку з об'єктом, виконані у виді модулів.

Системна магістраль із трьома розділеними шинами — 16-розрядною шиною адреси (ША), двунправленою 8-розрядною шиною даних (ШД) і шиною керування (ШУ)-відповідає системному інтерфейсу И-41.

Конструктивне виконання модулів може бути самим різноманітним, наприклад будь-який модуль системи може бути виконаний на окремій платі. Більш раціональним є розміщення моделей на одній платі. Кожен зовнішній пристрій (модуль) має вхід для прийому сигналу ВМ (вибір модуля).

Наявність сигналу ВМ — необхідна умова для обміну інформацією між зовнішнім пристроєм та процесорним модулем. За цим сигналом в кожен момент часу здійснюється обмін лише з одним зовнішнім пристроєм. Виходи інших в цей час відключені від ШД. Кожна комірка пам'яті ЗУ і кожен ПВВ мають свої адреси. При обміні інформацією МП виставляє на ША двійковий код адреси певного ПВВ або комірки пам'яті. Всього за допомогою шини адреси можна адресувати до 64К байт пам'яті та 256 ПВВ.

ЗУ включає кілька ВІС ПЗП (зберігання програм початкового вводу і констант) та ВІС ОЗП (зберігання оперативних даних). Сигнали ВМ (або ВК — вибір кристалу) формуються за допомогою спеціального дешифратора, входи якого підключені до старших розрядів ША. Інші лінії зв'язку ША підключені до відповідних адресних входів всіх ВІС ЗУ, інформаційні входи і виходи яких підключено до ШД.

Запис інформації в ОЗП відбувається по сигналу запису ЗПЗУ (поступає по шині ШУ), а зчитування — по сигналу ЧТЗУ. При цьому повинен бути наявний сигнал ВМ.

Аналогічно відбувається обмін з ПВВ. Але оскільки остання

підключаються до ШД через інтерфейси вводу-виводу, які являють собою порти, то вибір необхідного ПВВ полягає в виборі його інтерфейсу(паралельного або послідовного).

2.6. Розробка принципової електричної схеми мікропроцесорної системи керування

2.6.1 Обґрунтування вибору мікропроцесора

В якості керуючого елемента вибираємо мікропроцесор K580BM80. В мікропроцесорі можна виділити сукупність функціонально зв'язаних регістрів, арифметично-логічний пристрій (АЛУ) і схеми керування. Арифметично-логічні операції можуть виконуватись над вмістом регістрів та ячеек пам'яті.

Мікропроцесор містить шість 8- розрядних регістрів загального призначення В, С, D, E, H, L. Вони можуть використовуватися окремо чи попарно як 16-розрядні (В і С, D і E, H і L). Окремо необхідно виділити спеціальний регістр, який називається акумулятор А. Він призначений для прийому та зберігання результату, отриманого при виконанні арифметично-логічних операцій.

Для індикації результату операції використовується регістр флагів F, який створений п'ятьма тригерами: знака S, переноса C, допоміжного переноса AC, парності P, нуля Z.

Варто зазначити, що розряди регістра флагів встановлюються тільки в результаті виконання арифметичних та логічних операцій і не змінюється при виконанні команд пересилки та вводу-виводу. Для

роботи з пам'яттю стекового типу, яка функціонує по принципу “перший ввійшов – останній вийшов”, передбачено спеціальний 16-розрядний регістр вказівник стеку SP. Це дозволяє організувати стек в будь-якій частині ОЗУ, шляхом завантаження в SP початкової адреси. При записі інформації в стекову пам'ять вміст SP зменшується.

Для прийому і зберігання поточної адреси команди використовується 16-розрядний адресний лічильник PC. По ходу виконання мікропроцесором програми вміст PC автоматично збільшується на 1.

Команди умовних та безумовних переходів та викликів підпрограм фактично забезпечують завантаження адреси точки переходу або початку викликаємої підпрограми в адресний лічильник.

В мікропроцесорі передбачено передбачена можливість програмного керування тригером дозволу переривань. По команді EI тригер встановлюється в положення дозволу обробки сигналів переривання, по команді DI – в положення заборони зовнішніх сигналів переривання.

Розміщення ніжок мікропроцесора показано на рис. 3.2. Конструктивно він розміщується в 40-виводному пласмасовому корпусі. Всі виводи мікропроцесора можна розділити на три групи або шини: адреса, дані і керування.

Адресна шина. Сукупність 16 виходів A15-A0 складає адресну шину. Синхронізація роботи мікропроцесора здійснюється подачою двох синхронізуючих послідовностей $\phi 1$ $\phi 2$ від зовнішнього генератора тактових імпульсів. Час виконання однієї команди займає від одного до трьох машинних циклів, кожен з яких складається з декількох машинних тактів (від 3 до 5).

Тривалість машинного такта рівна періоду проходження синхронізуючих імпульсів $\phi 1$ і $\phi 2$. Необхідно відмітити, що інформація про поточну адресу команди, яка виконується, виставляється на адресну шину попередньому фронту сигналу $\phi 2$ першого машинного такту $T1$ і залишається до приходу першого імпульсу $\phi 2$ в такті $T3$. В інші моменти часу на адресній шині встановлюється невизначена інформація (третій стан). Всі входні і вихідні сигнали мікропроцесора сумісні за рівнями з ТТЛ – інтегральними мікросхемами.

Для зменшення потужності, яка розсіюється кристалом мікропроцесора, його входні струми обмежені так, що до одного вихідного контакту можна підключити не більше одного входу ТТЛ – інтегральної мікросхеми.

Для збільшення навантажувальної здатності адресної шини мікропроцесора застосовують спеціальні буферні регістри чи формувачі (наприклад: КР580ІР82, К589ІР12 і ін.).

Шина даних. Вона містить 8 розрядів D7-D0 і на відміну від адресної шини є двонаправленою. В залежності від типу виконуваних операцій інформація може зчитуватися з шини даних в процесор чи поступати з процесора для подачі на входи запам'ятовуючих пристроїв і пристроїв вводу-виводу.

Крім того, на шині даних в момент прихода імпульсу фази $\phi 1$ в такті $T2$ присутня інформація про поточний стан процесора і про ті дії, які він буде виконувати в наступні машинні такти.

Зафіксувавши цю інформацію в регістрі і розшифрувавши її з допомогою логічних схем, можна згенерувати сигнали запису-зчитування в пам'ять і пристрою вводу-вивода. Ці функції, а також буферизація шини даних покладені на системний контролер

KP580BK28.

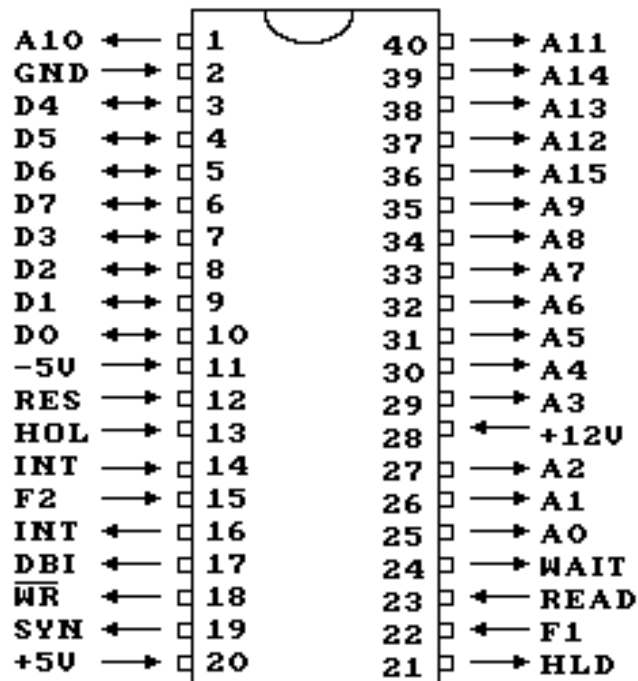


Рисунок 2.2. Призначення ніжок мікропроцесора K580BM80.

Шина керування. Всі решта ніжок мікропроцесора можуть бути віднесені до шини керування. Їх призначення:

RESET – сигнал скидання процесора у вихідний стан (по цьому сигналу адресний лічильник встановлюється в ноль; після сигналу RESET мікропроцесор першою виконує команду зчитування ячейки пам'яті за нульовою адресою);

HOLD – сигнал запиту шини (поступання запиту сигналу свідчить про перевід його адресної шини і шини даних в третій стан; робота процесора призупиняється);

INT – сигнал запиту на переривання (наявність вхідного сигналу свідчить про запит обслуговування пристрою, який видав сигнал; якщо процесор знаходиться в стані HOLD чи тригер дозволу переривання скинутий командою DI, то запит на переривання ігнорується);

INTE – сигнал дозволу переривання (наявність вихідної напруги високого логічного рівня свідчить про дозвіл переривання; коли переривання прийнято, тригер дозволу переривання автоматично скидається, забороняючи подальше переривання; він також скидається по сигналу RESET);

DBIN – сигнал вводу шини даних (наявність цього сигналу свідчить про прийом мікропроцесором байту інформації з шини даних);

WR – сигнал запису (свідчить про видачу мікропроцесором байта даних на шину даних);

SYNK – сигнал синхронізації (вказує на початок кожного машинного циклу);

$\phi 1$, $\phi 2$ – сигнали синхронізації від генератора тактових імпульсів 12В;

READY – сигнал готовності (повідомляє мікропроцесору, що потрібні дані з пам'яті або пристроїв вводу-виводу знаходяться на шині даних; використовується для синхронізації мікропроцесора з повільнішими пристроями; якщо при посланні адреси процесор не отримує на вході сигнал *READY*, то він переводиться в режим очікування на весь час, поки *READY*=0);

WAIT – сигнал очікування (підтверджує, що процесор знаходиться в стані очікування).

2.6.2 Вибір елементів ОЗП та ПЗП, розрахунок необхідного об'єму пам'яті

Постійний запам'ятовуючий пристрій. Особливість мікросхем РПЗП — їх здатність до багаторазового (до 10тис.) перепрограмування споживачем.

Всі РПЗП поділяються на дві групи: з записом та стиранням електричними сигналами (група ЕС) або з записом електричними сигналами та стиранням ультрафіолетовим випромінюванням (група УФ). Використовується для зберігання програм самозавантаження, найчастіше використовуваних команд, кодування інформації та перетворення кодів.

Таблиця 2.1. Технічні характеристики ВІС РПЗУ з УФ стиранням К573РФ7.

Назва параметру	Значення
Інформаційна ємність, кБіт	128
Організація, слів x розряд	16384*8
Споживний струм, мА звертання / зберігання	100 / 40
Напруга живлення U_{cc} , В (вивід № 28)	$5 \pm 5\%$
Напруга програмування U_p , В	$(12,5 \pm 0,5)$
Час зберігання інформації в режимі: зчитування, тис.год/ зберігання, років	15 / 5
Число циклів перезапису інформації	25
Тип корпусу	2121.28-6

Серійно випускаються ВІС РПЗУ з УФ стиранням К573РФ5, -РФ6, -РФ7 (див. табл.2.1.) – це прилади статичного типу з двовходовою архітектурою керування, які забезпечують максимальну гнучкість і оптимальну сумісність смодулей пам'яті на їх основі з сучасними високоякісними процесорними системами. Стирання інформації проводиться потоком ультрафіолетового випромінювання через спеціальний отвір. Режими роботи РПЗУ представлено таблицею істинності (табл. 2.2.).

Таблиця 2.2 -Таблиця істинності мікросхеми К573РФ7

CS	OE	PR	A0- A13	UPR	D0-D7	РЕЖИМ РОБОТИ
H	X	X	X	Ucc	Roff	Збереження
L	L	H	A	Ucc	Вихідні дані в прямому кодi	Лiчення
L	H	H	A	Ucc	Roff	Вимикання виходiв
L	H	L	A	21,5	Вихідні дані в прямому кодi	Програмування
L	H	H	A	21,5	Roff	Заборона програмування
H	H	L	A	21,5	Roff	Заборона програмування

В режимах програмування і зчитування ВІС РПЗУ серії К573 сумісні за адресними і управляючими входами з ТТЛ-мікросхемами. Виходи пристрою при цьому використовуються в якості інформаційних входів.

Програмування виконується з застосуванням послідовного чи довільного перебору адреси. Подача на керуючий вхід напруги високого рівня забезпечує режим заборони програмування і дозволяє записувати інформацію в РПЗУ безпосередньо в блоці пам'яті.

Оперативний запам'ятовуючий пристрій (ОЗП). Запис, зчитування та зберігання даних в процесі їх оброблення застосовують ОЗП з довільною вибіркою (ЗПДВ). Такі ОЗП мають 2^n комірок пам'яті, і вибірка даних з них здійснюється за допомогою адресних сигналів $A=(A_{n-1}, \dots, A_0)$. ЗПДВ бувають статичними та динамічними.

У статичних ЗПДВ зберігання даних відбувається за допомогою тригерів. У динамічних ЗПДВ зберігання даних відбувається за допомогою конденсаторів ємністю 0,5 пФ.

Таблиця 2.3 - Технічні характеристики ВІС ОЗУ К537РУ16.

Назва параметру	Значення
Інформаційна ємність, кБіт	64
Організація, слів x розряд	8192*8
Споживний струм, мА	10
Напруга живлення U_{cc} , В (вивід № 28)	$5 \pm 5\%$
Напруга програмування U_p , В	$5 \pm 5\%$
Час вибірки адреси, нс	220
Технологія виготовлення	КМОП
Тип корпусу	405.24-2

Час зберження даних у тригерах необмежений, а тривалість збереження даних у конденсаторах залежить від їх розряджання через опори шунтування. Типовий час зберігання інформації в ЗПДВ не

перевищує 2 мс, тому потрібно здійснювати регенерацію заряду на конденсаторах з частотою 0.5...1 кГц.

ОЗУ розробленої мікропроцесорної системи базується на ВІС К537РУ16, технічні характеристики якої наведені в табл.2.3.

Дана ВІС подібно до РПЗП К573РФ7 має вхід вибору кристалу CS, та входи дозволу запису EWR і дозволу зчитування ERD, принцип роботи яких також аналогічний і представлений в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Таблиця істинності мікросхеми К537РУ16

CS	OE	WR/PD	A0- A10	DO-D7	РЕЖИМ РОБОТИ
H	X	X	X	Roff	Зберігання
L	X	L	A	L	Запис 0
L	X	L	A	H	Запис 1
L	L	H	A	Дані в прямому коді	Лічення
L	H	H	A	Roff	Заборона виходу

2.6.3 Вибір елементів для організації системної шини, їх призначення та характеристики

Системний контролер КР580ВК28 – призначений для формування управляючих сигналів а також для буферизації шини даних в системах на базі МП КР580ВМ80А.

Призначення виходів системного контролера подано в табл.2.5, а схема підключення системного контролера до мікропроцесора приведено на рис.2.2.

Мікропроцесорний контролер має двонаправлену буферну схему даних, регістра стану, і дешифратора керуючих сигналів. Контролер формує еक्रуючі сигнали по сигналах стану мікропроцесора при звертанні до пам'яті: $\overline{RD}$ і $\overline{WR}$, при звертанні до ЗП: $\overline{RDIO}$ і $\overline{WRIO}$, а також прийом і передачу 8-розрядної інформації між каналом даних мікропроцесора по виводах $D7 \div D0$ і системним каналом по виводах $DB7 \div DB0$.

Таблиця 2.5 - Призначення ніжок мікросхеми KP580BK28.

№ вив.	Позначення	Тип	Функціональне призначення
1	$\overline{STB}$	Вхід	Стробуючий сигнал стану
2	$\overline{HLDA}$	Вхід	Підтвердження захоплення
3	$\overline{TR}$	Вхід	Видача інформації
4	$\overline{RC}$	Вхід	Прийом інформації
5, 7, 9, 11, 13, 16, 18, 20	$\overline{DB0} \div \overline{DB7}$	Вхід/ Вихід	Канал даних системи
6, 8, 10, 12, 15, 17, 19, 21	$\overline{D0} \div \overline{D7}$	Вхід/ Вихід	Канал дани мікропроцесора
14	$\overline{GND}$	-	Спільний
22	$\overline{BUSEN}$	Вхід	Управління передачею даних видачею сигналів
23	$\overline{INTA}$	Вихід	Підтвердження запит переривання
24	$\overline{RD}$	Вихід	Читання з пам'яті
25	$\overline{RDIO}$	Вихід	Читання з зовнішніх пристроїв (ЗП)
26	$\overline{WR}$	Вихід	Запис в пам'ять
27	$\overline{WRIO}$	Вихід	Запис в зовнішні пристрої
28	$\overline{Ucc}$	Вхід	Напруга живлення +5В

Регістр стану за допомогою сигналу $\overline{STB}$ запам'ятовує інформацію стану мікропроцесора в тактах T1 всіх машинних циклів мікропроцесора. Асинхронні сигнали $\overline{BUSEN}$ керують поддачею сигналів з буферної схеми та керуючих сигналів з дешифратора: якщо напруга $\overline{BUSEN}$ на вході має низький рівень, буферна схема передає дані і формується один з керуючих сигналів; якщо напруга має низький рівень всі виходи мікропроцесора переводяться в високоомний стан.

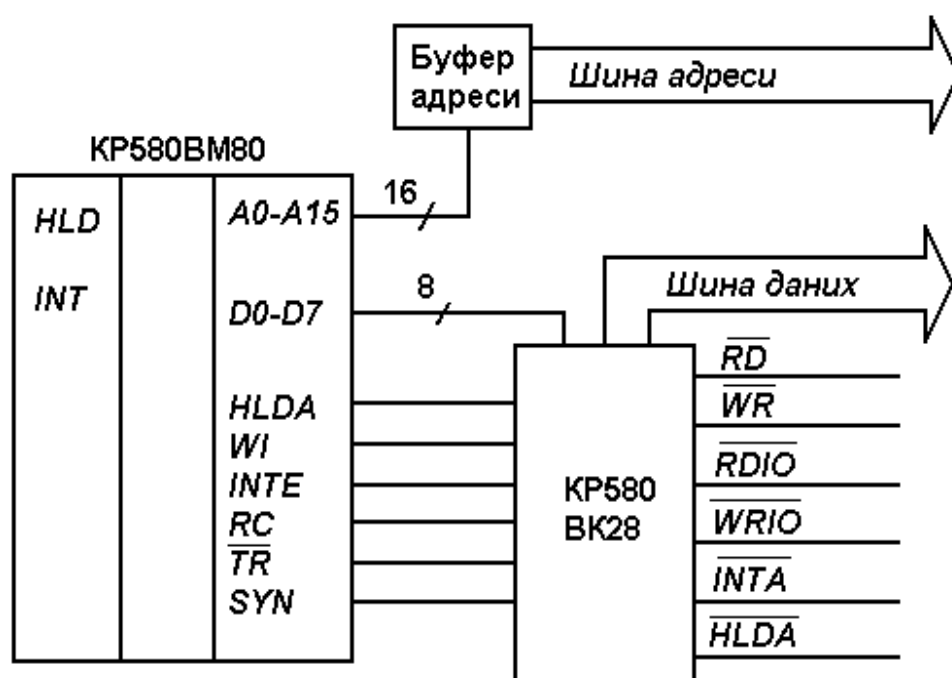


Рисунок 2.3. Схема підключення системного контролера KP580BK28 до мікропроцесора KP580BM80.

Шинні формувачі (ШФ) забезпечують розв'язку входів і виходів пристроїв, що працюють на двонаправлену магістраль, і підвищують навантажувальну спроможність магістралі.

Даний ШФ застосовується в основному для буферизації ША МПСУ, а також для Підключення пристроїв вводу-виводу до системної магістралі.

Буферизація ШД МПСУ не проводиться, якщо застосовується системний контролер — мікросхема KP580BM28.

Шинний формувач включає у свій склад дві групи ключів (К) і керуючу логіку, причому кожний ключ має два входи - керуючий і інформаційний - і один вихід.

На керуючі входи першої групи ключів подається сигнал У1, на керуючі входи другої групи ключ-сигнал У2. Якщо сигнал на

керуючому вході якогось ключа має рівень логічного “0”, то ключ закритий, тобто знаходиться в пасивному стані з високим вихідним опором.

Якщо на керуючий вхід ключа подається рівень логічної “1”, то сигнали на інформаційному вході і виході ключа мають однакові логічні рівні (активний стан ключа).

У шинному формувачі передбачені три групи А, В, С інформаційних входів і виходів, причому кожна група входів і виходів сполучена з чотирма лініями зв'язку, що утворюють чотирирозрядну шину. Сигнали на керуючих входах ВШ і ВМ шинного формувача управляють вибором шини (напрямком передачі даних) і мікросхеми відповідно.

Якщо на вхід ВМ подається рівень логічної “1” ($Y1=0$, $Y2=0$), то усі ключі закриті й всі входи і виходи ШФ розв'язані між собою. Якщо значення сигналів на входах ВМ і ВШ рівні “0” ($Y1=1$, $Y2=0$), то група входів А пов'язана з групою виходів В, тобто здійснюється передача даних у напрямку від А до В, причому виходи групи С знаходяться в стані з високим вихідним опором.

Якщо значення сигналу на вході ВМ дорівнює 0, а на вході ВШ-1 ($Y1=0$, $Y2=1$), то група входів В пов'язана з групою виходів С, тобто здійснюється передача даних у напрямку від В до С, причому виходи ключів, на входи яких подається сигнал $Y1$, знаходяться в стані з високим вихідним опором.

Таким чином, дані на ШФ можуть надходити по чотирирозрядних шинах А або В, а випадатися по чотирирозрядних шинах В або С відповідно. Вибір напрямку передачі даних здійснюється за допомогою сигналу, що подається на вхід ВШ.

Контролер прямого доступу до пам'яті KP580BT57 - мікросхема, призначена для високошвидкісного обміну даними між системною пам'яттю і периферійними пристроями шляхом створення масиву послідовних адрес пам'яті за запитом периферійного пристрою. Контролер двосторонньо передає дані між пам'яттю та периферійними пристроями.

Масив адрес для обміну даними визначається початковою адресою, тобто першою адресою, з якої починається обмін, і кількістю циклів доступу до пам'яті. Після того, як системна шина забезпечується процесором, мікросхема обмінюється масивами даних між пам'яттю та периферійними пристроями без втручання процесора.

Кожен із чотирьох каналів мікросхеми дозволяє адресувати до 16 Кбайт зовнішньої пам'яті (шляхом збільшення вибраної адреси) до однієї з 64 Кбайт початкових адрес. Виходи контролера ПДП наведені в таблиці 2.6.

Таймер реалізований на ВІС KP580BI53. Він містить три незалежних 16-розрядних канали формування сигналу із загальною схемою управління. Кожен канал може працювати в шести режимах. Режими каналу програмуються індивідуально в будь-якому порядку шляхом введення керуючого слова в регістр режиму каналу та байта, запрограмованого в лічильник.

Таблиця 2.6 - Призначення виходів мікросхеми KP580BT57.

№ вив.	Позначення	Тип	Функціональне призначення
1	$\overline{RDIO}$	Вхід /Вихід	Читання вводу/виводу

№ вив.	Позначення	Тип	Функціональне призначення
2	$\overline{WRIO}$	Вхід/ Вихід	Запис вводу/виводу
3	$\overline{RD}$	Вихід	Читання з пам'яті
4	$\overline{WR}$	Вихід	Запис в пам'ять
5	$M128$	Вихід	Модуль 128
6	RDY	Вхід	Сигнал "Готовність"
7	$HLDA$	Вхід	Сигнал "Підтвердження захоплення"
8	$STBA$	Вихід	Стробуючий сигнал адреси
9	AE	Вихід	Дозвіл адреси
10	HRQ	Вихід	Запит захоплення
11	$\overline{CS}$	Вхід	Вибір мікросхеми
12	C	Вхід	Тактовий сигнал
13	SR	Вхід	Сигнал "Встановлення"
25, 24, 14, 15	$DACK0 \div DACK3$	Вихід	Підтвердження прямого доступу до пам'яті каналів 0÷3
16÷19	$DRQ0 \div DRQ3$	Вхід	Запит прямого доступу до пам'яті каналів 0÷3
20	GND	-	Спільний
21÷23, 26÷30	$D0 \div D7$	Вхід/Вихід	Канал дани мікропроцесора

Продовження таблиці 2.6.

№ вив.	Позначення	Тип	Функціональне
--------	------------	-----	---------------

			призначення
32÷35, 37÷40	<i>A0÷A7</i>	Вхід/Вихід	Канал адреси
36	<i>TC</i>	Вихід	Кінець рахунку
31	<i>Ucc</i>	-	Напруга живлення +5В

Керуюче слово задає режим роботи каналу, тип числа (двійкове або двійково-десятькове) і формат числа (один або два байти). Обмін даними з мікропроцесором здійснюється через 8-розрядну двонаправлену шину даних.

Таймер являє собою програмований лічильник з представленням і можливістю їх програмного зчитування. МС виконана по пМОП - технології, живляться від джерела +5В і споживає струм 140 мА і являє собою 3-ох каналний програмований таймер. Кожний канал побудовано на основі 16-розрядного віднімаючого лічильника, що працює в двійковій чи двійково-десятьковій системі з частотою до 2 МГц. Кожний лічильник може працювати в одному з шести режимів роботи:

- 0 - лічильник зовнішніх кодів;
- 1 - одновібратор;
- 2 - подільник частоти;
- 3 - генератор прямокутних коливань;
- 4 - формувач строба з програмованим запуском;
- 5 - формувач строба з апаратним запуском.

Таймер програмується керуючим словом, що визначає режим роботи із словами передвстановлення, що визначають параметри функції, що виконується.

В табл.2.7. наведено таблицю істинності мікросхеми таймера.

Таблиця 2.7 - Таблиця істинності мікросхеми KP580BI53.

Сигнали на входах					Призначення і вид інформації
WR	RD	A1	A0	CS	
0	1	1	1	0	<i>Шина Даних</i> → <i>Таймер</i> (занесення керуючого слова в канал 0,1 або 2)
1	0	1	1	0	Немає операцій. Канал даних Таймера в високоомному стані
0	1	0	0	0	<i>Канал Даних</i> → <i>Таймер</i> (завантаження лічильника каналу 0)
0	1	0	1	0	<i>Канал Даних</i> → <i>Таймер</i> (завантаження лічильника каналу 1)
0	1	1	0	0	<i>Канал Даних</i> → <i>Таймер</i> (завантаження лічильника каналу 2)
1	0	0	0	0	<i>Таймер</i> ← <i>Канал даних</i> (зчитування показів лічильника каналу 0)
1	0	0	1	0	<i>Таймер</i> ← <i>Канал даних</i> (зчитування показів лічильника каналу 1)
1	0	1	0	0	<i>Таймер</i> ← <i>Канал даних</i> (зчитування показів лічильника каналу 2)
1	1	X	X	0	Немає операцій. Канал даних Таймера в високоомному стані
X	X	X	X	1	Заборона. Канал даних Таймера в високоомному стані

Призначення ніжок мікросхеми наступне:

<i>A0, A1</i>	Адресні входи вибору каналу
<i>D0÷D7</i>	Входи/виходи даних
<i>CS</i>	Вибір мікросхеми (вхід)
<i>RD</i>	Зчитування (вхід)
<i>WR</i>	Запис (вхід)
<i>C0, C1, C2</i>	Сигнали синхронізації 0,1,2 (входи)
<i>CEO, CE1, CE2</i>	Сигналикерування роботою каналів 0,1,2 таймера

2.6.4 Вибір пристроїв вводу/виводу, їх організація та призначення.

Паралельний порт. Паралельний порт вводу-виводу реалізований на ВІС КР580ВВ55А.

Мікросхема КР580ВВ55А використовується для узгодження системної шини мікро-ЕОМ з периферійними пристроями (індикатори, клавіатури, датчики, формувачі і ін.) для прийому та зберігання інформації, що пересилається між мікропроцесором та зовнішніми пристроями. Таким чином ВІС забезпечує можливість побудови сучасних систем цифрової обробки аналогових сигналів.

Обмін даними з мікропроцесором здійснюється через 8-розрядну двонаправлену шину. Для зв'язку з периферійними пристроями використовуються 24 лінії вводу/виводу, згруповані в три 8-розрядних канали А, В, С, де напрямок передачі даних і режим роботи визначаються програмно.

Вибір відповідного каналу та напрямок передачі інформації по

каналу визначаються сигналами A0, A1, RD, WR, CS згідно з таблицею 2.8.

Таблиця 2.8 - Таблиця істинності мікросхеми KP580BB55.

Сигнали на входах					Приз на чення і вид інформації
<i>AI</i>	<i>AO</i>	<i>RD</i>	<i>WR</i>	<i>CS</i>	
<i>Операція вводу (зчитування)</i>					
0	0	0	1	0	BA → Шина даних
0	1	0	1	0	BB → Шина даних
1	0	0	1	0	BC → Шина даних
<i>Операції виводу (запис)</i>					
0	0	1	0	0	Шина даних → BA
0	1	1	0	0	Шина даних → BB
1	0	1	0	0	Шина даних → BC
1	1	1	0	0	Шина даних → регістр управління
<i>Операції блокування</i>					
X	X	X	X	1	Шина даних (третій стан)
1	1	0	1	0	Заборонена комбінація

При подачі сигналу RESET Регістр управління встановлюється в стан, при якому всі канали настроюються на роботу в режимі вводу.

На рис.2.4. показано підключення до МП-системи за допомогою порту K580BB55A клавіатури (поле клавiш 4×4) та дисплею (вісім семимегментних індикаторів). При цьому порт А застосовується для виводу інформації на дисплей, порт С — для вводу інформації з клавіатури, а порт В — для сканування клавіатури і дисплею.

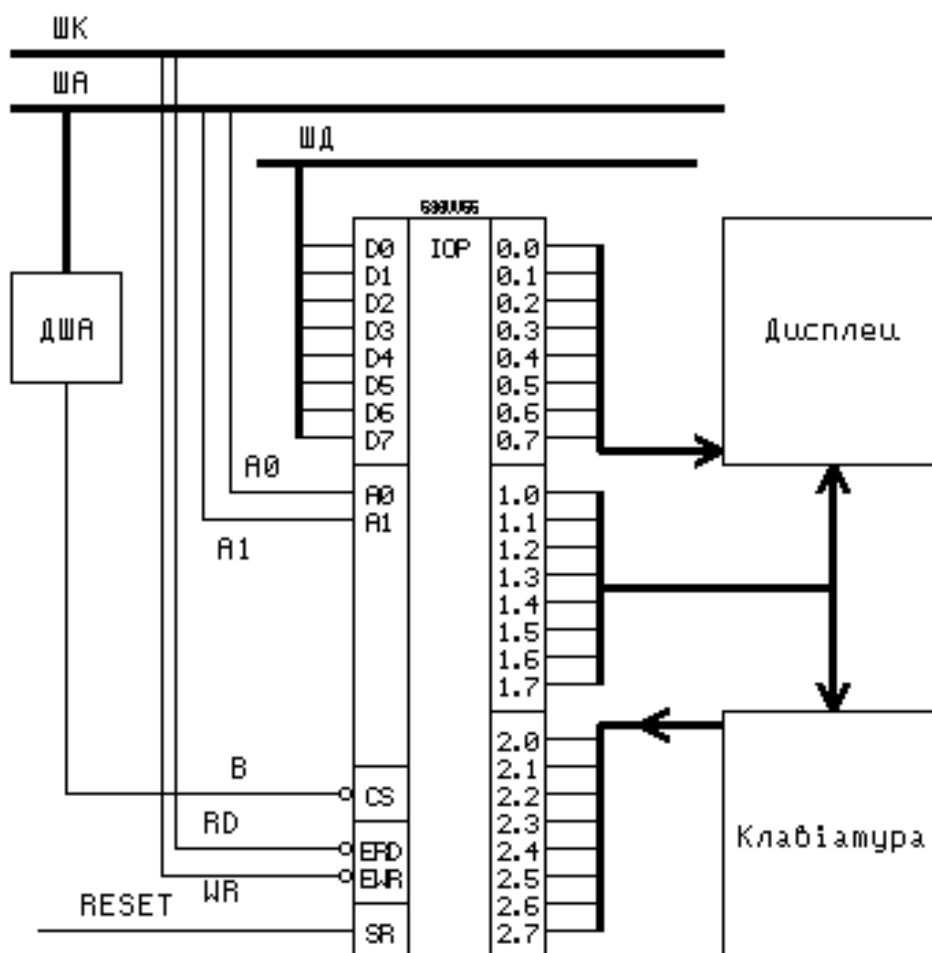


Рисунок 2.4. Схема підключення клавіатури і дисплею через порт вводу/виводу KP580BB55A.

Призначення ніжок мікросхеми:

<i>A0, A1</i>	Адресні входи вибору каналу
<i>D0÷D7</i>	Входи/ виходи даних
<i>CS</i>	Вибір мікросхеми (вхід)
<i>RD</i>	Зчитування (вхід)
<i>WR</i>	Запис (вхід)
<i>BA0÷BA7</i>	Інформаційний канал А (входи/ виходи)
<i>BB0÷BB7</i>	Інформаційний канал В (входи/ виходи)
<i>BC0÷BC 7</i>	Інформаційний канал С (входи/ виходи)

Програмований послідовний інтерфейс KP580BB51.

Мікросхема KP580BB51 є універсальним синхронно-асинхронним прийомопередавачем і використовується для прийому інформації в послідовному коді, перетворення її в паралельний код для вводу в мікропроцесор (МП), а також для прийому байту даних з МП в паралельному коді з перетворенням їх в послідовний код із службовими символами (стартовим, стоповим та контрольними бітами) з метою передачі їх послідовним каналом зв'язку з заданою швидкістю.

Основні технічні характеристики інтерфейсу.

- Тактова частота, МГц	0,8..2,0
- Тривалість тактового імпульсу, мс	220..800
- Максимальна швидкість обміну в режимі, Кбіт	
синхронний / асинхронно-синхронний	56 / 9,6
- Напруга живлення, В	5
- Споживана потужність, мВт	400

Режими роботи інтерфейсу. Програмований послідовний інтерфейс зв'язку (ППІ) може працювати в п'яти режимах:

1. асинхронна передача;
2. асинхронний прийом;
3. синхронна передача;
4. синхронний прийом з внутрішньою синхронізацією;
5. синхронний прийом з зовнішньою синхронізацією.

Довжина символів, що передаються, від 5 до 8 Біт. У випадку

передачі в МП символів довжиною менше 8 Біт, невикористані біти заповнюються нулями. Формат символу включає також службові біти та необов'язковий біт контролю парності (непарності).

Структура ППІ КР580ВВ51. Мікросхема містить три об'єднані восьмирозрядною шиною функціональні частини: *блок керування; блок прийому; блок передачі.*

В блок передачі входять: *регістр зсуву, вихідний формувач, схема керування передачею.*

Блок прийому складається з: *вхідного формувача, двох регістрів зсуву, схеми керування прийомом.*

Основні сигнали блоку керування визначають вид інформації, що обробляється, та напрям передачі (табл.2.9). Призначення виводів мікросхеми, подані в табл.2.10.

Таблиця 2.9 - Основні сигнали блоку керування

C/D	RD	WR	CS	Напрямок передачі та вид операції
0	0	1	0	ППІ→ШД. Зчитування даних
0	1	0	0	ППІ←ШД. Запис даних
1	0	1	0	ППІ→ШД. Зчитування слова стану
1	1	0	0	ППІ←ШД. Запис керуючого слова
X	X	X	1	ШД - Високий імпеданс.

X - будь-яке значення (0 або 1).

Таблиця 2.10. Призначення виходів блоків інтерфейсу КР580ВВ51.

№ вив.	Позначення	Найменування	Призначення	Тип	Стан

N вив.	Позна- чення	Найменування	Призначення	Тип	Стан
Призначення виводів блоку керування					
11	____ CS	Вибір	Звертання до інтерфейсу	Вхід	0

Продовження таблиці 2.10.

10	____WR	Запис	Ввід керуючих кодів та	Вхід	0
13	____RD	Зчитування	Вивід коду стану і даних з ППП	Вхід	0
12	C/D	Вибір регістру (C/D=1) (C/D=0)	Звертання до регістрів а)керування та стану б)буферного регістра	Вхід	0/1
Призначення сигналів керування передачею					
18	TxEMPTY	Стан блоку передачі (кінець передачі)	Сигнал про закінчення видачі коду з вихідного формувача блоку передачі. В синхронному режимі обміну вивід активізується при затримці подачі кодів в регістр зсуву блоку.	Вихід	1
15	TxREADY	Готовність блоку передачі (передавача)	Сигнал готовності блоку передачі до прийому даних з буферного регістра блоку керування	Вихід	1
9	TxC	Синхронізація передачі	Визначає швидкість передачі бітів коду в лінію зв'язку	Вхід	
Призначення виводів блоку прийому					

16	SYNDET	Визначення синхросимволу	Ознака прийому синхросимволу в режимі автопошуку. Початок прийому кодів в режимі зовнішньої ініціалізації	Вихід	1
----	--------	--------------------------	--	-------	---

Продовження таблиці 2.10.

14	Rx READY	Готовність блоку прийому (приймача)	Сигнал готовності блоку прийому до видачі прийнятих кодів на шину даних	Вихід	1
25	RxC	Синхронізація приймача	Визначає швидкість прийому кодів з лінії зв'язку в режимі асинхронного обміну	Вхід	
3	RxD	Вхід приймача	Сигнал подається з лінії зв'язку на вхід ППІ.	Вхід	

Призначення виводів схеми керування модемом

20	CLK	Синхроімпульс	Синхронізація роботи	Вхід	
		и	схеми керування модемом		
21	RESET	Скидання	Початкове встановлення мікросхеми інтерфейсу	Вхід	1
24	_____ DTR	Готовність до прийому	Сигнал готовності схеми керування модемом	Вихід	0
22	_____ DSR	Готовність модему	Сигнал готовності модему до обміну	Вхід	0
23	_____	Готовність до	Сигнал готовності схеми	Вихід	0

	RTS	передачі	керування модемом		
17	_____	Дозвіл	Сигнал дозволу передачі	Вхід	0
	CTS				

Для керування інтерфейсом використовують два формати керуючих слів: керуючі слова режиму (КСР) та керуючі слова команди (КСК).

Керуючі слова режиму визначають *синхронний* або *асинхронний* режими роботи, задаючи формат даних, швидкість обміну, необхідність контролю.

КСР записується в регістр режиму ППІ після встановлення інтерфейсу у вихідне положення (сигналом "RESET") і змінюється тільки при зміні режиму. Керуюче слово команди встановлює режим обміну. ППІ може здійснювати: програмно-керований обмін; обмін в режимі переривання.

При програмно-керованому обміні передбачена можливість програмного зчитування слова стану, що містить інформацію про поточний стан прийомного та передаючого буферів, наявність помилок прийому та передачі. Слово-стану зчитується при C/D=1, WR=1, RD=0, CS=0.

Послідовність програмування при виборі режиму обміну.

MVI A, КСР - завантаження КСР в акумулятор,

OUT ППІ_ПОРТ - запис КСР в ППІ. (ППІ_ПОРТ адреса порту ППІ)

Асинхронний режим роботи ППІ. В цьому режимі приймач синхронізується автоматично стартовим бітом (зчитування чи запис даних здійснюється в момент, що відповідає середині кожного біта).

Послідовність операцій інтерфейсу.

1. Дані, що є послідовним кодом, висуваються з вихідного буфера передавача порозрядно по задньому фронту сигналу TxС з частотою 1/16 чи 1/64 частоти синхронізації TxС. При відсутності даних на виході передавача встановлюється рівень "1", при наявності - "0". Низький рівень вхідного сигналу сприймається приймачем як стартовий біт, а наступні 8 (чи 9, з врахуванням імпульсів контролю парності) - як інформаційні біти.

2. Після передачі байту даних передавач видає стоповий біт (високий рівень, мал.8), який приймається приймачем.

3. Після прийому даних вхідним буфером приймача, на його виході RxREADY встановлюється рівень "1", що означає готовність схеми до видачі слова на ШД (в МП).

Якщо дане слово не буде зчитано мікропроцесором до початку появи наступного слова, воно втрачається (тригер помилки по переповненню D4 "Регістра стану" =1. Скидається тригер керуючим словом КСК). КСК прийому - 00010110.

Синхронний режим роботи ППІ. В синхронному режимі швидкість передачі даних задається частотою імпульсів, що поступають на синхровходи приймача RxС або передавача - TxС.

1. При внутрішній синхронізації мікросхема подає на лінію синхроімпульси, поки не завантажиться її вхідний буфер даними. При цьому сигнал "Запит приймача терміналу" RTS=1. Після завантаження даних в буфер RTS = 0. Подача наступних даних (слова) забороняється сигналом на вході CTS = 1 (готовність приймача терміналу) передавача. В режимі внутрішньої синхронізації вивід SYNDET приймача програмується на ввід.

2. Командою КСК інтерфейс програмується на пошук синхросимволів, після виявлення яких наступну інформацію приймач сприймає як послідовність слів із визначеним форматом. Під час подачі останнього біта синхронізації встановлюється сигнал SYNDET = 1, який в свою чергу скидається командою зчитування слова стану (КСК).

3. При зовнішній синхронізації вивід SYNDET мікросхеми приймача програмується на вхід, а мікросхеми передавача - на вивід. Прийом даних відбувається синхронно з фронтом сигналу SYNDET від передавача [10, 11–14].

Під'єднання мікросхеми KP580BB51 до магістралі МП зображено на рис.2.5

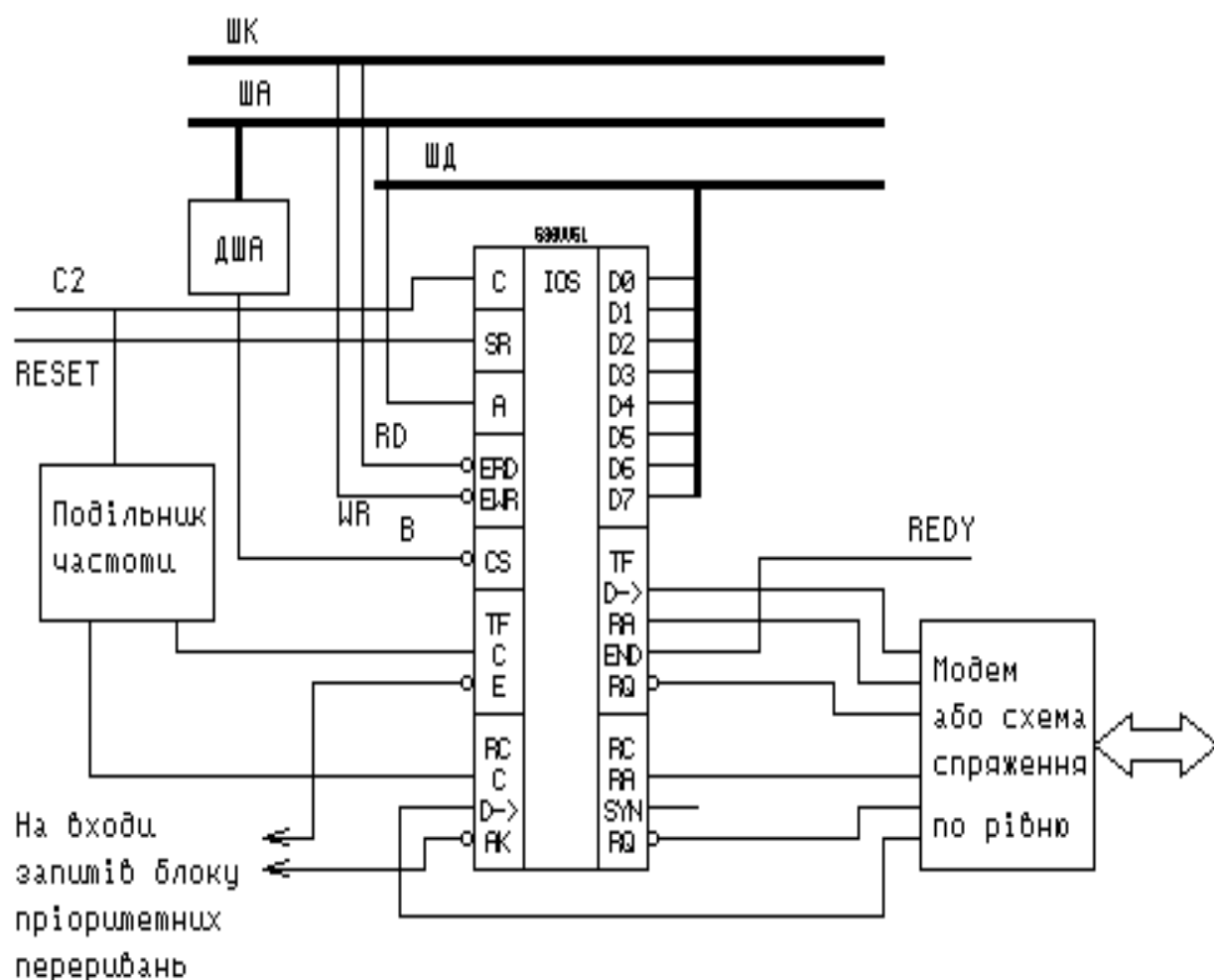


Рисунок 2.5 - Схема під'єднання послідовного інтерфейсу KP580BB51

до магістралі МП.

2.7 Вибір стабілізатора напруги для живлення електричної схеми

Висока точність РЕА забезпечується стабільністю передаточних характеристик всіх ланок апаратури, які в першу чергу залежать від стабільності напруги живлення.

Для фіксації напруги живлення апаратних блоків застосовують стабілізовані блоки живлення з використанням інтегральних стабілізаторів напруги (див. рисунок 2.6).

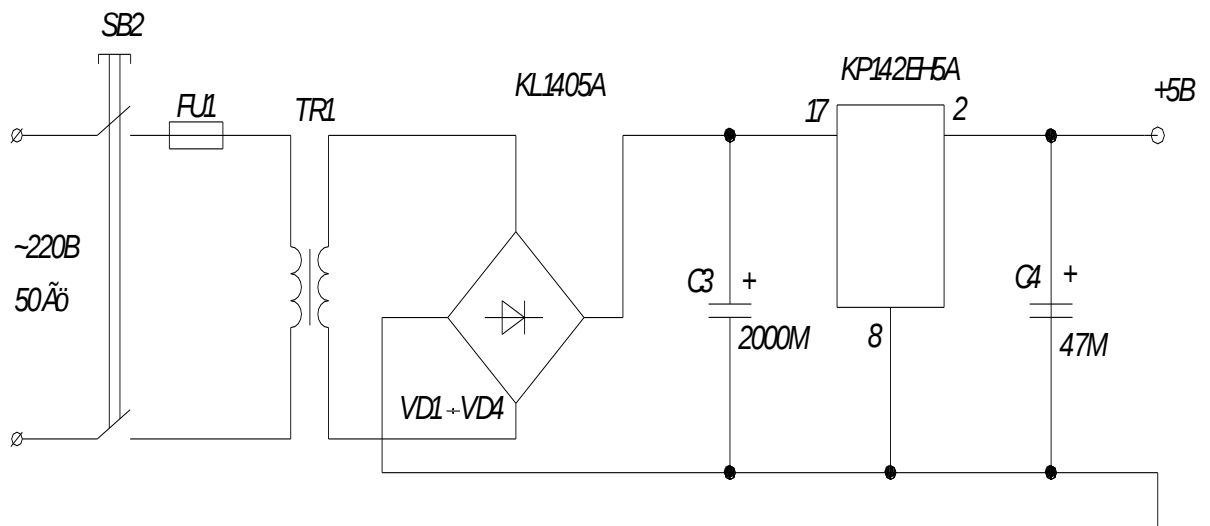


Рисунок 2.6 – Стабілізований блок живлення на основі інтегрального стабілізатора напруги KP142EH5A

Вибираємо розроблений стабілізований блок живлення +5В, основу якого складає інтегральний стабілізатор з фіксованою вихідною напругою. Включення стабілізатора KP142EH5A зрозуміло з рисунка 2.6.

Вхідна напруга подається на вивід 17, а вихідна знімається з виводу 2. В схемі є захист від перевантаження на виході. Інтегральний стабілізатор напруги характеризується коефіцієнтом нестабільності по напрузі і %/В – відношення зміни вихідної напруги $\Delta U_{\text{вих}}$, до зміни вхідної напруги:

$$K_{\text{ни}} = \Delta U_{\text{вих}} 100 / (\Delta U_{\text{вих}} / \Delta U_{\text{вх}}),$$

а також коефіцієнтом нестабільності по струму, % - відношення вихідної напруги до відповідної зміни струму навантаження.

$$K_{\text{ні}} = \Delta U_{\text{вих}} I_{\text{вх}} 100 / (U_{\text{вих}} \Delta I_{\text{вих}}),$$

Таблиця 2.11. – Характеристики інтегрального стабілізатора напруги КР142ЕН5А

$K_{\text{ув}}, \%$	$K_{\text{нI}}, \%$	$U_{\text{вих}}, \text{В}$	$I_{\text{спож}}, \text{мА}$
0,05	3	4,9...5,1	10

В якості випрямляча у блоці живлення використовується діодна збірка КЦ405А. Конденсатори C_3 і C_4 електролітичного типу з ємністю 200 мкФ і 47 мкФ відповідно.

2.8 Розрахунок надійності системи керування

Для розрахунку надійності використовуємо метод розрахунку надійності при несподіваних відмовах.

Розрахунок проводимо згідно [3]. Умовно поділяємо плату на окремі блоки згідно використаних елементів. Позначимо:

m – число елементів блоку;

v – номер елемента в блоці;

M – кількість блоків;

N – номер блоку в системі;

λ_v - інтенсивність відмов v -ого елемента, 1/год;

λ_N - інтенсивність відмови N -ого блоку, 1/год;

$$\lambda_{\text{заг}} = \sum_{N=1}^M \lambda_N \cdot k_N ;$$
$$\lambda_N = \sum_{v=1}^M \lambda \cdot v \cdot k \cdot v , \quad (2.1)$$

де k – кількість елементів v -ого типу по номіналу;

k – кількість блоків N -ого типу;

$\lambda_{\text{заг}}$ - загальна інтенсивність відмов системи.

Для кожного блоку необхідно розраховувати ймовірність безвідмовної роботи за формулою

$$R(t) = e^{-t\lambda_N} \quad (2.2)$$

де t – час справної роботи блоку, год.

Загальна ймовірність роботи системи (плати) на протязі часу t становить:

$$P_{заг} = \prod_{N=1}^M P_N(t) \quad (2.3)$$

Приймаємо час безвідмовної роботи $t=9000$ год, що складає рік безперервної роботи (грубо). В таблиці 2.12 подано інтенсивність відмов елементів блоків λ_v .

За формулою 2.1 обчислимо інтенсивність відмов N-ого блоку.

За формулою 2.2 обчислимо ймовірність безвідмовної роботи N-ого блоку $P_N(t)$. Результати занесемо в таблицю 2.12.

Таблиця 2.12 – Дані і результати розрахунку

Назва блоку	Кількість k_v	Інтенсивність відмов одного елемента, λ_v	Імовірність безвідмовної роботи $P_N(9000)$
Резистори:			
вугільні			
композиційні	6	$0,0393 \cdot 10^{-6}$	0,999
змінні	2	$0,082 \cdot 10^{-6}$	0,998
Конденсатори:			
керамічні	2	$0,5 \cdot 10^{-8}$	0,999
електролітичні	2	$2,4 \cdot 10^{-8}$	0,958
Діоди	5	$0,19 \cdot 10^{-6}$	0,991
Транзистори	1	$0,45 \cdot 10^{-6}$	0,996
Трансформатори	1	$0,16 \cdot 10^{-6}$	0,999
Запобіжники	2	$0,41 \cdot 10^{-6}$	0,993
Перемикачі	1	$0,05 \cdot 10^{-6}$	0,999
кнопочні	1	$0,18 \cdot 10^{-6}$	0,998
Реле загального типу	1	$0,852 \cdot 10^{-6}$	0,992
Роз'єми	12	$0,25 \cdot 10^{-8}$	0,997
З'єднання пайкою	10	$0,1 \cdot 10^{-6}$	0,991
Мікросхеми	1	$0,09 \cdot 10^{-6}$	0,999
Друкарська плата			

Використовуючи отримані дані обчислимо ймовірність безвідмовної роботи $P_{\text{заг}}(t)$.

$$P_{\text{заг}}(9000) = 0,9130,$$

де $P_{\text{заг}}(9000)$ – ймовірність безвідмовної роботи плати за період 9000год.

2.9 Моделювання системи управління дозуванням компонентів при виробництві комбікормів

2.9.1 Короткий опис середовища моделювання "Мережі Петрі"

Реальні кіберфізичні системи містять різні компоненти, які відрізняються фізичними характеристиками, функціональним призначенням і внутрішньою структурною складністю. Для створення необхідного математичного забезпечення для моделювання цих систем потрібно зробити наступне:

створити набір якісних і кількісних завдань, які потрібно вирішити за допомогою даної моделі;

здійснювати перехід від фізичних і функціональних властивостей компонентів системи до їх абстракцій.

У мережах Петрі події та ситуації представлені абстрактними символами двох різних алфавітів, які називаються що називаються множинами переходів та позицій.

У графічному зображенні мереж переходи позначаються вертикальними лініями, а позиції — колами. Розташування позицій та переходів подій пов'язані зв'язками прямої залежності, які представлені направленими дугами від позиції до переходів та від

переходів до позицій.

Про виконання умови свідчить відповідний маркер у заданій позиції, тобто розміщення на цьому місці n -числового маркера (фішки), $n > 0$ – ємність умови.

Динаміка модельованої системи відображається в роботі мережі Петрі. Неформально мережеві операції можна виразити як набори локальних операцій, які називаються операціями переходу. Вони відповідають реалізації події і призводять до зміни позначення позиції, тобто до локальної зміни ситуації в системі.

2.9.2 Створення моделі системи управління дозуванням компонентів при виробництві комбікормів

Як графічний та математичний засіб моделювання системи автоматизованого керування використано мережі Петрі.

Модель системи управління дозуванням компонентів представлена в додатку Б кваліфікаційної роботи і складається з переходів і позицій. Переходи - це виконання певних операцій (виконання, порівняння, пересилання даних). Переходи бувають декількох типів. В даній моделі використано три типи - простий перехід, тобто безумовне виконання певної операції, перехід-перемикач - для операцій порівняння і перервний перехід для об'єднання інформаційних потоків.

Для задання операцій порівняння за допомогою переходів-перемикачів для інформаційних потоків вводились ймовірності їх проходження тою чи іншою гілкою.

В моделі використано прості переходи типу TE, переходи типу TX

для задання розгалужень в залежності від ймовірності виникнення тої чи іншої події та перехід Т8 для моделювання одночасного запуску дозування компонентів на обох вагах. Преходи і позиції поєднувалися дугами, навантаження яких у всій моделі дорівнює 1.

2.9.3 Статистика і аналіз результатів моделювання

Після складання моделі було проведено моделювання по кількості циклів, яка була рівна - 1245. Це означає, що моделювання здійснювалось для 1245 рецептів, це середня кількість виконаних рецептів за тиждень. В результаті моделювання була отримана така статистика по переходах і позиціях.

N з/п	Тип	Число спрац.	абс.	Час акт. (%)	абс.	Час блок. (%)	Ім'я
1	TE	1245	0	0.00%	0	0.00%	Ініціалізація обладнання
2	TE	1244	0	0.00%	0	0.00%	Ввід рецепту
3	TE	1243	0	0.00%	0	0.00%	Пуск на виконання
4	TX	1242	0	0.00%	0	0.00%	Перевірка правильності рецепту
5	TE	12	0	0.00%	0	0.00%	Повідомлення про помилку №1
6	T8	1229	0	0.00%	0	0.00%	Запуск дозаторів
7	TE	1228	0	0.00%	0	0.00%	Відкрити дозатор 2 групи
8	TE	1228	0	0.00%	0	0.00%	Відкрити дозатор 1 групи
9	TX	1232	0	0.00%	0	0.00%	Перевірка приросту маси на вазі 2
10	TX	1229	0	0.00%	0	0.00%	Перевірка приросту маси на вазі 1
11	TE	6	0	0.00%	0	0.00%	Повідомлення про помилку №4
12	TE	2	0	0.00%	0	0.00%	Повідомлення про помилку №3
13	TE	1225	0	0.00%	0	0.00%	Завершення дозування
14	TX	1227	0	0.00%	0	0.00%	Відкрити ваги 1 і 2
15	TE	3	0	0.00%	0	0.00%	Повідомлення про помилку №5,6
16	TE	0	0	0.00%	0	0.00%	Повідомлення про помилку №7,8
17	TX	1224	0	0.00%	0	0.00%	Закрити ваги 1 і 2
18	TE	1	0	0.00%	0	0.00%	Повідомлення про помилку №9,10
19	TE	1222	0	0.00%	0	0.00%	Ввімкнення змішувача
20	TX	1223	0	0.00%	0	0.00%	Відкрити бункер змішувача
21	TE	3	0	0.00%	0	0.00%	Повідомлення про помилку №11
22	TX	1220	0	0.00%	0	0.00%	Закрити бункер змішувача
23	TE	1	0	0.00%	0	0.00%	Повідомлення про помилку №12
24	TE	1218	0	0.00%	0	0.00%	Вихід у початковий стан

Рисунок 2.7 - Статистика по переходах

N з/п	Маркування			Час маркерів			Ім'я
	Тек.	MAX	Обмеж.	Акт.	Блок.	Заг.	
1	13	13	32000	0	0	0	Обладнання успішно протестовано
2	1	1	32000	0	0	0	Очікування пуску
3	1	1	32000	0	0	0	Рецепт запущений на виконання
4	1	1	32000	0	0	0	Рецепт правильний
5	0	1	32000	0	0	0	Компоненти задано невірно
6	1	1	32000	0	0	0	Дозування на вазі 1 розпочато
7	1	1	32000	0	0	0	Дозування на вазі 2 розпочато
8	1	2	32000	0	0	0	Дозатор 1-ї групи успішно відкритий
9	2	3	32000	0	0	0	Дозатор 2-ї групи успішно відкритий
10	2	3	32000	0	0	0	Дозування на вазі 1 завершено
11	1	2	32000	0	0	0	Дозування на вазі 2 завершено
12	0	1	32000	0	0	0	Немає приросту маси на вазі 1
13	0	1	32000	0	0	0	Немає приросту маси на вазі 2
14	1	2	32000	0	0	0	Бункер змішувача закритий
15	0	1	32000	0	0	0	Не спрацював давач за заданий час
16	0	0	32000	0	0	0	Немає "нуля маси" на вазі
17	1	2	32000	0	0	0	Ваги розвантажені
18	0	1	32000	0	0	0	Не спрацював давач за заданий час
19	1	1	32000	0	0	0	Ваги закриті
20	2	3	32000	0	0	0	Змішування завершено і дозволено
21	0	1	32000	0	0	0	Не спрацював давач за заданий час
22	1	2	32000	0	0	0	Час на вивантаження пройшов
23	0	1	32000	0	0	0	Не спрацював давач за заданий час
24	1	1	32000	0	0	0	Змішувач закрито

Рисунок 2.8 - Статистика по позиціях

Після моделювання було проведено аналіз результатом якого є позиційні та перехідні інваріанти мережі, які показують стан позицій (переходів) на момент завершення моделювання.

Позиційні інваріанти мережі:

0 0 0 0 0 -1 1 -1 1 0 0 -1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

Перехідні інваріанти мережі:

0 1 1 1

Матриці позиційних і перехідних інваріант було досліджено на виродженість. В результаті було визначено, що матриці не вироджені, що означає що автоматизовна система жорстко контрольована.

3 Спеціальна частина

3.1 Опис та принцип роботи пакету ACAD

AutoCAD розроблений фірмою Autodesk на самому сучасному рівні розвитку машиної графіки. Він є основою більшості сучасних комп'ютерних технологій розробки технічної документації. По мірі того як змінюються потреби користувачів, можливості програми постійно розширюються. Однак це веде і до її ускладнення. З появою комп'ютерів останнього покоління набагато зросли можливості використання програмного забезпечення AutoCAD у виробничій діяльності підприємств різних галузей.

Пакет програм AutoCAD являє собою прикладну систему автоматизації креслярських робіт (АКР).

Можливості системи:

- архітектурні креслення всіх видів;
- проектування інтер'єра і проектування приміщень;
- технологічні системи і організаційні діаграми;
- криві будь-якого виду;
- креслення для електронних, хімічних, будівельних і машинобудівних застосувань;
- графіки та інші представлення математичних та інших наукових функцій;
- виконання художніх малюнків.

Для відображення креслень використовуємо графічний монітор.

Система AutoCAD для побудови креслень надає у розпорядження

користувача набір графічних примітивів. Примітив являє собою такий графічний елемент, як лінія, коло, текстова стрічка і т.п.

Будь яке креслення в середовищі AutoCAD – це файл з інформацією, яка описує графічне зображення.

Він може бути будь-якого необхідного розміру, у ньому можуть бути задані будь-які одиниці вимірювань і він точно відповідає кресленню, виконаному на папері.

Тобто, графічні примітиви на кресленні (такі елементи, як лінії, кола, і т. п.) позиціюються в межах файла-креслення точно в тих місцях, в яких вони були б на папері.

Для визначення місцезнаходження точок на кресленні використовується Декартова система координат; координата x вказує на місцезнаходження по горизонталі, а координата y вказує на місцезнаходження по вертикалі. Точка $(0,0)$ звичайно розташована в нижньому лівому кутку креслення.

Для збільшення або стискання видимого образу креслення може бути виконане із зміною масштабу зображення на кресленні відповідно в бік великого або дрібного плану. Коли масштаб зображення на екрані дає дрібний план, можна бачити більший фрагмент креслення; змінна масштабу в бік великого плану може “роздуми” невеликий фрагмент креслення і відобразити на екрані велику кількість його деталей.

“Масштабний коефіцієнт” системи AutoCAD складає порядку десяти трильйонів до одного, тобто і більше ніж адекватним для більшості застосувань.

3.2 Функціонування програми. Головне меню

Система AutoCAD функціонує на двох рівнях для скорочення на роботи, необхідної для генерації кресленн, так і часу, необхідно для вивчення системи. На зовнішньому рівні система надає користувачу інтерфейс на основі меню (Головне меню), який дає можливість ініціювати різні задачі, такі як створення нових креслень, модифікація зберігаємих креслень і видача креслень на папір.

Головне меню – це те перше, що з’являється на екрані дисплея після запуску системи. І воно також є тим засобом, за допомогою якого закінчується сеанс роботи з системою. Воно забезпечує доступ до різних частин системи AutoCAD, таких як інтерактивний редактор креслень та інтерфейс з графобудувачем.

Редактор креслень відображає на екрані дисплея креслення і надає у команди для створення, модифікації, перегляду креслень і викреслювання їх на папері.

На будь-якій стадії виготовлення креслення можна отримати його тверду копію. У процесі виготовлення креслення можуть бути виготовленні його “контрольні копії”, призначені для перевірки щодо виявленні помилок позиціювання і задання розмірів, які можуть бути одразу не помічені на екрані.

Після завершення роботи над кресленням на папері з допомогою графобудувача будується його остаточний варіант. Графічний вивід може бути направлений перовий графобудувач або на друкуючий пристрій, що підтримує графічний вивід.

Пакет дає можливість використовувати один із наступних форматів для відображення і вводу значень координат і відстаней:

Наукові	1,55E+01(15,5 одиниць);
Десяткові	15,5000;
Технічні	1'–3,5'';
Архітектурні	1'–31/2;
З дробовою частиною	15/2.

Крім того, Ви можете також задати точність (вказавши кількість знаків після десяткової крапки або найменшу відображаєму на екрані частину дюйма).

Ви можете вибрати один із наступних форматів для відображення і вводу величин кутів:

Градуси в десятковому виді	42,5;
Градуси (мінути) секунди	42d30'0.0;
Гради	47,2222g
Радіани	0,7418z
Геодезійний формат	N47d30'0''E

Початок роботи

Завантаження системи AutoCAD.

Нижче приведений перелік тих файлів, які необхідні для завантаження системи AutoCAD.

ACAD.EXE – головна виконуємо програма;
 ACAD.HLP – файл з текстами консультативної інформації;
 ACAD.HDX – файл з індексом консультативної інформації;
 ACAD.OVL – редактор креслень і оверлей;
 ACAD.CFG – файл даних конфігурування;
 ACAD.OVL – оверлей драйвера (цифрового пристрою) відео дисплея;

ACADDG.OVL – оверлей драйвера цифрового пристрою;

ACADPL.OVL – оверлей драйвера графобудувача;

ACADPP.OVL – оверлей драйвера друкуючого пристрою (з можливостями графічного виводу).

Ви можете користуватись операційною системою MS-DOS або PC-DOS шляхом доступу до файлів (PATH), розміщуючи всі переміщені вище файли в довідник, що вказується командою PATH. Можуть використовуватись також інші узгодження, що стосуються довідників.

Система AutoCAD може бути завантажена досить легко, але спосіб залежить від того, який тип дискової пам'яті використовується в Вашому комп'ютері.

Завантаження:

C>ACAD

Через декілька секунд на екрані з'являється головне меню системи ACAD.

Головне меню.

Після завантаження програми на екрані дисплея в текстовому режимі з'являється головне меню системи ACAD.

Вибір з меню здійснюється просто натисканням клавіші з цифрою, що відповідає тій гілці, на яку потрібно перейти, а потім клавіші RETURN або пропуску. В результаті має місце короткий діалог, під час якого від Вас вимагається додаткова інформація.

Гілка 0 – вийти з системи ACAD;

Гілка 1 – розпочати нове креслення.

Для початку нового креслення виберіть гілку 1 головного меню. Після цього система запитує у Вас назву того креслення, яке повинно

бути створене. Ім'я яке ви вводите, стає іменем цього файлу, який використовується для зберігання креслення в дисковій пам'яті. Всім кресленням привласнюється тип файлу “*.DWG”, і ця ознака автоматично приєднується до введеного вами імені.

Гілка 2 – редагувати існуюче креслення.

Для внесення змін і доповнень в існуюче креслення або тільки для відображення креслення на екрані графічного монітора виберіть гілку 2 головного меню системи.

Гілка 3 – вивести креслення на графобудувач. Гілка 3 головного меню використовується одержання “твердої копії” креслення за допомогою перового графобудувача. Коли система AutoACAD запитує ENTER NAME of AutoACAD після цього входить в програму виводу на графобудувач.

Зауваження: Ви також можете викликати програму виводу на графобудувач, знаходячись в режимі редагування креслення.

Гілка 4 – вивести креслення на друкуючий пристрій з графічними можливостями.

Гілка 4 головного меню використовується для одержання “твердої копії” креслення за допомогою друкуючого пристрою, що забезпечує вибір графічної інформації.

Коли система AutoACAD запитує:

Enter of draving: відповідайте іменем друкуючого креслення. AutoACAD входить після цього в програму виводу на друкуючий пристрій.

Зауваження: Ви можете також викликати програму виводу на друкуючий пристрій з графічними можливостями, знаходячись в режимі редагування креслення.

Гілка 5 – конфігурувати систему ACAD. Перед тим як можна буде скористатись системою AutoACAD, остання повинна бути належним чином розміщена у Вашій обчислювальній системі. Функція “конфігурувати систему AutoACAD” (гілка 5) використовується для вибору драйверів для Вашого графічного обладнання і для встановлення з метою задоволення ваших потреб значень, які розуміються, різних параметрів AutoACAD у своєму комп’ютері; Ви можете інколи пізніше використовувати для внесення змін значення параметрів, що розуміються і т.п.

Гілка 6 – укисліти роботи з файлами. По гілці 6 головного меню керування передається на уточнююче меню утиліт роботи з файлами на дисках системи AutoACAD, працюючи з ним. Ви можете вивести заголовок диска, знищити певні файли, змінити назву файла або копіювати файл.

Гілка 7 – компілювати файл форми шрифта.

Гілка 7 головного меню забезпечує конвертування описів форм у придатній для використання редактором креслень системи AutoACAD вигляд. Перехід на цю гілку необхідний тільки в цьому випадку, коли створюються або модифікуються файли форми або шрифта.

Гілка 8 – конвертувати створити файл креслення. Коли ви вибираєте в головному меню гілку 8, система у вас запитує: Enter NAME of drawing:

Відповідайте іменем файла креслення, яке повинно конвертуватися. Дозволяється використання спеціальних неалфавітних символів “?” і “*”, наприклад, у відповідності з відповіддю “B.:*” здійснюється конвертування всіх файлів креслень в зареєстрованому довіднику на накопичувачі.

Ввід команд.

Команди можна ввести одним із наступних способів.

З екранного меню.

Екранне меню висвітлюється на правому боці графічного монітора, коли активним є редактор креслень. Меню може містити стільки елементів, що всі вони за один раз можуть вміститися в області екранного меню.

З клавіатури.

Для вводу команди з клавіатури просто наберіть назву команди, а потім натисніть рычаг пропуску або клавішу вводу RETURN.

3.3 Команди, які використовуються в системі AutoACAD

Типи файлів, які використовуються системою AutoACAD.

BAK – резервна копія файла креслення.

DWG – файл креслення

DXB – двійковий файл обміну графічною інформацією.

DXF – файл обміну графічною інформацією.

DXX - файл витягнення атрибутів.

LIN – бібліотечний файл типів ліній.

MNV – файл меню.

PAT – бібліотечний файл візерунків заштриховок.

PGP – файл опису зовнішніх програм.

SCR – файл командного сценарію.

SHP – вихідний файл визначення форми шрифта.

SHX - файл визначення форми/шрифта.

4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

4.1 Аналіз і характеристика потенційних небезпек і шкідливостей при роботі на лінії дозування та змішування

Розвиток і вдосконалення комбікормового виробництва, підвищення його інтенсивності пов'язане з покращенням умов праці і його безпеки, що дозволяє понизити виробничий травматизм і професійні захворювання. Оздоровлення умов праці приводить і до соціальних результатів – зміцнення здоров'я працівників, трудової дисципліни, підвищення престижу професій, ріст виробничої і суспільної активності і інших показників.

Знання особливостей безпечної експлуатації обладнання дозволить уникнути аварій, знизить ймовірність виробничого травматизму. Вивчення сучасних напрямів розвитку систем попередження вибухів і вибухозахисту дозволяє створити на комбікормових підприємствах умови, які знижують ймовірність виникнення вибухів і їх руйнуючі наслідки.

Машини, апарати і інше обладнання, яке застосовується на комбікормових заводах, різноманітні по принципу дії, конструкції, типам і розмірам. По конструкції механізовані склади для зберігання сировини можуть бути з плоскою підлогою, з похилими днищами і обладнані аерожолобами.

Для подачі зерна на розвантажуючий конвеєр в підлозі складу передбачено випускні отвори, нижня частина яких виходить на його стрічку і закінчується засувкою. При роботі в складах невиконання вимог техніки безпеки може призвести до наступних нещасних випадків: затягуванню людей в зерно при видачі його на конвеєр нижньої галереї;

ураженню електричним струмом при обслуговуванні обладнання; захвату обертовими частинами машин і механізмів; отруєнню чадним газом, який скупчується в нижніх галереях складів, або отруто-хімікатами, які залишились в погано дегазованому складі.

Найбільшу небезпеку становить затягування людей в отвір, для видачі зерна. Людина, яка попадає в рухомий стовп зерна, швидко затягується в отвір і може загинути. Для порятунку людини необхідно негайно зупинити конвеєр або перекрити випускний отвір засувкою і припинити випуск зерна.

Ефективна і безпечна робота вентиляційних і пневмотранспортних пристроїв в більшості залежить від вмілого і правильного їх обслуговування, а також регламентується стандартом.

На елеваторах, комбікормових підприємствах вентиляційне і пневмотранспортне обладнання встановлюють в одних приміщеннях з технологічним і транспортним обладнанням. Винятком є деякі види компресорів, які розміщуються в окремих ізольованих приміщеннях, і циклони, які розміщуються ззовні будівлі на покрівельному перекритті.

Компресори і повітряні кондиціонери, встановлені в окремих приміщеннях, обслуговують робочі, звільнені від інших обов'язків. Для приводу обладнання вентиляційних і пневмотранспортних пристроїв необхідно застосовувати електродвигуни в закритому виконанні. Для попередження ураження електричним струмом всі електродвигуни, пускова апаратура і металічні корпуси вентиляційних пристроїв обладнані захисним заземленням.

Навколишнє середовище посилює або послаблює небезпеку ураження струмом. Так, сирість, струмопровідний пил, їдкі випари і гази руйнуюче діють на ізоляцію електроустановок, різко знижуючи її опір і створюючи

загрозу переходу напруги на неструмоведучі частини електрообладнання – корпуси, станини, кожухи і ін.

Вплив електричного струму на людину підсилюється наявністю струмопровідної підлоги і близько розміщених до електрообладнання металічних заземлених предметів, так як одночасний дотик людини до цих предметів і до корпусу обладнання, яке виявилось під напругою, супроводжується проходженням через тіло людини електричного струму.

Отже, при роботі на лінії дозування та змішування компонентів комбікормів можливі такі небезпечні ситуації: затягуванню людей в зерно при видачі його на конвеєр; ураження електричним струмом при обслуговуванні обладнання; захват обертовими частинами машин і механізмів.

Попередження цих ситуацій здійснюється проведенням інструктажу з техніки безпеки, заземленням корпусів обладнання, встановленням щитів, які захищають обертові частини машин.

Для ліквідації таких негативних явищ, як запиленість повітря виробничих приміщень та вибухонебезпечність на підприємстві використовується аспіраційна мережа.

4.2 Аналіз і розробка заходів по локалізації шкідливих виділень при роботі на лінії дозування та змішування

Подальший ріст і удосконалення комбікормового виробництва потребують серйозних зусиль по ліквідації таких негативних явищ, як вибухонебезпечність підприємств, запиленість повітря виробничих

приміщень і забруднення навколишнього середовища пиловимим викидами.

При подрібненні і змішуванні різних видів сировини проходить інтенсивна взаємодія повітря і сипучого продукту. Ця взаємодія призводить до виносу повітрям з маси сипучого продукту великої кількості пилоподібних частинок і утворення пилоповітряних потоків. При неконтрольованому русі пилоповітряні потоки забруднюють навколишнє середовище, створюють антисанітарні умови і вибухонебезпечні ситуації.

Для локалізації місць пилевиділень доцільна організація направлених пилоповітряних потоків в укриттях, в яких шляхом аспіраційного відсмоктування підтримують певне розрідження повітря.

Для створення в виробничих приміщеннях, відповідних санітарним нормам, метеорологічних умов і чистоти повітря, виконано наступне: максимально механізовано і автоматизовано трудомісткі процеси; ретельно герметизовано обладнання, яке являється джерелом підвищеного пиле-, тепло-, вологовиділення; організовано вентиляцію і опалення; застосовуються засоби індивідуального захисту.

В системах природної вентиляції повітря переміщається в результаті різниці тисків зовнішнього і внутрішнього повітря або під дією вітру. В механічних системах вентиляції повітря переміщається при допомозі вентиляторів.

По принципу розміщення потокових і витяжних пристроїв вентиляцію поділяють на загальну і місцеву. При загальній вентиляції повітрообмін здійснюють подачею і видаленням повітря із всього приміщення. Місцеву вентиляцію передбачують у виробничих приміщеннях, де джерела виділення шкідливих речовин зосереджені в певних місцях. Вона

призначена також для видалення надлишкової вологи і тепла, створення розрідження в захисних кожухах машин.

До місцевої вентиляції відносять витяжні шафи в лабораторіях, аспіраційне відсмоктування пилю в насипних лотків, стрічкових конвеєрів, приймальних столів.

Вентиляція може бути приточна, витяжна і приточно-витяжна. Приточну вентиляцію здійснюють подачею чистого повітря в приміщення, витяжну – видаленням забрудненого повітря з приміщення, приточно-витяжну – одночасною подачею свіжого повітря в приміщення і видаленням з нього забрудненого.

Аспіраційні мережі на комбикормових підприємствах працюють по схемі витяжної вентиляції. Повітря з приміщення відсмоктують через обладнання і транспортні механізми, очищають пилевідділювачами і виводять в атмосферу. Видалене з приміщення повітря замінюється організованим і неорганізованим притоком зовнішнього повітря. При неорганізованому притоці обмін повітря проходить через нещільності стін, вікон, дверей.

У відповідності з санітарними нормами СН 245-91 у приміщеннях з об'ємом менше 20 м^3 на одного працюючого подача зовнішнього повітря повинна становити не менше $30 \text{ м}^3/\text{год}$ на кожного працюючого, а при об'ємі більше 20 м^3 на одного працюючого не менше $20 \text{ м}^3/\text{год}$.

Як було сказано раніше пилевиділення можливе з укриттів обладнання в місцях надлишкового тиску повітря. Встановлено, що статичний тиск повітря змінюється по всьому самотічному трубопроводу і протяжному укриттю (норії, ланцюговому конвеєру) при відсмоктуванні з них повітря. Тому шляхом відсмоктування навіть в одній точці можна створити розрідження в обладнанні практично будь-якої герметизованої транспортно-

технологічної лінії. Сукупність обладнання транспортно-технологічних ліній, самотічних трубопроводів і аспіраційних установок можна представити, як єдиний комплекс – аспіраційні транспортно-технологічні системи.

Розрахунки показують, що середні швидкості руху ежекційного повітря в самотічних трубопроводах не перевищують 4..5 м/с, а в укриттях норій і ланцюгових конвеєрів 2..3 м/с.

При таких незначних швидкостях аеродинамічний опір рухові повітря в корпусі ланцюгового конвеєра типу ТСЦ-100 (довжиною 40 м) становить 20..50 Па. Для практичних розрахунків можна прийняти питомі втрати тиску на переміщення повітря в ланцюгових конвеєрах і норійних трубах рівними 1 Па на 1 м.

Дані, отримані по ежекційному тиску повітря в самотічних трубопроводах, дозволяють рекомендувати для інженерних розрахунків їх аеродинамічного опору при протівопотоці повітря і сипучого продукту, втраті тиску, рівним 50 Па в вертикальних самотічних трубопроводах висотою до 1 м і похилих 2 м. З врахуванням прийнятих положень можна принципово змінити і сутєво спростити компоновку аспіраційних мереж на комбікормових заводах.

Розглянемо принципову аспіраційну транспортно-технологічну систему комбікормового заводу. Склад обладнання лінії прийому розсипної сировини з вагонів звичайно включає розвантажуючий засіб, бункер, конвеєр-приймач, норію і ланцюговий конвеєр. Пиле-повітряні потоки утворюються в основному на слідуючих ділянках: вагон-бункер, бункер-конвеєр, в норії і самотічному трубопроводі на ділянці норія-ланцюговий конвеєр.

Відповідно в укриттях утворюються зони підвищеного і пониженого тиску повітря. Область поширення цих зон залежить насамперед від висоти падіння продукту і протяжності укриттів. На величину тиску повітря в укритті норії здійснює вплив зворотнє сипання продуктів. Інтенсивність пилевиділення буде відносно більшою в бункері, башмаку норії і верхньому конвеєрі.

4.3 Оцінка технологічного процесу приготування комбікормової суміші по умовах пожежовибухонебезпеки

Основи протипожежного захисту підприємств визначені СНіП 2.01.02-95, СНіП 2.09.02-95, СНіП 2.10.05-95. Будівлю вважають правильно спроектованою в тому випадку, якщо поряд з рішенням функціональних, міцнісних, санітарних та інших технічних і економічних вимог забезпечені умови пожежної безпеки [3].

Вогнестійкість характеризується межею вогнестійкості, яка являє собою час від початку стандартного вогневого випробування конструкції до виникнення однієї із наступних ознак: утворення в конструкції тріщин або отворів, крізь які проникають продукти горіння або полум'я; підвищення температури на необігрівачій поверхні конструкції в середньому більш ніж на 140°C ; втрата конструкцією своєї несучої здатності; перехід горіння в суміжні конструкції або приміщення.

На комбікормових заводах тонкодисперсні продукти і пил при пошкодженнях і аваріях технологічного, транспортного і аспіраційного обладнання можуть висипатись з нього і утворювати з повітрям пожежовибухонебезпечну суміш. Пил, який знаходиться в повітрі приміщень і в середині обладнання (аерозавись) – вибухонебезпечна, а осівша на будівельні конструкції і обладнання (аерогель) – пожежонебезпечна.

Пилевий вибух – неконтрольований процес вибухового горіння. Пилеві частинки, які знаходяться безпосередньо поблизу джерела запалення, нагріваються до температури газифікації (теплового розкладання). При цій температурі з поверхневих шарів починають виділятися газоподібні і

пароподібні продукти, утворюючи навколо окремих частинок паро-, газоповітряні оболочки, які при відповідних умовах загоряються. Ці частинки, в свою чергу, становляться джерелами загоряння наступних шарів пилоповітряної суміші. Таким чином полум'я з певною швидкістю буде поширюватись по всьому об'єму приміщення.

Основні параметри пилового вибуху – максимальний тиск, швидкість його наростання, швидкість поширення полум'я і температура продуктів вибуху – залежать від фізико-хімічних характеристик пилу і від умов його згоряння.

Найбільш вибухонебезпечний пил з розмірами часток менше 70 мкм. Такий пил володіє надзвичайно великою питомою поверхнею, що підвищує його фізико-хімічну активність.

Під час роботи технологічного, транспортного і аспіраційного обладнання всередині нього утворюється аерозавись, концентрація пилу в якій часто перевищує нижню межу загоряння. Вибухонебезпечна аерозавись всередині виробничих приміщень виникає досить рідко і в локальному об'ємі. Локальний вибух всередині однієї машини нерідко призводить до її руйнування і утворення вибухової хвилі.

Вибухова хвиля, випереджає швидкість поширення полум'я, переводить осівший пил в підвішений стан, втягуючи його в процес горіння і підсилюючи ефект вибуху. Також виникає і ряд наступних пилових вибухів в суміжних виробничих приміщеннях.

Встановлено, що для утворення суміші вибухонебезпечної концентрації в виробничих приміщеннях підприємств по зберіганню і переробці зерна достатньо наявності на підлозі шару пилу товщиною біля 2 мм. Велику небезпеку становить і пил, який осів всередині повітропроводів

систем аспірації. Він сприяє активному поширенню вибуху по комунікаціях аспірації.

Джерелом спалаху може стати і розряд статичної електрики, який виникає при виробництві комбікормів. Відносно високий потенціал виникає в дробарках, апаратах для змішування компонентів, норіях, самотічних трубах, аспіраційних системах, стрічкових конвеєрах, шнеках і ін. Найбільш ефективний засіб захисту від статичного іскроутворення – заземлення.

Висновки

В даній кваліфікаційній роботі було розроблено систему автоматизованого керування дозуванням компонентів при виробництві комбікормів.

Для цього було розроблено електричні схеми на базі мікропроцесорного комплекту і програмне забезпечення для управління технологічним процесом. Система автоматизованого керування забезпечує зменшення часу приготування рецепту, підвищення продуктивності, покращення умов праці. При цьому похибка дозування складає 1%.

Система дає можливість ввести облік за використанням компонентів із записом даних. Крім цього реалізовано послідовний інтерфейс для передачі статистичної інформації на персональну ЕОМ.

Подальша модернізація системи керування може проходити у напрямку перенесення функцій управління на персональну ЕОМ, створення програмного забезпечення для розрахунку рецептів комбікормів, створення бібліотек рецептів, з можливістю запуску на виконання. Це дасть змогу значно підвищити можливості системи, покращити зручність виконання рецептів комбікормів.

References:

Перелік літератури:

1. Encyclopedia of Pharmaceutical Technology: 3-d Ed. / ed. by J. Swarbrick. – New York ; London : Informa Healthcare, 2007. – 4128 p.
2. Автоматизація виробничих процесів : навч. посіб. / Проць Я. І., Савків В. Б., Шкодзінський О. К., Ляшук О. Л. Тернопіль : ТНТУ ім. І.Пулюя, 2011. 344с.
3. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання / укл.: Стручок В. С. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. 156 с.
4. Допоміжні речовини у виробництві ліків : навч. посіб. для студ. вищ. фармац. навч. закл. / О. А. Рубан, І. М. Перцев, С. А. Куценко, Ю. С. Маслій ; за ред. І. М. Перцева. – Х. : Золоті сторінки, 2016. – 720 с.
5. Дяченко Л.С. Основи технології комбікормового виробництва: навч. посібник / Л.С. Дяченко, В.С. Бомко, Т.Л. Сивик. – Біла Церква, 2015. – 306 с.
6. Єгоров Б.В. Технологія виробництва комбікормів. Одеса: Друкарський дім, 2011.-448 с.
7. Комбікорми повнораціонні для свиней. Технічні умови : ДСТУ 4124-2002. – [Чинний від 2004-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2003. – 13 с. – (Національний стандарт України).
8. Лабораторний практикум з проектування та моделювання роботи електропневматичних схем у середовищі програмного пакету «FluidSIM Pneumatics» з курсу «Технічні засоби автоматизації» / укл. : О.К. Шкодзінський. - Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2020. - 32 с.<https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/31418>

9. Лобановський Г.А. Технологія виробництва комбикормів. - Київ: "Урожай", 1983. - с. 136
10. Методичні вказівки з виконання курсової роботи з дисципліни «Основи наукових досліджень» для здобувачів освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / укл. : П.О. Марущак , Ю.Б. Капаціла , Р.І. Михайлишин. - Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2018. - 75 с. <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/26145>
11. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д. Телекомунікаційні системи та мережі. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017. 384 с.
12. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д., Пасічник В. В. Комп'ютерні мережі. Книга 1 [навчальний посібник]. Львів : «Магнолія 2006», 2013. 256 с.
13. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д., Пасічник В. В. Комп'ютерні мережі. Книга 2. [навчальний посібник]. Львів : "Магнолія 2006", 2014. 312 с.
14. Паламар М. І., Стрембіцький М. О., Паламар А. М. Проектування комп'ютеризованих вимірювальних систем і комплексів : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2019. 150 с.
15. Петриченко В.Ф., Кулик М.Ф., Ібатуллін І.І. та ін. Виробництво, зберігання і використання кормів. Навчальний посібник; за ред. В.Ф. Петриченка. Вінниця: Діло, 2005. 472 с.
16. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 108 с. <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/42995>.

17. Платформа .NET та мова програмування C# 8.0: навчальний посібник / Коноваленко І.В., Марущак П.О. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2020 – 320 с.
18. Подобєд Л.І. Комбікорми і кормосуміші для молодняка с.-г. тварин / Л.І. Подобєд. – К.: Урожай, 1994. –144 с.
19. Проектування мікропроцесорних систем керування: навчальний посібник/ І.Р. Козбур, П.О. Марущак, В.Р. Медвідь, В.Б. Савків, В.П. Пісьціо.–Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2022.–324с.
20. Савків В.Б., Капаціла Ю.Б., Михайлишин Р.І. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». Тернопіль.: Видавництво ТНТУ. 2021. 50 с. <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/35172>
21. Технологія кормів та кормових добавок: навчальний посібник / К.М. Сироватко, М.О. Зотько. - Вінниця: ВНАУ, 2020.- 263 с.