

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра Електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

«Прикладне програмне забезпечення енергетичних задач»

Навчально-методичний посібник для проведення практичних,
лабораторних та самостійних робіт з навчальної дисципліни «Прикладне
програмне забезпечення енергетичних задач» за спеціальністю.
141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Михалевич В.М., Штуць А. А., Колісник М.А.

Вінниця – 2022

Михалевич В.М., Штуць А. А., Колісник М.А.

Навчально-методичний посібник для проведення практичних, лабораторних та самостійних робіт з навчальної дисципліни «Прикладне програмне забезпечення енергетичних задач» за спеціальністю 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» Вінниця.: РВВ ВНАУ. 2022. – 85.с.

Рецензенти:

Рубаненко О. Є., к.т.н., професор кафедри електричних станцій і систем, Вінницького національного технічного університету

Висилівська Н.Р., д.т.н., професор кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва Вінницького національного аграрного університету

Рекомендовано до видання науково-методичною комісією Вінницького національного аграрного університету, протокол №__від _____ 2022 року.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
ПРАКТИЧНА РОБОТА №1	
Використання прикладного програмного забезпечення виробничого характеру	10
ПРАКТИЧНА РОБОТА №2	
Системи керування електроприводу вентиляторних установок	35
ПРАКТИЧНА РОБОТА №3	
Розробка системи регулювання швидкості з урахуванням внутрішнього зворотного зв'язку за швидкістю	48
ПРАКТИЧНА РОБОТА №4	
Синтез моделі системи фаззи-управління в середовищі MATLAB	59
ПРАКТИЧНА РОБОТА №5	
Розробка системи керування електропривода вентилятора	64
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6	
Розрахунок параметрів об'єкта керування системи електроприводу вентиляторних установок	70
ПРАКТИЧНА РОБОТА №7	
Дослідження динамічних характеристик замкненої системи електропривода шляхом комп'ютерного моделювання	74
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8	
Розробка структурної та принципової схем для електропривода	81
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	84

Вступ

Сучасна енергетика являє собою складну багаторівневу ієрархічну структуру, призначену забезпечити комфортні умови проживання населення, а також нормальне функціонування промислових підприємств, виробництв і закладів. Лише на основі надійної та ефективної системи забезпечення споживачів різного рівня потрібною енергією та енергетичними ресурсами можливі їх нормальне функціонування і розвиток. Політична та економічна незалежність і безпека держави багато в чому визначаються виробництвом енергетичних ресурсів, їх кількістю та якістю.

Розв'язування задач з використанням прикладного програмного забезпечення.

Основні етапи розв'язання прикладних задач із використанням комп'ютера. Розв'язання задач із використанням комп'ютера характеризується декількома етапами, частина з яких виконуються безпосередньо людиною, решта людиною і машиною:

Постановка задачі. Опис початкових даних, формулювання мети задачі.

Побудова інформаційної моделі. Опис реального об'єкта дослідження в припустимих для реалізації задачі термінах, щоб звести дослідження реального об'єкта до розв'язання задачі на моделі.

Вибір програмного забезпечення. Визначення необхідного прикладного програмного забезпечення або розробка нового програмного забезпечення.

Аналіз отриманих результатів. Аналіз результатів, отриманих на моделях та на реальних об'єктах, для виправлення помилок і доопрацювання розробленої прикладної програми, що пройшла тести на моделі.

Спеціальне програмне забезпечення є додатком до загального програмного забезпечення. Працюють ці програми під керівництвом операційної системи. В спеціальному програмному забезпеченні розрізняють пакети програм, що розширюють можливості ОС (забезпечення роботи комплексів), прикладні програми для вирішення наукових, інженерних, економічних і інших задач. ППП – це набір програмних засобів, розрахованих на певне коло задач і конкретного користувача. Пакети можуть

бути з простою (набір залежних і незалежних) і складною структурою (включає провідну програму, тіло пакета, обслуговуючі програми).

Для того, щоб вибрати найоптимальніше програмне забезпечення, чи розробити його, необхідно користуватись слідуючими принципами:

продуктивність програми. При виборі програми передусім необхідно врахувати “розмір” об’єкту, тобто той обсяг інформації, з яким необхідно працювати програмі. Рекомендується вибирати програму з деяким запасом по продуктивності;

співвідношення затрат й ефекту. Ефект, що принесе куплена (створена) програма повинен переважати над затратами, що пов’язані з її купівлею, доробкою, адаптацією;

контроль і безпека даних. Бажано, щоб всі дані, що введені в програму, були надійно захищені і від несанкціонованого доступу до них, і від випадкового їх знищення. Програма повинна здійснювати контроль над введенням інформації і доступом до неї, а також створювати архівні копії файлів, що містять економічну інформацію;

сумісність. Програма, що купують (розробляють) повинна бути сумісною з організаційною структурою конкретної фірми (підприємства) чи повинна мати можливість пристосування до неї; гнучкість.

При виборі програми необхідно орієнтуватись на те, щоб вибрана програма мала можливість змінюватись при зміні зовнішнього середовища; авторський супровід документацією. Програма повинна мати детальну і легку для використання документацію. Для складної комплексної програми важлива наявність “гарячої” телефонної лінії, завдяки якій в будь-який момент можна звернутись за консультацією до фірми-розробника і отримати необхідну інформацію.

Загальна частина

Організація підготовки і виконання практичних робіт

На практичних заняттях студенти набувають навиків з дослідження та налагодження різних установок, (приладів) а також поповнюють, поглиблюють і закріплюють теоретичні знання.

У практичних заняттях можна виділити чотири основні етапи: підготовчий, відтворення процесу, що вивчається, вимірювання характерних показників його проходження, аналіз та узагальнення отриманих результатів. Виконання кожного етапу потребує серйозної підготовки і свідомого ставлення до роботи.

Готуватись до кожної практичної роботи студент повинен завчасно, вивчаючи відповідні розділи навчального посібника або підручника, конспекту лекцій та практичних занять, методичні вказівки, наведені в цьому практикумі, а також ознайомитися з паспортами обладнання, яке буде досліджуватися.

Студенти повинні добре засвоїти мету, зміст роботи, фізичну суть процесів, що вивчаються, та методику виконання практичної роботи. Після цього розглядається план-схема, заготовлюються форми таблиць для запису результатів, виконуються необхідні попередні розрахунки. Всі ці матеріали записуються у журнал спостережень (робочий зошит). Форма журналу може бути довільною, але в ньому повинні бути обов'язково відображені:

- 1) тема практичної роботи;
- 2) прізвища виконавців,
- 3) дата виконання,
- 4) план-схема,
- 5) технічні дані досліджуваної установки, засоби вимірювання,
- 6) таблиці для запису результатів дослідів і розрахунків з обов'язковим зазначенням одиниць вимірювання величин,
- 7) графи для відмітки про допуск до виконання практичної роботи та прийнятності отриманих результатів.

На початку практичного заняття студенти ознайомлюються з обладнанням робочого місця і після перевірки викладачем ступеня підготовки до занять допускаються до виконання лабораторної роботи.

Складання електричної схеми виконується одним членом бригади, але перевірити правильність складання повинен кожний студент бригади. За вказівкою викладача складання силових кіл і кіл керування виконується різними членами бригади.

Електричні схеми для проведення досліджень складаються частинами.

Спочатку складають головні (силові) кола, потім кола керування, сигналізації та вимірювання. Під час складання схем спочатку складаються послідовні (струмові) кола, а потім приєднуються паралельні (вольтметри, обмотки напруг ватметрів і лічильників електричної енергії, кола керування, сигналізації тощо). При цьому кола напруги повинні підключатись без проміжних електричних зв'язків. Це полегшує перевірку схеми членами бригади та викладачем. Під час складання і перевірки схеми особливу увагу слід приділити відповідності вимірювальних приладів роду струму та границям вимірювання, правильній полярності підключення, цілісності і надійності контактів з'єднувальних провідників. Після закінчення складання схеми і перевірки її членами бригади викладач приймає схему і дає дозвіл на вмикання установки, що випробовується, та проведення дослідів.

Під час проведення досліду необхідно фіксувати всі характеристики досліджуваного процесу. У першу чергу записують ті параметри, які під час досліду змінюються найшвидше, не допускаючи суб'єктивного впливу на результат вимірювань. Неуважність часто призводить до викривлень і помилок. У разі отримання в одному статичному ряді величин, що сильно різняться між собою, слід записати всі дані, а потім, якщо необхідно, повторити дослід і вказати обставини, які супроводжують зазначене вимірювання. Це дозволить встановити причину викривлень і кваліфікувати вимірювання як відповідне реальному ходу процесу або як похибку (грубу помилку).

Під час експерименту необхідно робити попередню обробку результатів та їх аналіз для того, щоб бути впевненим у правильності проведення досліду і скоротити час на оформлення звіту.

Виконувати практичну роботу необхідно в певній послідовності згідно з програмою роботи, методичними вказівками та рекомендаціями керівника занять. У випадку виникнення непорозумінь під час виконання роботи необхідно звернутися до керівника занять.

Експериментальна частина роботи вважається виконаною лише після перевірки і затвердження результатів дослідів викладачем. Схему дослідження до цього моменту розбирати не можна, оскільки, якщо результати дослідів будуть визнані незадовільними, то досліди необхідно буде повторити.

Після закінчення виконання експериментальної частини роботи з дозволу викладача необхідно розібрати схему, покласти на місце вимірювальні прилади, з'єднувальні провідники та інше обладнання, здати викладачу або лаборанту видані прилади, привести в порядок робоче місце.

Результати вимірювань та спостережень, отримані в процесі виконання практичної роботи, частково опрацьовують на поточному занятті, а остаточно – на аудиторних самостійних заняттях під керівництвом викладача. Тому, студенти при собі повинні мати обчислювальну техніку, засоби для креслення електричних схем і побудови графіків тощо. На заключному етапі складається звіт про виконану практичну роботу.

Правила з техніки безпеки під час виконання практичних робіт у лабораторіях

Під час виконання практичних робіт необхідно точно виконувати правила техніки безпеки. На першому практичному занятті викладач проводить інструктаж з техніки безпеки, під час якого в загальних рисах характеризує основне обладнання лабораторії і більш докладно – об'єкти, які являють собою велику небезпеку. Увага студентів звертається на те, що багато електронагрівальних установок є небезпечними не тільки через

можливість ураження електричним струмом, але й отримання променевих та контактних опіків.

Студенти повинні бути ознайомлені зі схемою електроживлення робочих місць, розміщенням апаратури для відключення живлення всієї лабораторії, місцями знаходження вогнегасників і засобів виклику 101 і 103. Крім того, студенти мають дотримуватись основних правил з техніки безпеки під час експлуатації електроустановок:

1). вмикати складну схему установки, яка підлягає випробуванню, можна лише після дозволу керівника занять і переконавшись у тому, що жоден з оточуючих не може потрапити під напругу;

2). при кожному вмиканні установки під напругу попереджувати оточуючих словом “подаю напругу”;

3). забороняється виконувати будь-які зміни в електричних колах установки під напругою, якщо це не передбачено програмою роботи;

4). при появі будь-яких ознак ненормальної роботи обладнання (дим, запах гару, іскріння, підвищений шум тощо) слід негайно вимкнути живлення установки і повідомити про це керівника занять. Без дозволу викладача повторне вмикання установки не дозволяється.

Після проведення інструктажу всі студенти розписуються в спеціальному журналі і після цього несуть особисту відповідальність за дотримання правил з техніки безпеки та збереження обладнання лабораторії.

Практична робота №1

Тема: Використання прикладного програмного забезпечення виробничого характеру

**Мета роботи: «Ознайомити студентів із прикладним програмним
забезпеченням виробничого характеру»**

План

1. Розв'язування задач з використанням прикладного програмного забезпечення.
2. Специфічні особливості та структурні одиниці технологічної інформації.
3. Форми використання комп'ютерної техніки і програмних засобів
4. Робота в умовах АПК

Методичні рекомендації

При вивченні теми слід звернути увагу на наступне: форми використання комп'ютерної техніки та програмного забезпечення в умовах АПК

Після вивчення матеріалу даної теми студент повинен знати: специфічні особливості та структурні одиниці інформації, вміти розв'язувати задачі виробничого характеру з використанням прикладного програмного забезпечення

1. Розв'язування задач з використанням прикладного програмного забезпечення.

Основні етапи розв'язання прикладних задач із використанням комп'ютера. Розв'язання задач із використанням комп'ютера характеризується декількома етапами, частина з яких виконуються безпосередньо людиною, решта людиною і машиною:

Постановка задачі. Опис початкових даних, формулювання мети задачі.

Побудова інформаційної моделі. Опис реального об'єкта дослідження в припустимих для реалізації задачі термінах, щоб звести дослідження реального об'єкта до розв'язання задачі на моделі.

Вибір програмного забезпечення. Визначення необхідного прикладного програмного забезпечення або розробка нового програмного забезпечення.

Аналіз отриманих результатів. Аналіз результатів, отриманих на моделях та на реальних об'єктах, для виправлення помилок і доопрацювання розробленої прикладної програми, що пройшла тести на моделі.

Вимоги до ППЗ, зумовлені характеристиками комп'ютерів

Для розробки ППЗ істотними характеристиками ПК є:

- об'єм ОЗП;
- швидкодія;
- операційне середовище;
- можливість представлення графічної інформації.

Будь-яка програма формується в процесі програмування, що є складовою частиною загального процесу проектування обробки даних. Даний процес складається з послідовності етапів, що виконуються людьми різної кваліфікації, деякі з етапів виконуються автоматично на ЕОМ, в інших приймають участь людина і машина. Технологія розробки програм складається з декількох етапів:

1. Аналіз задачі і постановка задачі для машинного вирішення;
2. Розробка алгоритму (алгоритмізація);
3. Складання блок-схеми;
4. Складання програми на початковій мові програмування;
5. Перенесення початкової програми і даних на технічний носій для введення в ЕОМ;
6. Трансляція початкової програми на машинну мову;
7. Редагування програми;
8. Завантаження машинної програми в пам'ять і її виконання;
9. Відлагодження програми;

10. Тестування програми;
11. Введення в експлуатацію.

До програмного забезпечення відносять програмні засоби (оформлені, як стандартні, бібліотечні або каталогізовані процедури), що дозволяють реалізувати наступні етапи:

1. Програмування задачі.
2. Підготовка інформації на машинному носії.
3. Завантаження і відлагодження програми.
4. Експлуатація готової програми.

Під програмним забезпеченням розуміють сукупність машинних і алгоритмічних мов програмування, трансляторів, алгоритмів, тестових, службових, прикладних (робочих) програм, а також описи і інструкції по їх застосуванню, що забезпечують технічну експлуатацію і використання машин. В залежності від функціонального призначення розрізняють загальне і спеціальне програмне забезпечення. До першого відносять мови програмування, трансляція, а також службові і тестові (випробовчі) програми; до спеціального – прикладні програми.

Система загального ПЗ включає комплекс випробовчих програм, системи програмування і програми операційної системи.

Випробовчі програми (тестові чи технічного обслуговування) використовуються для контролю роботи, відлагодження і технічної експлуатації окремих пристроїв і ЕОМ в цілому. Це програми контрольних і діагностичних тестів.

Спеціальне програмне забезпечення є додатком до загального програмного забезпечення. Працюють ці програми під керівництвом операційної системи. В спеціальному програмному забезпеченні розрізняють пакети програм, що розширюють можливості ОС (забезпечення роботи комплексів), прикладні програми для вирішення наукових, інженерних, економічних і інших задач. ППП – це набір програмних засобів, розрахованих на певне коло задач і конкретного користувача. Пакети можуть

бути з простою (набір залежних і незалежних) і складною структурою (включає провідну програму, тіло пакета, обслуговуючі програми).

Для того, щоб вибрати найоптимальніше програмне забезпечення, чи розробити його, необхідно користуватись слідуючими принципами:

продуктивність програми. При виборі програми передусім необхідно врахувати “розмір” об’єкту, тобто той обсяг інформації, з яким необхідно працювати програмі. Рекомендується вибирати програму з деяким запасом по продуктивності;

співвідношення затрат й ефекту. Ефект, що принесе куплена (створена) програма повинен переважати над затратами, що пов’язані з її купівлею, доробкою, адаптацією;

контроль і безпека даних. Бажано, щоб всі дані, що введені в програму, були надійно захищені і від несанкціонованого доступу до них, і від випадкового їх знищення. Програма повинна здійснювати контроль над введенням інформації і доступом до неї, а також створювати архівні копії файлів, що містять економічну інформацію;

сумісність. Програма, що купують (розробляють) повинна бути сумісною з організаційною структурою конкретної фірми (підприємства) чи повинна мати можливість пристосування до неї; гнучкість.

При виборі програми необхідно орієнтуватись на те, щоб вибрана програма мала можливість змінюватись при зміні зовнішнього середовища; авторський супровід документацією. Програма повинна мати детальну і легку для використання документацію. Для складної комплексної програми важлива наявність “гарячої” телефонної лінії, завдяки якій в будь-який момент можна звернутись за консультацією до фірми-розробника і отримати необхідну інформацію.

Одним з основних напрямків застосування персональних комп’ютерів є створення програмно-апаратних комплексів, що забезпечують оперативне задоволення інформаційних та обчислювальних потреб спеціалістів, при цьому від користувача не вимагається спеціалізованих знань у галузі

системного та прикладного програмування. Такі апаратно-програмні комплекси називають АРМ (автоматизованими робочими місцями) АРМ - програмно-апаратні комплекси, що забезпечують оперативне задоволення інформаційних та обчислювальних потреб спеціалістів, які націлені на роботу прикладних спеціалістів: бухгалтерів, плановиків, кадровиків, технологів та ін.

АРМи забезпечують:

- зручне введення проблемно-орієнтованої інформації;
- швидкий доступ до раніше введених даних;
- формування та обробку документів складної структури;
- створення особистих картотек, ділових записників тощо.

АРМи почали створюватися в міру накопичення досвіду розробки різних прикладних програмних продуктів типу інтегрованого пакета Microsoft Office, до складу якого входить потужний текстовий редактор Microsoft Word, процесор електронних таблиць Microsoft Excel, система управління базами даних Microsoft Access, процесор презентацій Power Point тощо.

В АРМах усі програмні компоненти взаємно узгоджені між собою і підтримують єдиний стиль взаємовідносин користувача з комп'ютером, який називається «дружнім» інтерфейсом (friendly interface). Такий інтерфейс передбачає мінімум операцій з клавіатурою, наглядне відтворення інформації, просте управління ходом діалогу, швидке передавання даних різним компонентам.

Концепція АРМ передбачає, що подання даних і робота з ними з погляду користувача ґрунтуються на об'єктно-орієнтованому підході, тобто кожна логічно замкнена інформаційна одиниця розглядається як окремий об'єкт, який може бути проаналізований користувачем у різних аспектах. При цьому одні об'єкти можуть бути подані у вигляді таблиць, інші — як текстові документи, а також можна подавати об'єкти і їх характеристики у вигляді діаграм та графіків.

Економісти, бухгалтери, енергетики, й інші працівники управління звичайно працюють з плановими та звітними документами. Крім того, вони використовують різні відомості, довідки, картотеки, записники та інші документи, які часто можуть представлятися у матричному (табличному) вигляді. Для перегляду такої інформації використовується багатовіконний підхід, коли на робочому вікні комп'ютера одночасно в окремих вікнах може бути подана вся потрібна інформація з певною темою.

Користувач, отже, може виконувати такі базові операції:

1. Змінювати текстові або числові дані в окремих комірках довідкової таблиці чи в текстових документах, виведених на екран;
2. Переміщуватися по таблиці або тексту, відкриваючи для перегляду чи зміни інші документи і таблиці, в тому числі й ті, яких у цей час на екрані не видно;
3. Розкривати окремі комірки таблиці чи позиції тексту в документах, викликаючи на екран допоміжні таблиці, текстові документи.

Також передбачається можливість використання графічного відображення даних. Засоби ділової графіки дають можливість користувачеві просто виділити ті дані, які він хоче графічно представити, а комп'ютер сам відобразить їх у вигляді стовпчикових гістограм, лінійних та точечних графіків або кругових діаграм — за бажанням користувача. Засоби ділової графіки підносять наочність відображення числової інформації й особливо часто застосовуються для проведення фінансових аналізів, складання звітної та іншої документації.

Сучасні системи обробки інформації широко застосовують обчислювальні мережі. Працюючи на одному комп'ютері можна звернутися до іншого, який підімкнутий до мережі, і вибрати всі дані, що потрібні для роботи, тобто тепер не треба всі дані тримати в одному місці, а можна користуватися ними за допомогою засобів мережі, викликаючи потрібні дані за потребою. При цьому можна використовувати гіперпосилання на

документи чи таблиці, розміщені в іншому комп'ютері, для їх швидкого перегляду.

2. Специфічні особливості та структурні одиниці технологічної інформації.

Суспільне виробництво характеризується набором технологій, що використовуються галузями. Галузь, в свою чергу, можна розглядати як набір однорідних технологій з різними інтенсивностями їх застосування. Подібно тому, як галузі утворюють в народному господарстві тісно пов'язані блоки (комплекси), технології з'єднуються в біль-менш крупні системи. Такі системи зв'язані з середини потоками засобів виробництва, які для одних технологій представляють собою продукти (відходи) виробництва, а для інших служать ресурсами.

Системою називають сукупність, утворена із кінцевої чисельності елементів, між якими існують визначені відношення. Елемент може одночасно бути системою менших елементів.

Система може бути розділеною на підсистеми різної складності.

Кожна система володіє властивими і чітко її визначаючими властивостями. Сукупність значень властивостей системи у визначальний момент часу називається станом системи.

Перші технологічні системи з'явилися при організації цехів ремісників. Слово "цех" попередньо визначало об'єднання ремісників однієї спеціальності. Ріст продуктивності праці та її якості в таких цехах забезпечувались за рахунок передачі досвіду і прийомів роботи, розповсюдження передових технологічних методів виготовлення продукції, застосування технічних засобів. Цехова структура стала важливим етапом удосконалення виробничих сил суспільства.

Другий етап технологічного розвитку виробничих сил пов'язаний з виникненням виробничих мануфактур, що забезпечили різкий ріст продуктивності праці за рахунок раціональної організації виробництва.

Спрощення окремих операцій та їх строга повторність створили найбільш сприятливі умови для використання техніки. В результаті при тих же прийомах, інструменті і оснащенні, що і в окремих ремісників, робітники мануфактур випускали в десятки і сотні раз більше продукції на одну людину.

Цехи ремісників і виробничі мануфактури відображають найбільш важливі технологічні зв'язки – послідовні і паралельні. Таким чином, в процесі і в результаті суспільного розподілу праці створюються передумови виникнення технологічних систем.

Сучасне виробництво, засноване на останніх досягненнях науки і техніки, повинно бути організовано у вигляді єдиної цілісної організаційно-технологічної системи, яка включає всі стадії і операції основних, допоміжних і обслуговуючих процесів.

Структура системи характеризує внутрішню організацію, порядок і побудову і визначає оптимальне функціонування системи.

Структурою системи називають сукупність її елементів і зв'язків між ними. Система, як правило, складається із великої кількості елементів, пов'язаних між собою і оточуючим середовищем і діючих як єдине ціле. Наприклад, станки, апарати, механізми, агрегати зв'язані між собою транспортними потоками сировини, матеріалів, енергії і т.д. Структура системи залежить від ступеня її складності, ієрархічного рівня, рівня амортизації, спеціалізації і типу технологічних зв'язків. Всі системи розділяються на малі й великі. Малі, як правило, обмежені типовим технологічним процесом.

Класифікація технологічних систем:

1. чотири ієрархічні рівні технологічних систем: технологічний процес, виробничий підрозділ, підприємство, галузь промисловості;
2. три рівні автоматизації: механізовані системи, автоматизовані і автоматичні;

3. три рівні спеціалізації: спеціальна технологічна система, тобто система призначена для виготовлення чи ремонту виробу одного найменування і типорозміру; спеціалізована, тобто призначена для виготовлення чи ремонту групи виробів; універсальна система, яка забезпечує виготовлення виробів з різними конструктивними і технологічними ознаками.

Розглядаючи системи технологічних процесів виробництва, можна виділити системи технологій: паралельні, послідовні і комбіновані.

У сучасних паралельних технологічних системах знайшла своє відображення реміснича цехова структура. Із самого початку розвитку промислових методів виробництва однакові й одно типові технологічні процеси виділялись в окремі групи. Таке виділення пояснюється зручністю управління і обслуговування одно типових механізмів, можливістю удосконалення технологічних прийомів навчання робітників і обміну досвідом. Це сприяє підвищенню продуктивності праці і якості продукції.

За рівнем механізації і автоматизації всі технологічні процеси об'єднуються в три групи:

1. переважно з ручною працею;
2. механізовані технологічні процеси в дискретному виробництві;
3. процеси високоавтоматизованих і безперервних виробництв.

Для технологічних процесів з ручною працею не існує внутрішніх закономірностей розвитку, так як їх ефективність залежить від індивідуальних особливостей працівників.

Механізовані технологічні процеси характеризуються можливістю нарощування техніки для заміни праці робітників на допоміжних ходах і переходах і удосконалення робочих ходів.

Змішані технологічні системи включають механізовані операції з ручною або неозброєною працею. Такі процеси складаються як би із двох систем – одна з якої механізована, а інша не володіє внутрішніми закономірностями розвитку.

Технологічні процеси високоавтоматизованих дискретних виробництв (збірний цех автомашин) і безперервні виробництва (виробництво азотних добрив, хімічна переробка нафти, виробництво електроенергії) сходні по своїм закономірностям і виділяються у самостійну групу. Всі елементи високоавтоматизованих і безперервних технологічних процесів жорстко зв'язані один з одним і характеризуються обмеженою участю людини в їх функціонуванні. Такі технологічні процеси можуть працювати деякий час без зовнішнього впливу. Ці системи володіють особливостями свого науково-технологічного розвитку, зв'язані з удосконаленням їх організаційно-інформаційних процесів і базових технологій.

Все народне господарство можна розглядати як систему технологічних процесів різного рівня, послідовні і паралельні зв'язки яких визначають характер його функціонування.

Із вище викладеного чітко відслідковується взаємозв'язок технологічних і організаційних структур виробництва. По мірі розвитку і зміни технологічних зв'язків змінюється і організаційна структура системи управління ними.

Звідси можна зробити наступні висновки:

1. Організаційні структури управління є відображенням структур технологічних систем.
2. Технологічні зв'язки первинні відносно організаційних.
3. Технологічні процеси та їх системи за своїми законами, організація і управління виробництвом покликані забезпечити їх функціонування і розвиток.

Структуру системи управління формують технологічні зв'язки, найбільш сильні на даному рівні.

Щоб система відповідала своїй меті, а її функціонування було оптимальним, вона повинна бути керованою

Зміна виробничих відносин в Україні обумовлює потребу розширення, застосування прогресивних та базових для кожної галузі технологій.

Впровадження принципово нових технологій повинно базуватися на фундаментальних дослідженнях.

В АПК першочергове завдання – збільшити продуктивність праці у переробній галузі (м'ясна, молочна) не менше як у 1,5 рази, та зменшити втрати на виробництво за рахунок інтенсифікації виробництва. Підвищення якості продукції пов'язано, в основному, із селекцією, технологією виробництва та переробкою продукції.

Основою НТП є створення нових знарядь праці, системи машин, що визначають прогрес в інших галузях народного господарства. Принципово нова техніка складає основу ресурсозберігаючих безвідходних та інших прогресивних технологій.

Наряду з цим, як показала практика, технологія може бути причиною глобальних екологічних проблем. Сьогодні вже виявлено більше 10 тис. токсичних сполук, приблизно 1/5 з них викликає різні пухлини, включаючи злоякісні, що сприяє зниженню продуктивності та якості продукції тваринництва і рослинництва. Це пов'язано із порушенням технології застосування пестицидів, мінеральних добрив. Проблема нітратів, радіонуклідів та пестицидів – наслідок грубого адміністрування, некомпетентії деяких спеціалістів відповідних галузей народного господарства.

Для підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва та переробної промисловості в АПК необхідно вирішити ряд важливих народногосподарських проблем:

1. Створення технологій, при яких витрати сільськогосподарської сировини будуть мінімальними (включаючи безвідходні технології).

2. Підвищення ефективності технологій, в зв'язку з чим повинна вирости віддача на капітальні вкладення у сільськогосподарське виробництво.

3. Створення технологій, що відповідають природним, кліматичним, національним та іншим регіональним особливостям.

4. Визначення в системах технологій найбільш важливих параметрів для контролю їх ефективності відповідно до конкретних умов їх застосування.

3. Форми використання комп'ютерної техніки і програмних засобів

Інформаційні системи в аграрному секторі

Перші уявлення про систему виникли ще в античній філософії, яка висунула ідею тлумачення систем як упорядкованості та цілісності буття.

Нині поняття системи широко використовується в науці і техніці стосовно до багатьох явищ, наприклад Сонячної системи, системи рік, гірської системи. Як про самостійні можна говорити про економічну систему, систему транспорту, систему чисел тощо.

Будь-яка система – це внутрішньо організована сукупність взаємозв'язаних елементів, що утворюють єдине ціле і спільно діють для досягнення поставленої мети.

Елемент – це відособлена частина системи, що має специфічні властивості і особливе призначення. Він виконує певну функцію, не розчленовується при вивченні процесу функціонування системи. Збільшення кількості елементів, що входять до складу системи, зумовлює зростання її складності і внутрішніх зав'язків у ній.

Зв'язки системи поєднують об'єкти (елементи) у системному процесі. Розбивка системи на підсистеми називається декомпозицією.

Системи поділяють за різними ознаками. Так, за складністю виділяють прості, складні і надскладні системи.

У процесі вивчення можна виділяти абстрактні і матеріальні системи.

Розрізняють природні системи і штучні.

Системи поділяють на детерміновані і ймовірні.

Згідно з теорією систем, можна виділити ізоморфні і гомоморфні системи.

По участі в соціальному процесі системи можна поділити на технічні та соціально-економічні.

По видах зв'язку, як уже відмічене, є закриті і відкриті.

Для вивчення явищ і процесів у будь-яких системах нині широко використовується системний підхід. Системний підхід полягає у вивченні найбільш загальних форм організації, передбачає перш за все вивчення частин системи, взаємодію між ними, дослідження процесів, що пов'язують частини системи з її цілями.

З позицій менеджменту системний підхід дає можливість визначати границю системи в цілому і межу оточуючого середовища, встановлювати цілі системи, розробляти структуру програми і побудову матриці програми-елемента, описувати управлінські системи.

Системний підхід у значній мірі реалізується через системний аналіз. Системний аналіз – це сукупність методологічних засобів і практичних прийомів, що використовуються для підготовки, обґрунтування і прийняття рішень із складних проблем. Тобто системний аналіз є найважливішим інструментом для вибору курсу дій при розв'язанні складних проблем за умови невизначеності.

Цілеспрямована діяльність людини без даних, що відображають стан об'єкту управління, неможлива. Від надійності інформації, що характеризує об'єкт, залежить якість управління ним. Інформація як система показників може бути подана в різних формах. Тому, розглядаючи питання інформативності виробничо-економічних ситуацій, явищ, оперують такими поняттями як інформаційна система, інформаційна модель і т.д.

Інформаційна система з точки зору її змісту – сукупність соціальних, економічних, виробничих та інших даних, що відображають внутрішній і зовнішній стан об'єкту управління. Вона є невідемним елементом будь-якої системи управління незалежно від її рівня.

Інформаційні системи, подібно іншим системам поділяються на підсистеми, блоки, комплекси задач, задачі.

Перед усім проводиться обстеження об'єкту комп'ютеризації з метою встановлення:

- ієрархічної і коопераційної структури системи управління;
- узгодження носіїв інформації стосовно елементів системи;
- визначення змісту і обсягу інформації, яка підлягає обробці;
- визначення потоків інформації і взаємозв'язків задач, які вирішуються;
- визначення шляхів подальшого вдосконалення обліково-планової роботи.

При обстеженні застосовуються різні способи виявлення і збору матеріалів, що характеризують інформаційну систему.

Інформаційне моделювання використовується для встановлення кількісних і логічних залежностей між змінними, що характеризують стан показників, які аналізуються.

Завершує побудову моделі системи створення організаційно-технічного завдання. Організаційно-технічне завдання - документ, який визначає вимоги до якості системи. Воно в свою чергу використовується при розробці технічного проекту, прийнятті і оцінці його якості і створенні інформаційної системи.

До складу технічного завдання включаються:

- обґрунтування розробки технічного завдання;
- організаційно-економічна характеристика об'єкту;
- організаційне забезпечення;
- характеристика функціональної частини (складу підсистем та задач, які вирішуються);
- інформаційне забезпечення;
- економічна ефективність запропонованої системи;
- етапи розробки технічного проекту і впровадження його.

В обґрунтування розробки технічного завдання включаються рішення керівних органів, договір, тематичний план і т.д.

Технічні засоби інформації. Ефективність використання засобів обчислювальної техніки в значній мірі залежить від системи її експлуатації. На практиці відомий метод індивідуального (децентралізованого) і централізованого (колективного) використання ЕОМ. Кожний з методів має свої недоліки і переваги.

До переваг централізованого методу можна віднести повне завантаження ЕОМ, якісне технічне обслуговування і комплексність при вирішенні задач. До недоліків даного методу відносять: велика кількість логічних і математичних помилок, в зв'язку з тим, що оператори незнайомі зі специфікою інформації, що обробляють; велика тривалість шляху інформації від виконавця до замовника.

Централізоване використання ЕОМ передбачає їх експлуатацію в певних організаційних формах. Під опрорганізаційною формою розуміють спосіб застосування обчислювальних машин в процесі обробки інформації. При цьому розрізняють машинно-розрахункове бюро, машинно-розрахункову станцію, обчислювальний цент. Їх називають обчислювальними установами або підприємствами. Вони бувають індивідуальні і колективні (кущові). Обчислювальні установи є підприємствами, що забезпечують реалізацію інформаційних процесів управління виробництвом. Задача обчислювальних установ полягає в наданні послуг з автоматизованої обробки інформації для різних користувачів.

До переваг індивідуального методу використання ЕОМ можна віднести: швидке отримання інформації по мірі необхідності; відсутність логічних і математичних помилок, оскільки спеціаліст є одночасно користувачем і оператором ЕОМ. До недоліків даного методу можна віднести: нерівномірність завантаження ЕОМ, необхідність залучення спеціалістів зі сторони для технічного обслуговування ЕОМ.

При індивідуальному методі ЕОМ розташовані безпосередньо на робочих місцях спеціалістів.

Можливе також комбіноване використання ОТ.

Сучасний період характеризується активним розвитком ЕОМ. Це дозволило виконувати обробку інформації безпосередньо в господарствах. З'явилась можливість автоматизувати вирішення різних функціональних задач, тобто створення в господарстві автоматизованих робочих місць.

Доцільність такого переходу полягає в тому, що кожен об'єкт, працюючи в умовах переходу до ринку, повинен мати необхідну сукупність даних в будь-який період часу і по всіх показниках, що його характеризують.

В загальному випадку під АРМ розуміють робоче місце виконавця управлінських функцій, забезпечене мікроЕОМ, за допомогою якої спеціалістами по відповідних аморитмах автоматизовано виконуються операції обробки інформації.

Всі АРМ можна поділити на дві великі групи:

1. По організаційних формах використання обчислювальної техніки: централізовані, децентралізовані;
2. По виконанню управлінських функцій.

Під АРМ розуміється спеціалізована діалогова людино-машинна система програмно-апаратних засобів, що використовується спеціалістом на всіх етапах технології автоматизованого вирішення задач. Оптимальне функціонування АРМ передбачає виконання наступних вимог:

оперативної обробки даних в режимі реального часу;
автоматизованого отримання форм первинних документів;
вирішення в структурі АРМ задач оптимального розвитку галузі господарства;

створення на базі АРМ внутрішньо-господарської і міжгосподарської багаторівневої інформаційно-обчислювальної системи;

прямого доступу користувача до системи;

можливості альтернативних рішень по алгоритму "Що буде – якщо".

Метою АРМ є підвищення функціональної ефективності роботи спеціалістів.

Мережі ЕОМ називається система взаємопов'язаних і розподілених по фіксованій території ЕОМ, що орієнтована на колективне використання загально-мережевих ресурсів: апаратних, програмних і інформаційних. Головне призначення мережі – забезпечення зручного і надійного доступу користувачів до розподілених по певній території загально-мережевих ресурсів і організація колективного їх використання.

Для мережі принципове значення мають наступні обставини:

ЕОМ, що знаходяться в різних центрах обробки і належать до однієї і тієї ж мережі, зв'язуються між собою автоматично;

кожна ЕОМ мережі повинна бути пристосована як для роботи в автономному режимі під управлінням своєї операційної системи, так і для роботи в якості складової ланки мережі.

Основними елементами макроструктури мереж є ОЦ, абонентські пункти, системи передачі даних, що пов'язують їх.

Характеризуючи можливості тієї чи іншої обчислювальної мережі слід оцінювати її апаратне, програмне, інформаційне забезпечення.

Технічне забезпечення складають ЕОМ різних типів, засоби зв'язку, обладнання абонентських пунктів. Головна вимога до ЕОМ мереж – універсальність.

Інформаційне забезпечення мережі – єдиний інформаційний фонд, орієнтований на задачі, що вирішуються в мережі, що містить масиви даних загального застосування.

Програмне забезпечення мережі призначено для організації колективного доступу до її ресурсів; динамічного розподілу і перерозподілу.

Обчислювальні мережі можна класифікувати по ряду ознак: по степені територіальної розкиданості. Вони поділяються на глобальні, що охоплюють територію країни або декількох країн з відстанню між ланками мережі від сотень до декількох тисяч кілометрів; регіональні мережі, розміщені в межах певного територіального регіону; локальні мережі, що охоплюють порівняно незначну територію (в радіусі 1-10 км).

По своєму головному функціональному призначенню можна виділити: інформаційні, обчислювальні і інформаційно-обчислювальні мережі. Інформаційні мережі постачають в основному інформаційне обслуговування. Обчислювальні мережі відрізняються наявністю потужних обчислювальних засобів. В інформаційно-обчислювальних мережах здійснюється передача даних і вирішення різноманітних задач.

По способу зберігання і доставки інформації поділяють на: мережі з централізованим банком даних, територіально розміщеним в головному ОЦ мережі; мережі з локальним банком даних; мережі з спеціалізованими розподіленими банками даних; мережі, що не містять банків даних. В ОЦ таких мереж зберігається індивідуальні масиви інформації.

По методу передачі даних розрізняють мережі з комутацією повідомлень, з комутацією пакетів повідомлень, зі змішаною комутацією.

По способу з'єднання абонентських пунктів: зіркові, кільцеві, комбіновані.

4. Робота в умовах АПК

Обчислювальна техніка все більш широко використовується не тільки для автоматизації виробництва, але і в самих різних його сферах.

Комп'ютеризація це основа технічного переозброєння виробництва, необхідна умова підвищення його ефективності. На базі ЕОМ і мікропроцесорів створюються технологічні комплекси, машини і обладнання, вимірювальні, регулювальні і інформаційні системи, ведуться проектно-конструкторські роботи і наукові дослідження, здійснюється інформаційне обслуговування, навчання і багато іншого, що забезпечує підвищення суспільної і індивідуальної продуктивності праці, створення умов для всебічного і гармонійного розвитку особистості.

Комп'ютеризація має стати звичайним, повсякденним явищем: персональна електронно-обчислювальна машина (ПЕОМ) ввійде у побут та на виробництво, подібно до холодильника, пральної машини, телефону у

побути. Це стає можливим завдяки мініатюризації обчислювальних пристроїв. За прогнозами, протягом найближчих 5-6 років світовий випуск ПЕОМ досягне 40 млн. штук на рік.

Революційні зміни найважливіших параметрів електронно-обчислювальної техніки за останні десятиріччя призвели до кардинальних змін у галузі інформаційної техніки та технології, які можна визначити як перехід до так званої безпаперової інформації. Цей перехід ми спостерігаємо навіть у ветеринарії. Все більше і більше звітів і виписок формуються саме за допомогою програм, а не рукописно, як це було декілька років тому.

Звичайно, у суспільстві все ще існує так звана паперова інформація, але головним носієм інформації все більше стає пам'ять комп'ютера, тобто безпаперова інформація.

Отже метою нашого дослідження стане аналіз можливості і перспектив впровадженні інформаційних технологій у виробництво.

Нові технології дуже швидко пішли по планеті. Майже всі галузі людського життя отримали нові можливості. Наша планета отримала друге дихання.

Завоювавши собі місце під сонцем, комп'ютерні технології не зупинилися, а активно продовжили нарощувати свою експансію. Продуктивність персональних комп'ютерів приблизно за десять років зросла в декілька тисяч разів, а їх вартість навпаки, неухильно і невідворотно знизилася. ПК стали долею не тільки одних лише НДІ, вони з'явилися майже у всіх організаціях. Також безліч приватних користувачів отримали можливість похвалитися потужним комп'ютером у себе вдома.

Персональні комп'ютери полегшили роботу лікарям і вчителям, пожежникам і міліціонерам, бухгалтерам, а також представникам інших професій. Сьогодні важко зустріти студента, який при підготовці до занять не використав би комп'ютер. І не важливо, чи користується він електронною бібліотекою, чи пише роботи сам або викачує готові реферати, вірний ПК завжди до його послуг.

Специфіка сучасного стану людства характеризується, як це завжди було на кордоні змін епох, переосмисленням традиційних світоглядних установок до світу і людини, існуючих еталонів пізнання, парадигми наук, культурних цінностей і т.п. Глобальна комп'ютеризація і технізація життєвого простору призводить сучасне наукове співтовариство до усвідомлення меж технологічного впливу на світ.

Ми рухаємося до іншого рівня свідомості. І питання полягає в тому, наскільки швидко ми доростемо до того, хто ми є насправді. Розвиток комп'ютерних технологій привів до можливості створення віртуальної реальності.

Нам потрібно пристосовуватися до світу в якому невід'ємну частину займають інформаційні технології.

Відповідь досить проста. При комп'ютеризації технологічного процесу ми автоматизуємо виробництво, чи іншу діяльність, тим самим збільшуючи продуктивність праці робітників і управлінського персоналу, збільшуючи дохід.

Одна з основних цілей автоматизації - забезпечити кожного співробітника, що відноситься до будь-якого підрозділу підприємства, інформацією в той час і в тій формі та обсязі, які йому необхідні. Для цього необхідна єдина інтегрована база даних підприємства, відповідним чином обладнані автоматизовані робочі місця (АРМ) для кожного зі співробітників. Такий підхід має на увазі комплексну автоматизацію підприємства, тобто створення комп'ютеризованої системи управління підприємством у цілому, в якому підсистеми повинні взаємодіяти, надавати оперативний доступ до інформації, підтримувати прийняття рішення і т.п.

Згідно досліджень к.е.н. Дідковської Л.І. впровадження інноваційних розробок в аграрній сфері – це необхідність, обумовлена конкурентними умовами виробництва сільськогосподарської продукції. Для формування конкурентоспроможного сільськогосподарського виробництва слід подолати негативну тенденцію погіршення кількісних та якісних показників

матеріально-технічних ресурсів, а також здійснити інноваційне техніко-технологічне оновлення національної агросфери.

Багатолітня практика свідчить, що з допомогою добре налагодженого матеріально-технічного забезпечення АПК досягається інтенсифікація сільськогосподарського виробництва, знижується собівартість продукції, підвищується врожайність культур та, як наслідок, зростає добробут селян.

Згідно із «Комплексною програмою підтримки розвитку українського села на період до 2015 року» обсяг валової продукції сільського господарства має зрости до рівня 1990 року (146 млрд грн. у порівняних цінах 2015 року), що на 40% більше ніж у 2012 році (104 млрд грн).

Протягом останніх років дещо покращився інвестиційний стан АПК, зокрема, у 2018 р. інвестиції в основний капітал сільського господарства, мисливства та пов'язаних з ними послуг становив 16681 млн грн, або 7,1% від загальних інвестицій в основний капітал (233081 млн грн). Для порівняння, у 2010 р. було інвестовано 1552 млн грн, що становило 4,8% від загальних інвестицій (32573 млн грн). Отже, на протязі останніх восьми років інвестування у сільськогосподарську діяльність зросло у 10,7 разів у фактичних цінах і в 8 разів у порівняних. На жаль, у кризовому 2019 р. аграрні інвестиції скоротилися вдвічі. Звичайно сучасний інвестиційний стан не дозволяє забезпечити повне техніко-технологічне інноваційне переозброєння сільськогосподарського виробництва. Проте потрібно працювати над автоматизацією і збільшенням продуктивності праці.

Створення інформаційних систем управління народним господарством на основі комп'ютерних технологій — невіддільна складова об'єктивного процесу інформатизації сучасного суспільства. Завдяки машинному виконанню технічних операцій полегшується праця управлінців, підвищується продуктивність. Аграрний управлінський процес швидко позбавляється від ознак рутинності, дедалі виразніше набуває творчого характеру.

Неможливість здійснювати управління традиційними методами на більшості сільськогосподарських об'єктів пов'язана зі значним зростанням обсягу інформації, ускладненням у ринкових умовах зв'язків, появою нових задач, методів і засобів управління. Ріст економічної інформації, у свою чергу, пов'язаний з ускладненням економічних зв'язків, зростанням обсягів виробництва (за винятком відомого спаду в останні роки) і пов'язаним з ним збільшенням документації, розширенням і поглибленням аналітичних розрахунків.

Ускладнення економічних зв'язків у ринкових умовах зумовлене загальною економічною ситуацією в країні, інфляційними процесами, коливаннями цін та іншими факторами у взаємовідносинах між постачальниками і покупцями.

Суттєво змінюють управлінську роботу, у тому числі й в аграрному менеджменті, численні новітні технології, нові задачі та методи їх розв'язування. Навіть у сільському господарстві, де сторіччями відшліфовувалися стабільні технології, останнім часом створюється багато нових технологій, що потребують також і іншого управлінського підходу. У рослинництві почали використовувати керовані ЕОМ роботи для пересадження рослин (близько половини рослин, що забезпечують населення продуктами споживання, на певному етапі необхідно пересаджувати), а це важливо за умов дефіциту трудових ресурсів і зростання рівня оплати праці.

На всесвітній виставці «Експо-95» в Осаці демонструвалось «томатне дерево», вирощуване під управлінням ЕОМ. Воно живилося з використанням гідропоніки і регульованих розчинів, сонячні промені подавались спеціальними світловодами з відфільтровуванням шкідливих для рослини променів. За 8 місяців таке «дерево» розрослося діаметром до 10 метрів і дало 12 тис. штук помідорів.

Так само можливо вирощувати огірки, баштанні, зелень тощо. У Дніпропетровській області вирощують рослини в шахтних виробках з використанням регульованого штучного освітлення і живлення (нині в

Україні площа виробок, що рекомендуються для використання, становить понад 3,5 млн).

Великі можливості відкривають нові технології і у тваринництві. У молочному скотарстві, наприклад, за допомогою автоматики й обчислювальної техніки можна створити своєрідний конвеєр з випасанням у загонах, годівлею в приміщеннях, доїнням, контролем стану тварин. Роботи й мікропроцесори можуть відчутно потіснити на фермах скотарів і доярок. При цьому вони здатні давати значно повнішу інформацію про кожну корову. Передавання такої інформації до ЕОМ забезпечують спеціальні датчики-ампули, що вживлюються в складки шкіри тварини. Це дозволяє ще в початковій стадії діагностувати й виліковувати хвороби, виявляти зміни біологічних циклів, регулювати годівлю й надої, враховуючи індивідуальні особливості кожної тварини.

В організації управління, за висловлюванням творця вітчизняної кібернетики академіка В.М. Глушкова, періодично виникають інформаційні бар'єри: перший — коли з управлінням уже не здатна впоратися одна людина, другий — коли цього не можуть зробити великі колективи людей. У розвинених країнах цей бар'єр долають з допомогою ЕОМ.

Використання ЕОМ потребує також поява нових і вдосконалення технологій розв'язування давно відомих задач. ЕОМ дали змогу швидко розгорнути освоєння космосу, а це, у свою чергу, забезпечило, зокрема, підвищення точності прогнозування погоди (знову ж за допомогою ЕОМ, які постачають раніше не доступні дані) — надзвичайно важливого фактора в управлінні сільськогосподарським виробництвом. До того ж і в окремих сільськогосподарських підприємствах вирішуються нові оптимізаційні та інші задачі, що підвищують культуру, якість і ефективність управління. У галузі сільського господарства на базі потужних персональних комп'ютерів (ПК) створюються експертні системи з базами знань різних спеціалістів, використання яких разом з математичним моделюванням біологічних, економічних та інших процесів піднесе рівень виробництва та дієвість

управління. Цьому сприятиме також підвищення оперативності інформації за рахунок нових комунікаційних засобів, локальних і глобальних мереж, розширення можливостей засобів реєстрації, збору й обробки інформації, контролю виробництва та якості продукції.

Останнім часом у країнах Західної Європи важливого значення надають розробці та використанню на практиці сучасного обладнання для ветеринарно-санітарного обслуговування тварин. Це насамперед станки для ветеринарної обробки тварин, установки для дезінфекційної обробки поверхонь тваринницьких приміщень та обладнання, а також пристрої для профілактичного оброблення вимені й дійок корів після доїння, електронні пристрої для діагностики субклінічної форми маститу в корів, сканери, еструальні детектори. Крім того, низка оригінальних пристосувань для обслуговування тварин, наприклад, щітки автоматичні для чесання та очищення тулубу корів. При цьому враховуються, здається, найменші дрібниці: технологічні, фізіологічні чи функціональні, які зрештою мають важливе значення під час практичного обслуговування тварин. Комп'ютеризація невід'ємна складова кожного підприємства, фермерського господарства, чи навіть малої ветеринарної клініки.

Чим більше впроваджуються комп'ютерні технології у діяльність господарства, тим більший буде кінцевий прибуток і менші затрати на ведення діяльності.

Автоматизація позитивно впливає на кінцевий результат, проте, щоб забезпечити якісне функціонування даної сфери, потрібно підібрати відповідний якісний персонал.

Зміст звіту

1. Мета і програма роботи.
2. Теоретичні відомості.
3. Електричні схеми.
4. Перелік обладнання і вимірювальних приладів.
5. Таблиці експериментальних і розрахункових даних .
6. Графіки залежностей.
7. Висновки.

Контрольні запитання

1. Назвіть програмно-апаратні комплекси, що забезпечують оперативне задоволення інформаційних та обчислювальних потреб спеціалістів.
2. Назвіть етапи розв'язання задач з використанням прикладного програмного забезпечення.
3. Наведіть приклади.
4. Як створюються інформаційні систем управління.
5. Для чого комп'ютеризувати робочі місця?
6. Обчислювальні мережі можна класифікувати по ряду ознак.
7. Головна вимога до ЕОМ мереж – універсальність.
8. До програмного забезпечення відносять програмні засоби.
9. Основні етапи розв'язання прикладних задач із використанням комп'ютера.

Практична робота №2

Системи керування електроприводу вентиляторних установок

Мета роботи: Вивчити системи керування електроприводу вентиляторних установок, навчитися будувати імітаційну модель вентиляторної установки в середовищі MATLAB & Simulink.

План

1. Сучасні системи управління повітряним середовищем у приміщені.
2. Огляд динаміки та енергетичних характеристик вентиляторних установок з регульованим електроприводом.
3. Структурна схема об'єкта регулювання і передавальні функції окремих ланок.

Теоретичні відомості та порядок виконання роботи

1. Сучасні системи управління повітряним середовищем у приміщені.

Головними поняттями теорії системи управління є системами та управління. Система - сукупність пов'язаних між собою елементів, об'єктів або процесів, що взаємодіють один з одним і з середовищем за певним законів.

У наведеному визначенні необхідно звернути увагу на слова *взаємодія з середовищем*. Будь-яка система не може існувати окремо і завжди схильна до впливу ззовні, що необхідно враховувати при її вивченні або створенні.

Управління - це сукупність дій, які забезпечують підтримку або зміну протікаючих технологічних процесів, відповідно до заданої програми.

Система управління - це сукупність об'єкта управління (керованого технологічного процесу) і пристроїв, що управляють, взаємодією яких забезпечує порівняння процесу, відповідно до заданої програми.

Вплив - чинники, що змінюють стан технологічного процесу в об'єкті

управління.

Система управління, у якій підтримка заданого процесу виконується без участі людини-оператора, називається *системою автоматичного управління(САУ)*[8].

Системи управління технологічними процесами , у яких пристроями, що управляють, є автоматичні пристрої, обчислювальні машини і людина, називаються автоматизованими системами управління технологічними процесами (АСУ ТП).

Для будь-яких видів об'єктів, незалежно від класу і складності, діє один з основних принципів управління – принцип зворотного зв'язку. Суть принципу полягає у виробленні дії, що управляють, на об'єкт на підставі даних про стан процесу в конкретний момент часу і їх порівняння із заданим параметрами.

Параметри мікроклімату встановлюються залежно від санітарно-гігієнічних (комфортних) або технологічних вимог до умов внутрішнього середовища. При призначенні параметрів за технологічними вимогами враховується різноманітність їх зв'язків з технологічним процесом.

Зазвичай система клімат-контролю включає декілька рівнів. Мікроклімат у приміщеннях забезпечуються безліччю різноманітних пристроїв. Через це для комплексної системи клімат-контролю існує необхідність забезпечення злагодженого керування усіма цими пристроями.

Прогресивним на сьогодні методом є централізоване управління всіма пристроями за допомогою автоматики – спеціальної системи для контролю та управління приладами і механізмами.

Для нормального функціонування САУ провітрюванням повинна складатися з наступних необхідних елементів:

1. Керуюча машина - центральна ланка системи, яка отримує та обробляє всю інформацію про вентиляційну мережу і видає команди виконавчим органам регуляторів.

2. Датчики - пристрої, що сигналізують керуючій машині про зміну

витрат повітря.

3. Регулятори - механізми, за допомогою яких керуюча машина розподіляє повітря в мережі.

Завдання управління полягає не тільки у знаходженні будь-якого рішення і навіть не всього можливого діапазону рішень, а у виборі одного з низки можливих рішень за певним критерієм якості управління.

На сьогодні розглядається декілька способів управління системою клімат – контролю. По-перше, можливість установити відповідний сценарій клімат-контролю заздалегідь. Наприклад, [9-11] система може реагувати на людей, що з'явилися в приміщенні, і самостійно почати регулювати температуру. По-друге, управління кліматом може здійснюватись через датчики, які будуть стежити за тим, щоб температура не піднімалась за межі встановлених норм. По-третє, це можливість управління системою клімат-контролю за таймером. Так само системою клімат-контролю зазвичай можна управляти ручним способом, завдяки термостатам або сенсорній панелі, на якій можна задавати необхідну в даний момент температуру.

Залежно від конкретних умов об'єкта застосовують різні види систем з кількісним регулюванням. При цьому враховується коливання теплового навантаження приміщення, необхідна точність підтримки параметрів, необхідність зонування, конструктивні можливості та інші чинники.

Окрім цього, має місце завдання різного клімату у різних приміщеннях. Сюди також можна віднести можливість управління кліматом за графіком, який може гнучко змінюватися для різних днів тижня. З розвитком техніки з'явилась можливість віддалено керувати кліматом через Інтернет або мобільний телефон, чи комп'ютера адміністратора. Існує також і можливість автоматичного використовувати для опалювання різні енергоресурси, залежно від добових змін тарифікації та оптимальної роботи устаткування, з метою енергозбереження.

Основною системою управління мікрокліматом є електроні програмовані (рідше не програмовані) елементи - контролери. В них

зкладається алгоритм управління всіма ввімкненими в систему пристроями і механізмами (підсистемами).

В умовах систем вентиляції (СВ) системи автоматичного регулювання (САР) застосовують для виконання функції :

- Регулювання, тобто підтримки температури на бажаному рівні в заздалегідь заданих межах;
- Забезпечення безпеки, тобто попередження перевищення температури і запобігання виходу цього параметру за безмежні межі;
- Управління, тобто вимкнення і ввімкнення СВ у відповідні моменти часу у заздалегідь заданій послідовності для забезпечення економічності системи вентиляції.

Автоматичне регулювання температурою та іншими параметрами у вентиляваному приміщенні потрібне для : підтримки параметрів повітряного середовища приміщення, необхідних для ефективної роботи людей, правильності різних технологічних процесів; запобігання перегріванню і переохолодженню приміщення, які призводять до невиправданих витрат енергії; надання можливості користувачам реалізувати власні вимоги відносно температури в заздалегідь зазначених розумних межах.

Дуже важливо, щоб СВ і САР проектувались разом. Повітрянагрівачі, повітроохолоджувачі та їх регулювальні клапани і засувки мають бути правильно підібрані. Ефект запізнювання в САР[12] потребує аналізування.

По суті САР складається з контролера, тобто регулювального пристрою і джерела енергії.

2. Огляд динаміки та енергетичних характеристик вентиляторних установок з регульованим електроприводом

При проектуванні і експлуатації вентиляційних установок необхідно забезпечити правильний вибір робочої точки, в якій продуктивність і тиск вентилятора відповідають характеристиці регульованого електроприводу

змінного струму в якості приводу вентиляційної установки. В даний час в літературних джерелах вентиляційні установки розглядаються як єдиний технологічний комплекс спільно з електроприводом, а при проведенні досліджень режимів їх роботи в основному використовуються методи структурного моделювання. В цьому випадку здійснюється оцінка динаміки поведінки системи, проте відсутня можливість отримання інформації про енергетичні характеристики. Тому варто використовувати комп'ютерні дослідження для коректного функціонування реальних вентиляційних установок.

У роботі вентиляторна установка представлена у вигляді єдиного технологічного комплексу, до складу якого входять: безпосередньо вентилятор і електропривод. Вибір структури електроприводу з частотно регульованим короткозамкненим асинхронним електродвигуном пов'язаний з рекомендаціями провідних фірм-виробників і масовим застосуванням в даний час такої електромеханічної системи для турбомеханізмів, особливо для вентиляторів.

Для прикладу розглянемо відцентровий вентилятор головного провітрювання шахт і копалень ВЦ-16 (продуктивність 19,2 м³ / с, тиск 3110 Па, коефіцієнт корисної дії 0,85) з приводним асинхронним короткозамкненим електродвигуном ВА02-2802,10 (потужність 75 кВт, напруга 380 В, частота обертання 1000 об / хв).

Для проведення досліджень в середовищі MATLAB розроблена спеціальна імітаційна модель (рис. 2.1), яка складається з декількох функціонально об'єднаних складових частин: віртуальної (силовий канал електроприводу), структурної (система управління) і математичної (вентилятор).

Моделювання та побудова імітаційна модель вентиляторної установки (навчитися моделювати)

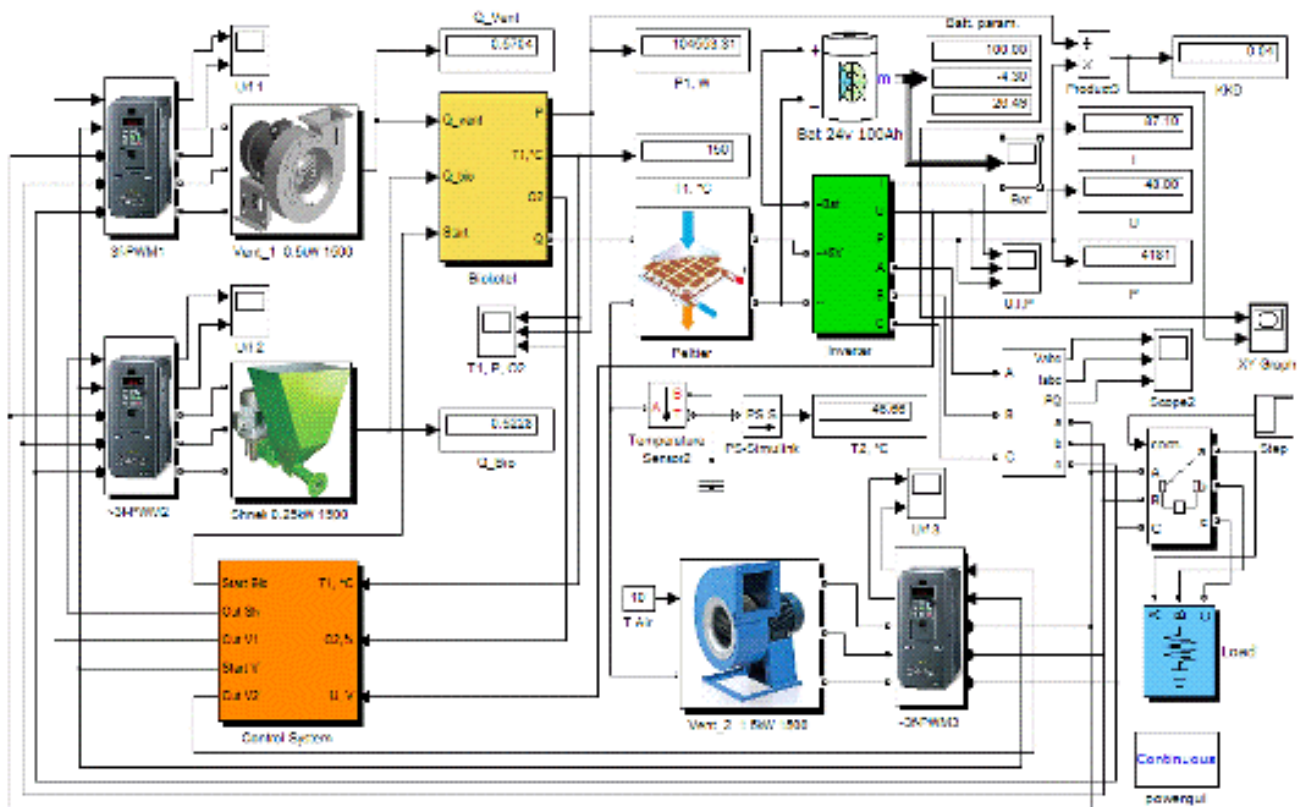


Рисунок 2.1 - Імітаційна модель вентиляторної установки

Силовий канал частотно-регульованого асинхронного електроприводу виконаний на основі віртуальних блоків спеціалізованого пакета SimPower Systems за схемою перетворювача частоти з проміжною ланкою постійного струму і включає в себе наступні елементи (в дужках вказані основні параметри, що вводяться в поля налаштувань блоків в системі одиниць СИ):

АС - трифазна мережа змінного струму (лінійна напруга, частота мережі, опір і індуктивність джерела);

QF - силовий автоматичний вимикач на вході (опір в замкнутому стані);

AQF - блок управління автоматом (час подачі сигналів на включення/виключення);

UVI - трифазні датчики напруг і струмів (Вид накладень - лінійні або фазні);

LF - фільтр електромагнітної сумісності перетворювача частоти з мережею (опір і індуктивність);

U – випрямляч на діодах (опір вентилів, падіння напруги на них).

VT - транзистор IGBT (опір) підключення гальмівного резистора R (опір);

C - конденсаторний фільтр в ланці постійного струму (ємність);

UV - датчик напруги в ланці постійного струму (відсутні);

UZ - автономний інвертор напруги перетворювача частоти на транзисторних IGBT-модулях (опір у відкритому стані, падіння напруги на транзисторах і зворотних діодів);

M - асинхронний електродвигун з короткозамкненим ротором (потужність, напруга, частота мережі; опір і індуктивність статора; наведені до статора опір і індуктивність ротора; взаємна індуктивність; момент інерції, коефіцієнт тертя, число пар полюсів; початковий стан машини).

Залежно від технологічної ситуації управління вентиляторною установкою можна здійснювати за швидкістю ω , продуктивності Q або тиску H за рахунок введення в систему керування електроприводом негативного зворотного зв'язку по необхідній координаті. Оскільки швидкість і продуктивність вентилятора пов'язані між собою лінійною залежністю, то поведінка системи більш менш очевидна, тому варто розглянути можливості регулювання безпосередньо тиску вентилятора.

Система керування електроприводом побудована за сучасною структурою з одним цифровим ПД-регулятором тиску АН. На вході встановлено стандартний задатчик інтенсивності першого порядку АІ-1, який містить послідовно з'єднані нелінійний елемент з релейною характеристикою і цифровий інтегратор, охоплені одиничним негативним зворотнім зв'язком. Роль оператора машиніста виконує блок заданих значень тиску ЕН. Функціональний перетворювач FP формує рекомендований для вентиляторів закон управління $U / f^2 = const$

Система управління автономним інвертором АUZ забезпечує режим ШІМ-модуляції із заданою частота комутації вентилів.

Управління блоком гальмівного резистора забезпечує нелінійний елемент AV відносно величини задається блоком EV максимальної напруги в

ланці постійного струму. Всі елементи керуючого каналу реалізовані на базі блоків основного пакету Simulink.

За допомогою віртуального осцилографа Scope1 є можливість фіксації характеру протікання перехідних процесів основних контрольованих координат: тиску, електромагнітного і статичного моментів двигуна (рис. 2.2, а).

Отримані діаграми, демонструють високу точність відпрацювання регульованою координатою по тиску в діапазоні $D = 2:1$. Стрибок моменту на початку запуску обумовлений пасивним характером навантаження при наявності моменту холостого ходу, з чим пов'язано деяке запізнювання по тиску на початку пуску.

Енергетичні показники асинхронного електроприводу вентилятора з частотним регулюванням визначаються підсистемою ВЕ, основний елемент якої є блок Active& Reactive Power, який з трифазної системи напруг і струмів після автоматичного вимикача виділяє активну P_1 і реактивну Q_1 складові споживаної потужності. За відомим залежностям визначаються повна потужність $S_1 = (P_1^2 + Q_1^2)^{1/2}$ коефіцієнт потужності $\cos \varphi = P_1 / S_1$, і коефіцієнт корисної $\eta = P_1 / P_2$, при цьому визначається і механічна потужність на валу двигуна $P_2 = M \cdot \omega$.

Протікання енергетичних процесів фіксує осцилографом Scope2 (див. рис. 2.2, б), який виконаний чотирьохканальним відносно повної реактивної потужності, активної і механічної потужності коефіцієнта потужності, коефіцієнта корисної дії.

Слід зазначити незначне споживання частотно-регульованим електроприводом вентиляторної установки реактивної потужності, що дозволяє отримати $\cos \varphi = 0,96$ і вище, при цьому і коефіцієнт корисної дії досить високий $\eta \geq 0,95$

Модель самого вентилятора зібрана на базі універсального математичного блоку F_{cn} пакета Simulink, який по суті являє собою обчислювач необхідних функцій.

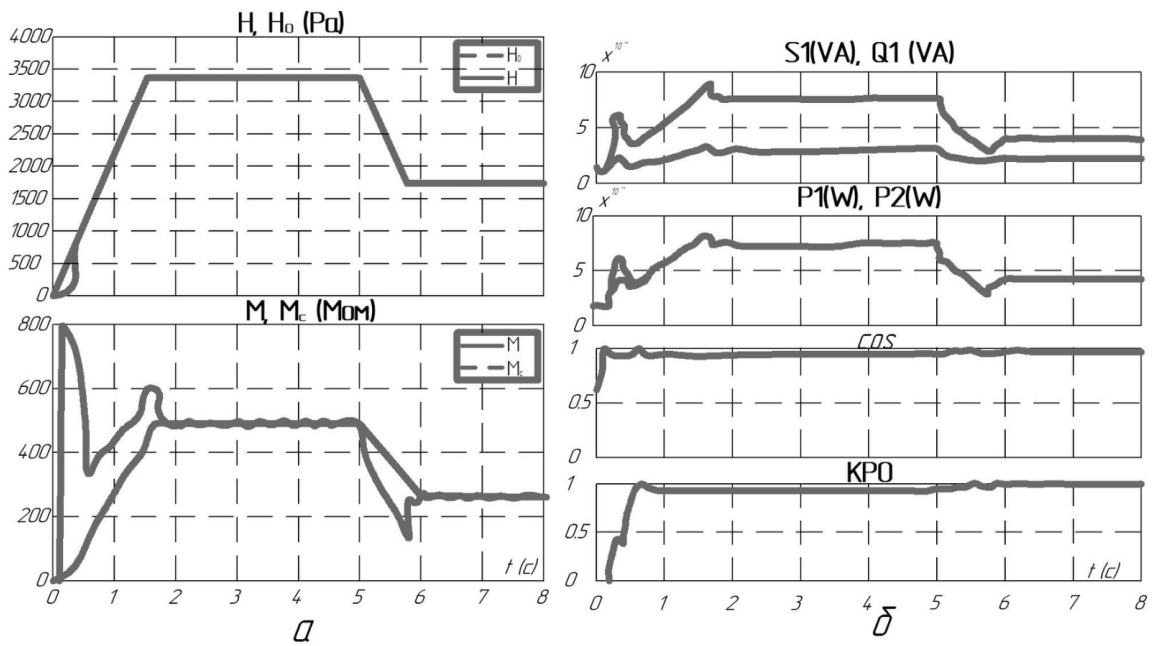


Рисунок 2.2 - Графіки перехідних процесів вентиляторної установки:
 а – технологічні, б – енергетичні

Блоки Fcn1 і Fcn2 – реалізують залежність від швидкості відповідно продуктивності $Q = f(\omega)$ и тиск $H = f(\omega)$ вентилятора:

$$Q = Q_{ном} \cdot \frac{\omega}{\omega_{ном}}, \quad (2.1)$$

$$H = H_{ном} \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_{ном}} \right)^2, \quad (2.2)$$

де $Q_{ном}$ - номінальна продуктивність вентилятора (паспортні дані), $м^3 / с$;

$\omega_{ном}$ - номінальна робоча кутова швидкість двигуна (знаходиться по аеродинамічним характеристикам вентилятора), $1/с$;

$H_{ном}$ - номінальне повний тиск вентилятора (паспортні дані), Па.

Блок Fcn3 – обчислює момент статичного опору $M_c = f(\omega)$

$$M_c = M_{xx} + (M_{в.ном} - M_{чч}) \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_{ном}} \right)^2, \quad (2.3)$$

$$M_{в.ном} = \frac{Q_{ном} \cdot H_{ном}}{\eta_{в.ном} \cdot \omega_{ном}}, \quad (2.4)$$

де $M_{в.ном}$ - номінальний момент вентилятора, Н*м; $M_{xx} \approx 0,05 \cdot M_{в.ном}$ -

момент холостого ходу, N^*m ; $\eta_{в.ном}$ - номінальне значення ККД вентилятора.

Необхідні для реалізації наведених формул номінальні значення параметрів задаються блоками С1 ... С7 у вигляді констант. Використовуючи об'єднувач $M_{ик}$ обчислювачі вибирають необхідні сигнали і формують на виході поточні значення відповідних величин Q , H , M_c . Візуалізацію роботи моделі у вигляді фазових траєкторій забезпечують добудовники графіків ХУ1- характеристика $H = f(Q)$ (рис. 2.3, а) і ХУ2 - залежність $\omega = f(M_c)$ (рис. 2.3, б).

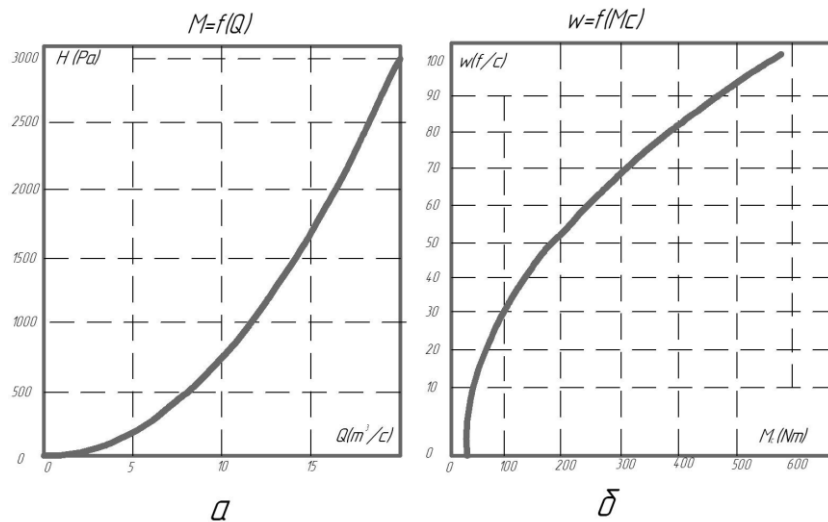


Рисунок 2.3 - Статичні характеристики вентилятора:

а - $H = f(Q)$, б - $\omega = f(M_c)$

Залежність $H = f(Q)$ визначає оптимальні значення робочих точок вентиляційної мережі для будь-якого значення швидкості приводного двигуна вентилятора ω .

Графік $\omega = f(M_c)$ характеризує вентиляторний характер зміни навантаження з підвищеною точністю розрахунків, так як при визначенні значення моменту опору M_c в будь-який момент часу враховується величина кутової швидкості омега.

Отримані результати показують, що синтезована імітаційна модель вентиляційної установки дозволяє оцінити не тільки динаміку поведінки системи, а й енергетичні показники в разі використання віртуальної складової, котра враховує функціонування реальних електротехнічних елементів системи електроприводу.

Модель є універсальною для вентиляторів з частотно-регульованим електроприводом. Для отримання статичних, динамічних та енергетичних характеристик вентиляційної установки необхідно задати тільки номінальні параметри вентилятора і приводного електродвигуна[13].

3. Структурна схема об'єкта регулювання і передавальні функції окремих ланок

Асинхронний двигун не являє собою лінійну ланку. Для повного аналізу використовують складні математичні моделі і ЕОМ.

А при умові не насичення магнітного кола двигуна, симетричності фаз і т.д. найчастіше використовують еквівалентну двохфазову модель двигуна у векторній формі.

Але найбільш спрощену модель можна отримати при лінеаризації робочої ділянки механічної характеристики. При цьому передатна функція регульованого двигуна може бути записана у вигляді аперіодичної ланки:

$$W(p) = \frac{M_D}{\omega_0 - \omega} = \frac{\beta}{T_\omega p + 1} \quad (2.5)$$

В даному випадку вихідною координатою є момент на валу двигуна, тобто він розглядається як джерело моменту. У цьому випадку момент інерції самого двигуна доцільно віднесений до передавального пристрою ЕП.

Якщо доповнити передавальну функцію двигуна $W(p)$ ланкою K_D , що пов'язує керуючий вплив, в нашому випадку частоту, з різницею $\omega_0 - \omega$, а так же функцією передачі механічної частини у вигляді одномасової схеми, тоді ми можемо отримати структурну схему асинхронного двигуна. А при доповненні цієї схеми передавальної функції тиристорного регулятора напруги, яка може бути представлена у вигляді:

$$W_{TPH}(p) = \frac{K_{TPH}}{T_\mu p + 1} \quad (2.6)$$

ми отримаємо необхідну структурну схему об'єкта регулювання.

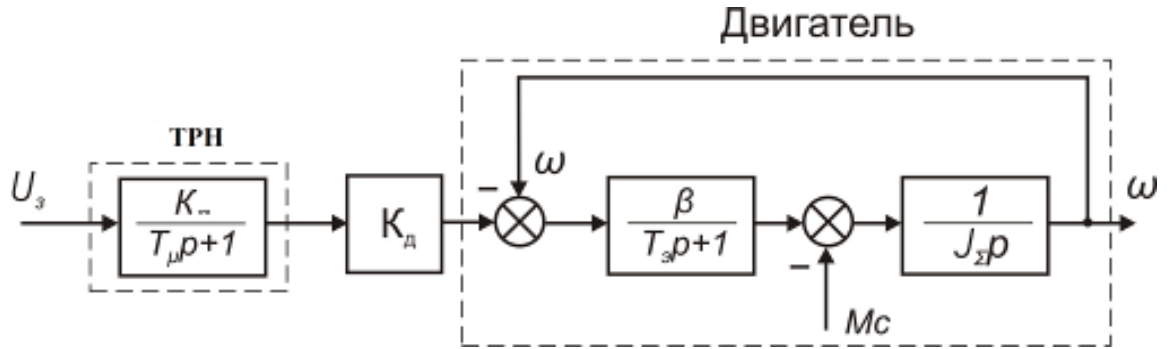


Рисунок 2.4 - Структурна схема об'єкта регулювання

Розрахуємо параметри передавальних функцій для даної структурної схеми.

Передавальна функція тиристорного регулятора напруги буде мати вигляд:

$$W_{ТРН}(p) = \frac{K_{ТРН}}{T_{\mu}p + 1}$$

де,

$$K_{ТРН} = \frac{U_n}{U_3} - \text{коефіцієнт посилення ТРН.}$$

$$T_{\mu} = 0,01 - \text{стала часу ТРН.}$$

Інші параметри схеми можна визначити по наступних співвідношеннях:

$$\omega_C = \frac{2 \cdot \pi \cdot f_H}{p} \tag{2.7}$$

$$\omega_{O.H} = 2 \cdot \pi \cdot f$$

$$T_{\Sigma} = \frac{1}{\omega_{O.H} \cdot S_{KH}}$$

$$\omega_H = \omega_C \cdot (1 - S_H)$$

$$M_H = \frac{P_H}{\omega_H}$$

$$\beta = \frac{M_H}{\omega_C - \omega_H}$$

$$J_M = 9 \cdot J_D$$

$$J_{\Sigma} = J_D + \frac{J_M}{i^2}$$

$$T_M = \frac{J_\Sigma}{\beta}$$

$$M_C = M_H$$

$K_D = \frac{2\pi}{p}$ - коефіцієнт передачі двигуна.

На Рисунку 2.5 зображена структурна схема системи ТРН-АД з П-регулятором швидкості.

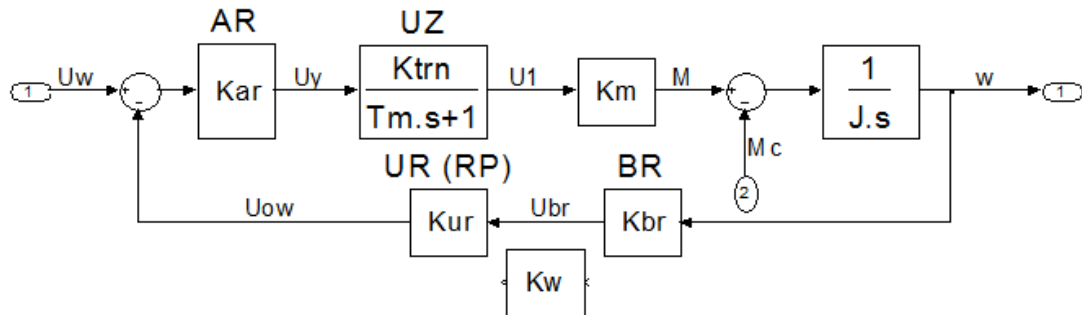


Рисунок 2.5 - Структурна схема системи ТРН-АД з П-регулятором швидкості.

Зміст звіту

8. Мета і програма роботи.
9. Теоретичні відомості.
10. Електричні схеми.
11. Перелік обладнання і вимірювальних приладів.
12. Таблиці експериментальних і розрахункових даних .
13. Графіки залежностей.
14. Висновки.

Контрольні питання

1. Що таке управління?
2. Що таке система управління?
3. Від чого залежать параметри мікроклімату?
4. В якому вигляді представлена вентиляторна установка в роботі?
5. Залежно від технологічної ситуації управління вентиляторною установкою можна здійснювати за допомогою чого?

Практична робота №3

Розробка системи регулювання швидкості з урахуванням внутрішнього зворотного зв'язку за швидкістю

Мета роботи: Вивчити методи розробки системи регулювання швидкості, та розрахунок структурної схем системи ТРН-АД вентиляторної установки, регулювання параметрів асинхронного електроприводу.

План

1. Розробка системи регулювання швидкості.
2. Розрахунок структурної схеми системи ТРН-АД вентиляторної установки
3. Регулювання параметрів асинхронного електроприводу за системою ТРН-АД за використанням фаззі-логіки

Теоретичні відомості та порядок виконання роботи

1. Розробка системи регулювання швидкості.

Тиристорне керування вентиляторами.

Плавні регулятори швидкості призначені для ручного регулювання швидкості обертання електродвигунів вентиляторів та, відповідно, витрати повітря, яке створюється вентилятором. Робота регуляторів швидкості ґрунтується на плавній зміні вихідної напруги за допомогою симістора. Допускається керування декількома двигунами, якщо загальний споживаний струм двигунів не перевищує гранично допустимої величини. Ці регулятори відрізняються високою ефективністю та точністю керування. При використанні в нижньому діапазоні швидкостей може підсилюватись шум, який створюється вентилятором. Тому даний регулятор не рекомендується використовувати у складі систем з підвищеними вимогами до рівня шуму. При роботі електродвигуна з низькою напругою живлення термін

експлуатації підшипників скорочується. Рекомендований інтервал регулювання: 60-100 % від номінальної напруги.

Трансформаторне керування вентиляторами.

Робота трансформаторних регуляторів швидкості базується на використанні п'яти ступінчастого автотрансформатора для керування напругою живлення електродвигунів (частота мережі при цьому залишається незмінною). Вони призначені для регулювання швидкості обертання електродвигунів вентиляторів, які керуються напругою. За допомогою одного трансформатора можливо керувати декількома вентиляторами, якщо загальний споживаний струм двигунів не перевищує номінального струму регулятора. При регулюванні швидкості за допомогою трансформаторів рівень шуму електродвигуна не підвищується в нижньому діапазоні швидкостей. Проте, термін експлуатації підшипників електродвигуна може зменшитись через роботу при низьких напругах живлення протягом тривалого періоду часу (швидкість 1 або 2).

З метою отримання необхідних динамічних властивостей системи використовуємо контур регулювання зі зворотним зв'язком за швидкістю.

Коефіцієнт зворотного зв'язку по швидкості:

$$K_C = \frac{U_3}{\omega_H} \quad (3.1)$$

Таким чином, узагальнена структурна схема буде мати такий вигляд:

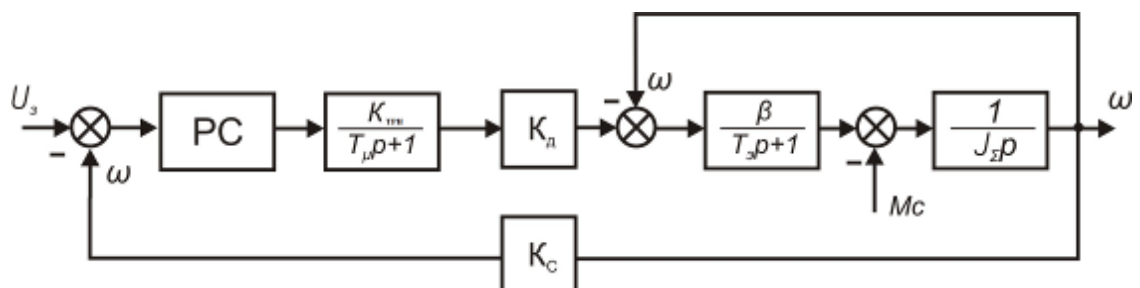


Рисунок 3.1 - Структурна схема регулювання швидкості

Передавальна функція двигуна буде мати вигляд:

$$W_D(p) = \frac{\frac{\beta \cdot K_D}{J_\Sigma p(T_\Delta p + 1)}}{1 + \frac{\beta}{J_\Sigma p(T_\Delta p + 1)}} = \frac{\beta \cdot K_D}{J_\Sigma T_\Delta p^2 + J_\Sigma p + \beta} = \frac{K_D}{T_M T_\Delta p^2 + T_M p + 1} \quad (3.2)$$

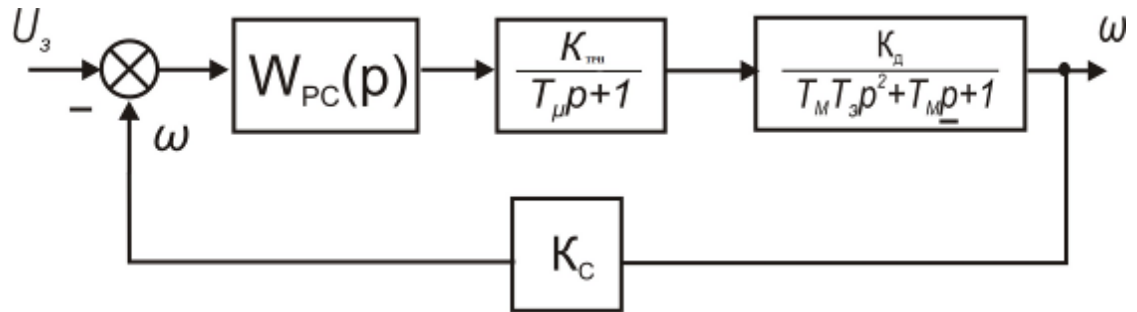


Рисунок 3.2 - Структурна схема контуру регулювання швидкості
 Передавальна функція об'єкта регулювання швидкості дорівнює:

$$W_{OPC}(p) = \frac{K_{TPH} K_D}{(T_\mu p + 1) \cdot (T_M T_\Delta p^2 + T_M p + 1)} \quad (3.3)$$

Регулятор швидкості будемо вибирати, виходячи з бажаної передавальної функції оптимізованого розімкнутого контуру швидкості:

$$W_{Ж.РОЗ} = \frac{1/K_C}{a_c T_\mu p (T_\mu p + 1)}, \quad (3.4)$$

де K_C - коефіцієнт демпфірування, рівний 0.5 ... 4; значення відповідає оптимальному за швидкодією перехідному процесу.

Визначаємо передавальну функцію регулятора швидкості, скориставшись співвідношенням

$$\begin{aligned} W_{PC} &= \frac{W_{Ж.РАЗ}}{W_{OPC}} = \frac{1/K_C}{a_c T_\mu p (T_\mu p + 1)} \frac{(T_\mu p + 1)(T_M T_\Delta p^2 + T_M p + 1)}{K_{TPH} K_D} = \\ &= \frac{T_M T_\Delta p^2 + T_M p + 1}{a_c T_\mu K_C K_{TPH} K_D p} = \frac{T_M T_\Delta p^2 + T_M p + 1}{T_I p} \end{aligned} \quad (3.5)$$

$T_I = a_c T_\mu K_C K_{TPH} K_D = 0.09$ - постійна часу інтегрування регулятора.

Таким чином, вихідний розімкнутий контур регулювання з двома великими постійними часу T_Δ і T_M вдалося замінити оптимізованим контуром, що володіє астатизмом першого порядку і забезпечує високу швидкодію завдяки малості постійних часу, які залишилися не

скомпенсованими.

Як впливає з отриманого результату для одночасної компенсації двох постійних часу буде потрібно пропорційно-інтегрально-диференціальний (ПІД) регулятор швидкості.

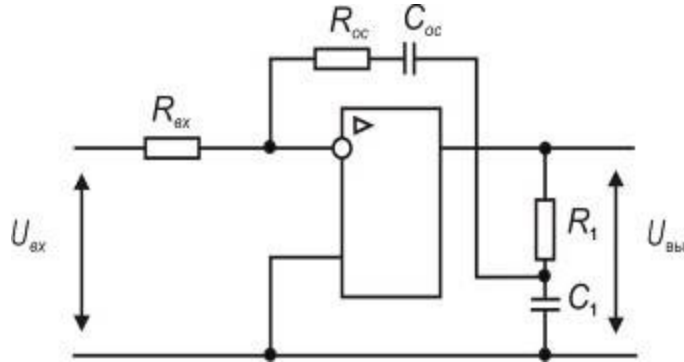


Рисунок 3.3 - Схема електрична принципова ПІД-регулятора

2. Розрахунок структурної схеми системи ТРН-АД вентиляторної установки

Проведемо розрахунок для обраного нами раніше асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором АК-2-18-53-12МУХЛ4.

Визначимо параметри імітаційної моделі системи ТРН-АД для асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором АК-2-18-53-12МУХЛ4 за наступними співвідношеннями:

Коефіцієнт передачі та стала часу:

$$K_{trv} = \frac{U_{\phi.ном}}{10} = \frac{3468,2}{10} = 346,8,$$

де $U_{\phi.ном}$ - фазна номінальна напруга;

$T_{trv} = 0.01$ - стала часу;

Коефіцієнт K_a (Н*с/кг*м) інтегратора ІНТ задатчика інтенсивності АІ-1:

$$K_a = \frac{K_{max} \cdot M_{ном} - M_{ном}}{J \cdot \omega_{ном}} = \frac{2,5 \cdot 38535,64 - 38535,64}{6750 \cdot 51,9} = 0.1645,$$

де $K_{max} = 2,5$ - кратність пускового моменту,

$$M_{ном} = \frac{P_{ном}}{\omega_{ном}} = \frac{2000000}{51,9} = 38535,64, \text{ номінальний момент;}$$

$$\omega_{ном} = 0.105 \cdot n_{ном} = 0,105 \cdot 495 = 51,9, \quad \text{номінальне значення}$$

кутової швидкості обертання валу двигуна;

$$n_{ном} = 495 \text{ об/хв, номінальні оберти валу двигуна;}$$

$$J = 1.5 \cdot J_{em}, \text{ повний момент інерції всієї системи;}$$

$$J_{em} = 4500, \text{ момент інерції двигуна;}$$

Коефіцієнти передачі:

$$K_m = \frac{2 \cdot M_{max}}{U_{ф.ном}} = \frac{2 \cdot 96339,1}{6000} = 32,11,$$

$$\text{де } M_{max} = K_{M,max} \cdot M_{ном} = 2,5 \cdot 38535,64;$$

$U_{ф.ном}$ - фазна номінальна напруга;

$$K_{mc} = \frac{M_{ном}}{\omega^2} = \frac{38535,64}{51,9^2} = 14,3,$$

Де $M_{ном}$ - номінальний момент;

$$K_{ur} = \frac{10}{\omega_{ном}} = \frac{10}{51,9} = 0,19,$$

Параметри налаштування регуляторів a_w, b_w :

$$a_w = 2, b_w = 2$$

Структура з ПІ-регулятором швидкості

Коефіцієнти K_p, K_i :

$$K_p = \frac{J}{a_w \cdot T_{trv} \cdot K_m \cdot K_{ur}} = \frac{2.1}{2 \cdot 0,01 \cdot 600 \cdot 32,11 \cdot 0,19} = 0,03,$$

$$\text{де } a_w = 2;$$

$$T_{trv} = 0.01 \text{ - стала часу;}$$

K_{trv}, K_{ur} - коефіцієнт передачі;

$$K_i = \frac{K_p}{a_w \cdot b_w \cdot T_{trv}} = \frac{0,03}{2 \cdot 2 \cdot 0,01} = 0,75,$$

$$\text{де } a_w, b_w = 2;$$

$T_{trv} = 0.01$ - стала часу;

Підставимо отримані параметри у модель і отримаємо розраховану модель і діаграми швидкості та навантаження (рис. 3.4.).

Побудувати аналогічну модель та розповісти принцип роботи.

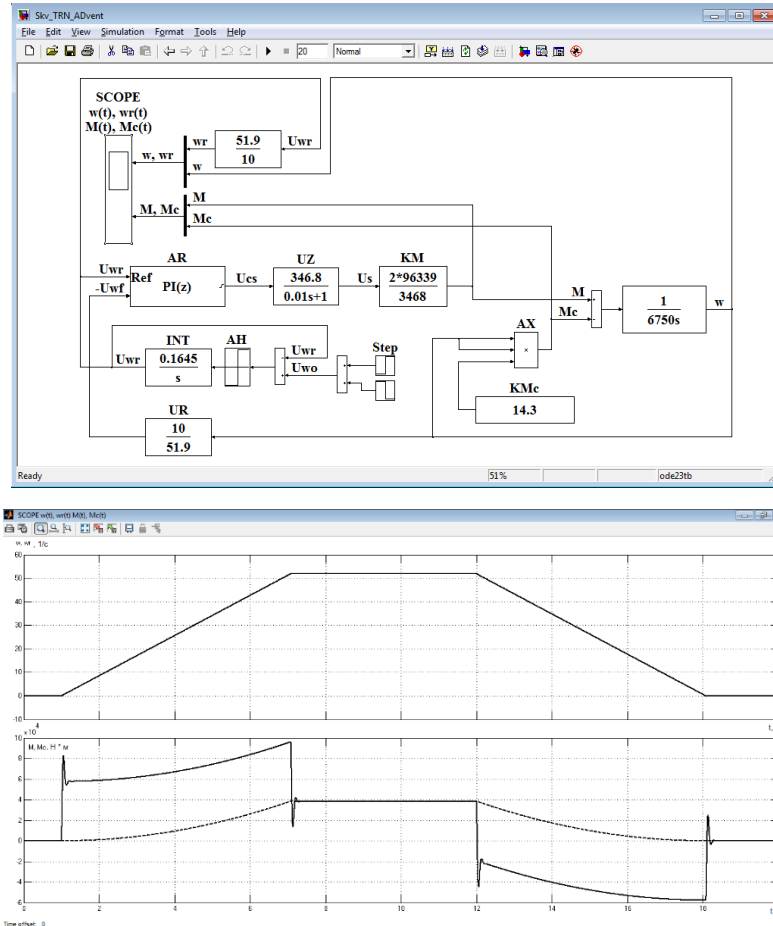


Рисунок 3.4 - Математична модель електроприводу вентиляторної установки за системою ТРН-АД та відповідні швидкісно-навантажувальні діаграми

3. Регулювання параметрів асинхронного електроприводу за системою ТРН-АД за використанням фаззі-логіки

Останнім часом для керування системами кондиціонування і вентиляції повітря активно розвиваються принципово нові закони регулювання під назвою “нейротехнологія та нечітка логіка” .

Нечітка логіка основна на використанні таких мовних зворотів “далеко”, “близько”, “холодно”, “гаряче”. Діапазон її застосування досить широкий – від побутових приладів до управління складними промисловими

процесами[14]. Багато сучасних задач управління не можуть бути розв'язані класичними методами через велику складність математичних моделей, що їх описують. Разом з тим для того, щоб використовувати теорію нечіткості на цифрових комп'ютерах, необхідно математичні перетворення, які дозволяють перейти від лінгвістичних змінних до їх числових аналогів в ЕОМ.

На рис. 3.5. показано області ефективного застосування сучасних технологій управління.

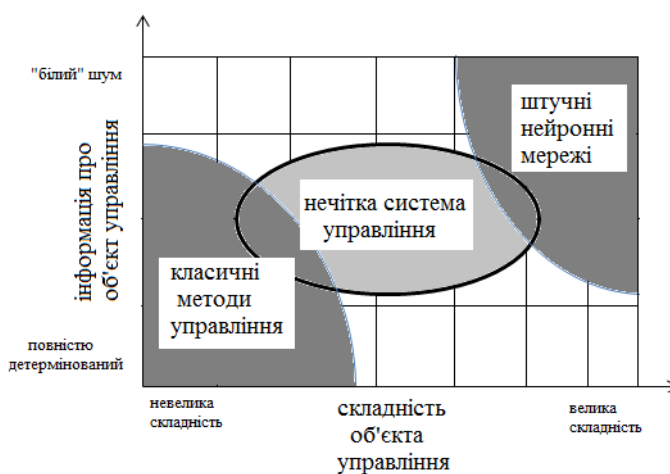


Рисунок 3.5 - Схема математичних методів, які застосовують у новітніх технологіях систем управління

Класичні методи управління добре працюють за умови повністю детермінованого об'єкта управління і детермінованого середовища. Для системи з неповною інформацією і складністю об'єкта управління оптимальним є нечіткі методи управління. У правому верхньому кутку рис. 5 наведено ще одну новітню технологію управління – з використанням штучних нейронних мереж.

Логіка є строгою і виключно теоретичною наукою, і більшість учених продовжують дотримуватись цієї думки. Разом з тим класична чи булева логіка має один суттєвий недолік – з її допомогою неможливо описати асоціативне мислення людини.

Класична логіка оперує лише двома поняттями : ІСТИНА і НЕПРАВДА, та виключає будь-які проміжні значення. Аналогічно до цього

булева логіка не визнає нічого, окрім одиниць і нулів. З терміном “лінгвістична змінна” можна пов’язати будь-яку фізичну величину, для якої необхідно мати більше значень, аніж лише ТАК і НІ. У даному випадку ви визначаєте необхідне число термів і кожному з них ставите у відповідність деяке значення фізичної величини. Для цього значення ступеня приналежності фізичної величини до терму буде дорівнювати одиниці, а для всіх інших значень – залежно від вибраної функції приналежності.

Отримавши найбільший розвиток зі всіх розробок штучного інтелекту, експертні системи завоювали стійку прихильність як система підтримки прийняття рішень. Подібні системи здатні акумулювати знання, отриманні людиною в різних галузях діяльності. З допомогою експертних систем можна розв’язати багато сучасних задач, у тому числі і задач управління. Однак більшість систем усе ще сильно залежить від класичної логіки.

Одним із основним методів представлення знань в експертних системах є продукційні правила, що дозволяють наблизитись до стилю мислення людини[15]. Будь-яке правило продукції складається з посилань і висновку. Можлива наявність декількох посилань для правила, у даному випадку вони об’єднуються засобами логічних зв’язок І, АБО. Звичайне продукційне правило записується у вигляді : ЯКЩО (посилання) (зв’язка) (посилання) (посилання) ,ТО (висновок). Головним недоліком продукційних систем залишається те, що для їх функціонування необхідність наявності повної інформації про систему.

Нечіткі системи також основані на правилах продукційного типу, однак як посилання і висновок для правила використовують лінгвістичні зміни, що дозволяє уникнути обмежень, які наявні у класичних продукційних правилах.

Цільова установка процесу управління пов’язана з вихідною зміною нечіткої системи управління, але результат нечіткого логічного виведення є нечітким, а фізичний виконуючий пристрій не здатний сприйняти таку команду. Необхідні спеціальні математичні методи, які дозволяють переходити від нечітких знань величин до визначних.

Одним з головних напрямів практичного використання фаззи-логіки є розв'язання задач керування різними об'єктами чи процесами. У цьому випадку побудова нечіткої моделі базується на формальному представленні характеристик системи, що досліджується, у термінах лінгвістичних змінних. Оскільки, окрім алгоритму керування, основними поняттями системи керування є вхідні і вихідні змінні, то саме вони розглядаються як лінгвістичні змінні при формуванні бази правил у системах нечіткої логіки.

Мета керування полягає в тому, щоб на основі аналізу поточного стану об'єкта керування визначити значення керуючих змінних, реалізація яких дозволяє забезпечити бажану поведінку чи стан об'єкта керування.

Застосування нечіткої логіки (НЛ) забезпечує можливість створення системи адаптивного управління, у якій дані, мета та обмеження є досить складними або не визначеними, і у зв'язку з цим не піддаються точному математичному опису, а необхідна управляюча дія U не може бути вибраною шляхом використання бази типових ситуацій. Принцип побудови алгоритму формування управляючих дій $U=(u'1, u'2, \dots, u'k)$ на основі нечіткої логіки (нечіткого виведення) показано на рис. 3.6.

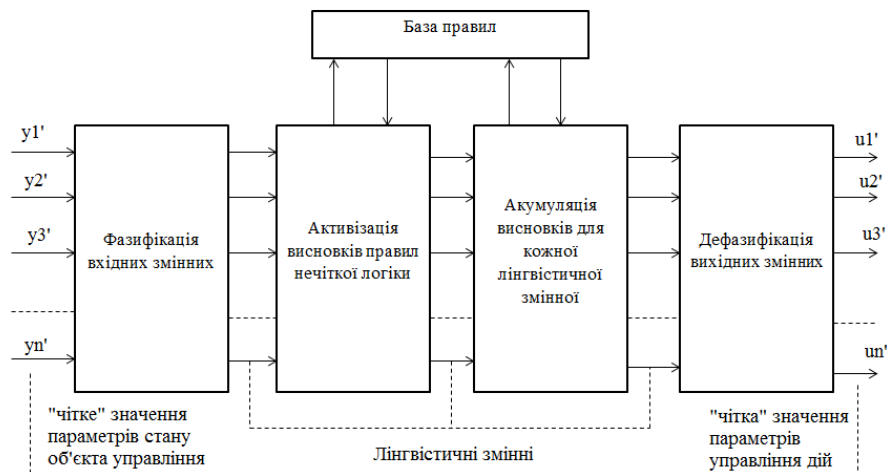


Рисунок. 3.6. - Схема управління на основі нечіткої логіки

Робота блока управління на базі НЛ складається з наступних етапів:

1. Фазифікація вхідних змінних.
2. Активізація висновків правил нечіткої логіки.
3. Акумуляція висновків для кожної лінгвістичної змінної.

4. Дефазифікація вхідних змінних.

Для того, щоб можна було застосувати прості правила, дані, що передаються до блоку регулювання на основі нечіткої логіки, повинні бути перетворені.

На першому етапі виконується фазифікація їх вихідних змінних. Значення параметрів стану об'єкта управління $Y'=(y'1, y'2, \dots, y'm)$, виміряні датчиком DY , перетворюються в лінгвістичні змінні. Кожна лінгвістична змінна характеризується набором термів. Наприклад, лінгвістична змінна “засвоєння робочого матеріалу” при традиційній системі оцінювання знань може мати наступні терми: “незадовільно”, “задовільно”, “добре”, “відмінно”. В умовах використання НЛ трактування даних понять може бути ширшим – “добре”, але “не достатньо” та ін. Кожний терм описується своєю функцією приналежності $\mu(y)$, яка може набувати значення від 0 до 1. На основі значень параметрів стану об'єкта управління $y'I$, у блоці фазифікації обчислюються значення $\mu(y)$ для кожного терму. Результатом застосування правила постає величина, що є ступенем істинності, і набуває значення від 0 до 1 ($0 < \mu(y) < 1$).

На другому етапі виконується активізація висновків правил нечіткої логіки. На основі аналізу ступеня істинності висновків, залежно від значень функцій приналежності $\mu(y)$, вибирається правило. Наприклад, у процесі тестування було встановлено, що робітник “знає робочий матеріал”, але “не зовсім”. У даному випадку система вибирає об'єкти з навчально-методичним матеріалом, що недостатньо засвоєний робітником.

На третьому етапі виконується акумуляція висновків для кожної лінгвістичної змінної. Висновки з кожного правила збираються разом для кожної лінгвістичної змінної та обробляються сумісно.

На четвертому етапі виконується дефазифікація, у результаті якої, відповідно до ступеня істинності, для кожного терму вихідної змінної розраховується її числове значення і формується управляюча дія. Таким чином, у результаті роботи НЛ буде сформована управляюча дія

$U=(u'1,u'2,\dots,u'k)$.

Незалежно від вибраного методу управління системою навчання, на основі вимірювань датчиками D_X та D_Y параметрів стану середовища $X'=(x'1,x'2,\dots,x'n)$ та об'єкта управління $Y'=(y'1,y'2,\dots,y'm)$ і параметрів моделі, формуються управляюча дія $U=(u'1,u'2,\dots,u'k)$. У критичних випадках, при виникненні не вирішених ситуаціях, коли управління $U=(u'1,u'2,\dots,u'k)$ не призводить до необхідного результату за певне число кроків, система ініціює діалог робітника та керівника.

Одним з видів автоматичного керування є оптимальне керування, яке застосовується у технічних системах для підвищення ефективності виробничих процесів. Важливим етапом є формулювання мети оптимізації, яка математично виявляється як вимога забезпечення мінімуму чи максимуму деякого показника якості (критерію оптимальності).

Зміст звіту

1. Мета і програма роботи.
2. Теоретичні відомості.
3. Електричні схеми.
4. Перелік обладнання і вимірювальних приладів.
5. Таблиці експериментальних і розрахункових даних.
6. Графіки залежностей.
7. Висновки.

Контрольні питання

1. Для чого призначені плавні регулятори швидкості?
2. На чому базується робота трансформаторних регуляторів швидкості?
3. Який двигун було обрано нами в даній роботі?
4. В чому полягає мета керування?
5. З яких етапів складається робота блока управління на базі НЛ?

Практична робота №4

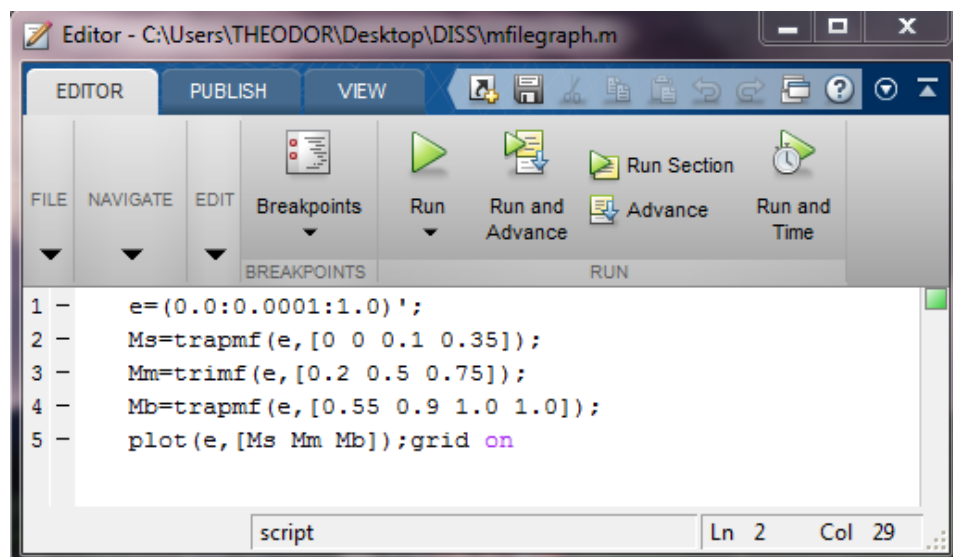
Синтез моделі системи фаззі-управління в середовищі MATLAB

4.1. Сучасна інтегрована система комп'ютерної математики MATLAB.

Сучасна інтегрована система комп'ютерної математики MATLAB володіє потужним апаратом для синтезу системи фаззі-управління як за допомогою операторів командного рядка, так і з використанням додатку SIMULINK. Крім цього, система MATLAB містить спеціальний вбудований модуль FUZZY LOGIC TOOLBOX, який призначений для синтезу і аналізу систем нечіткого логічного виводу.

4.2. Побудова графіків залежності функцій приналежності від вхідного сигналу з використанням спеціальних операторів командного рядка

Для побудови графіків залежності функцій приналежності $\mu_S(e)$, $\mu_M(e)$, $\mu_B(e)$ від вхідного сигналу в режимі командного рядка створюється m-файл, який містить оператори для завдання діапазону зміни вхідного сигналу, оператори, які описують форму функцій приналежності і команда побудови графіка разом з екранною сіткою (рис. 4.1).



```
Editor - C:\Users\THEODOR\Desktop\DISS\mfilegraph.m
EDITOR PUBLISH VIEW
FILE NAVIGATE EDIT Breakpoints Run Run and Advance Run and Time
BREAKPOINTS RUN
1 - e=(0.0:0.0001:1.0)';
2 - Ms=trapmf(e,[0 0 0.1 0.35]);
3 - Mm=trimf(e,[0.2 0.5 0.75]);
4 - Mb=trapmf(e,[0.55 0.9 1.0 1.0]);
5 - plot(e,[Ms Mm Mb]);grid on
script Ln 2 Col 29
```

Рисунок 4.1 – m-файл побудови графіків залежності функцій приналежності від вхідного сигналу

Після запуску m-файлу на виконання, на екрані з'явиться фігура, яка

містить необхідні графіки (рис. 4.2).

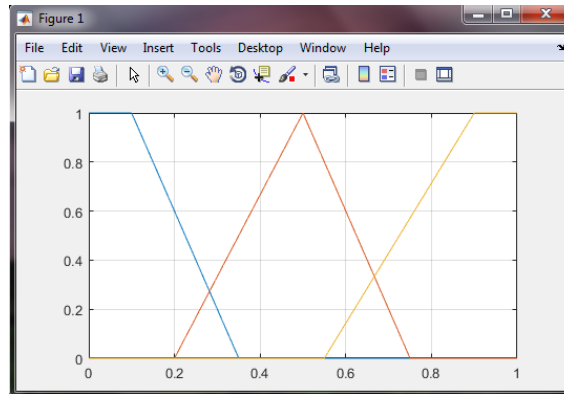


Рисунок 4.2 – графіки залежності функцій приналежності від вхідного сигналу

4.3. Обчислення значень координат центрів тяжіння фігур під графіками залежності функцій приналежності від вхідного сигналу

Для обчислення координат центрів тяжіння фігур під графіками залежності функцій приналежності від вхідного сигналу (процес дефазифікації) складемо m-файл, який містить оператори для завдання діапазону зміни вхідного сигналу, оператори, які описують форму функцій приналежності і оператор, який виконує дефазифікацію «гравітаційним» методом (centroid).

На передньому плані рис. 4.3 показаний m-файл, а на задньому плані вікно команд системи MATLAB після запуску даного файлу.

```
>> mfile
Xs =
    0.1240

Xm =
    0.4833

Xb =
    0.8440

fz >>
```

```
1 - e=0.0:0.0001:0.35;
2 - M=trapmf(e,[0 0 0.1 0.35]);
3 - Xs=defuzz(e,M,'centroid')
4
5 - e=0.2:0.0001:0.75;
6 - Mm=trimf(e,[0.2 0.5 0.75]);
7 - Xm=defuzz(e,Mm,'centroid')
8
9 - e=0.55:0.0001:1.0;
10 - Mb=trapmf(e,[0.55 0.9 1.0 1.0]);
11 - Xb=defuzz(e,Mb,'centroid')
```

Рисунок 4.3 – m-файл і результати виконання дефазифікації

4.4. Синтез одно каналної системи нечіткого логічного виводу типу Мамдані за допомогою інтерактивного модуля FUZZY LOGIC TOOLBOX

Весь процес моделювання нечіткої системи показаний на рис. 4.4

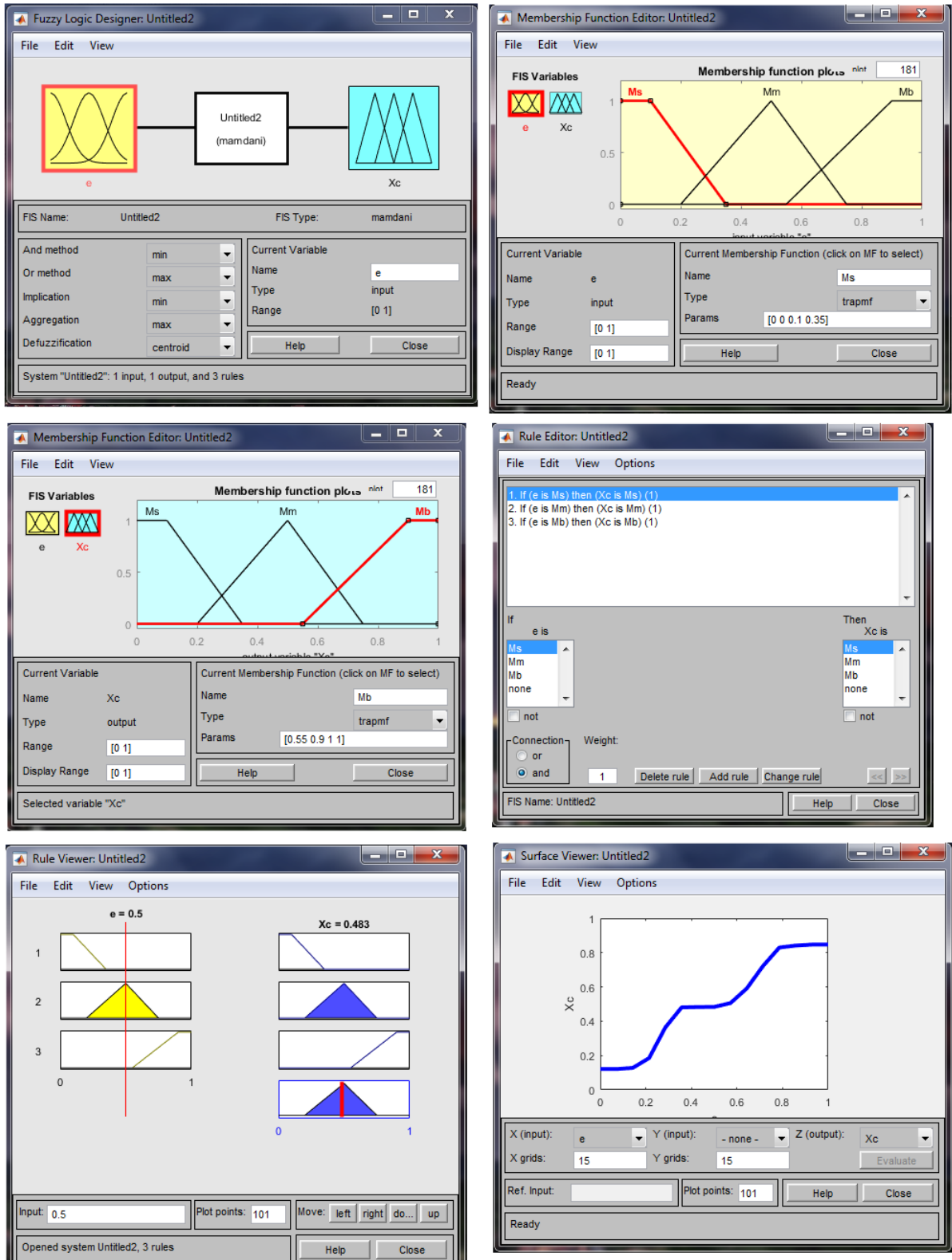


Рисунок 4.4. - Процес моделювання нечіткої системи

На рисунку 4.5 зображено систему ТРН-АД з фаззі-контроллером, який розташований паралельно традиційному П-регулятору швидкості.

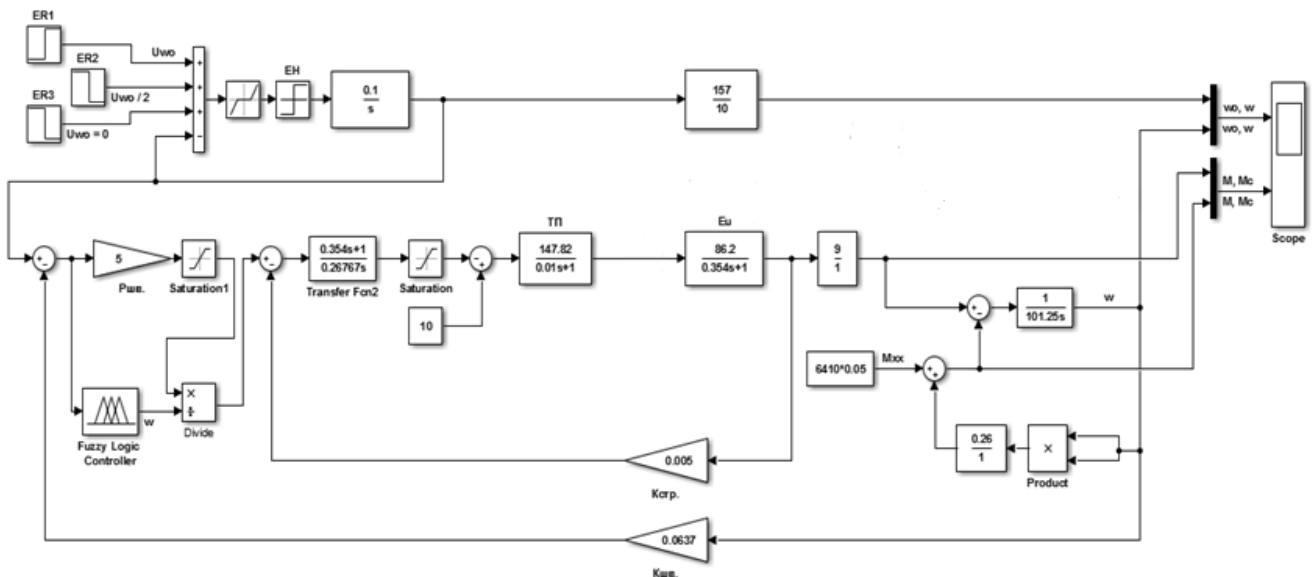


Рисунок 4.5 - Систему ТРН-АД з фаззі-контроллером, який розташований паралельно традиційному П-регулятору швидкості.

Графічні результати моделювання представлені на рис. 4.6.

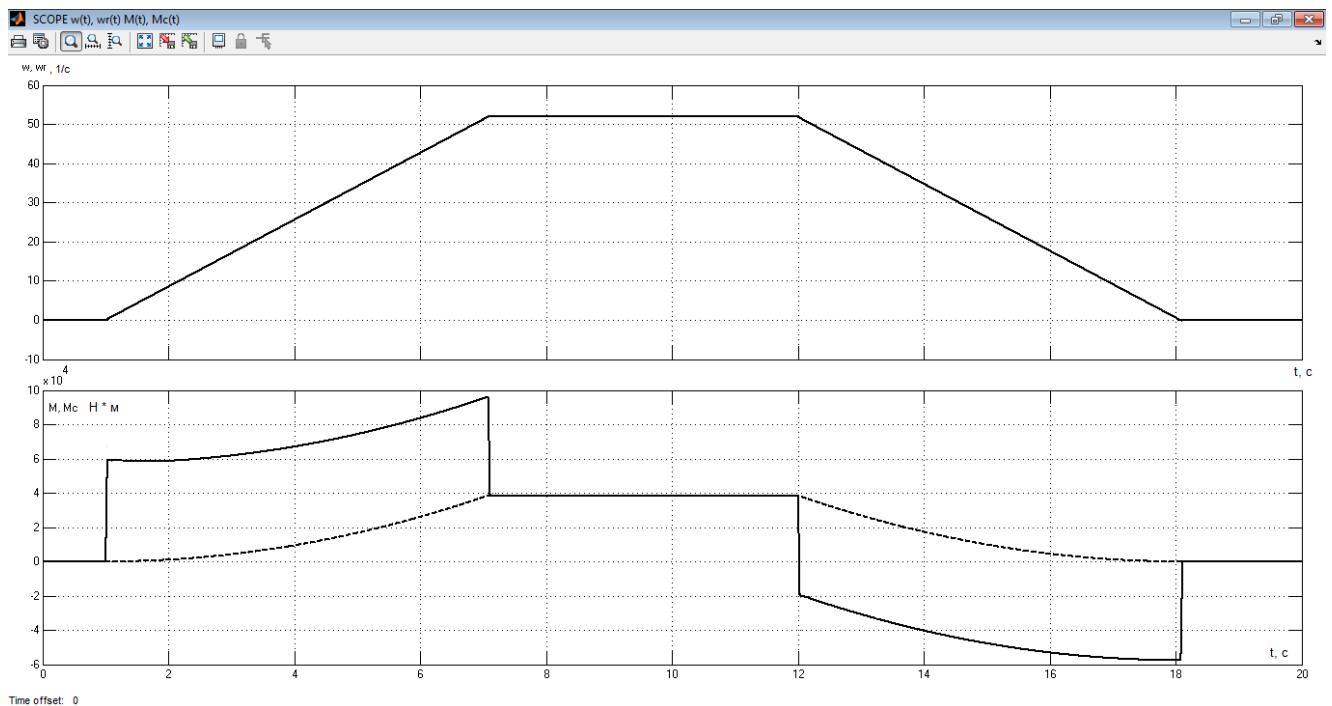


Рисунок 4.6 – Графічні результати моделювання

Як видно з графіків, використання ФК є більш доцільним, оскільки зменшуються коливання сигналу статичного моменту в системі, які були присутні в звичайній системі ТРН. Отримані графіки показують, що

використання фаззи-регулятора покращує відпрацювання заданої швидкості.

Зміст звіту

1. Мета і програма роботи.
2. Теоретичні відомості.
3. Електричні схеми.
4. Перелік обладнання і вимірювальних приладів.
5. Таблиці експериментальних і розрахункових даних .
6. Графіки залежностей.
7. Висновки.

Контрольні питання

1. Який спеціальний вбудований модуль містить MATLAB?
2. Що містить в собі m-файл?
3. Яка система зображена на рисунку 4.5?

Практична робота №5

Розробка системи керування електропривода вентилятора

Мета роботи: навчитися розробляти системи керування електропривода вентилятора.

5.1. Розробка функціональної схеми системи електропривода

Функціональна схема системи електропривода вентилятора у технологічному процесі представлена на рисунку 5.1.

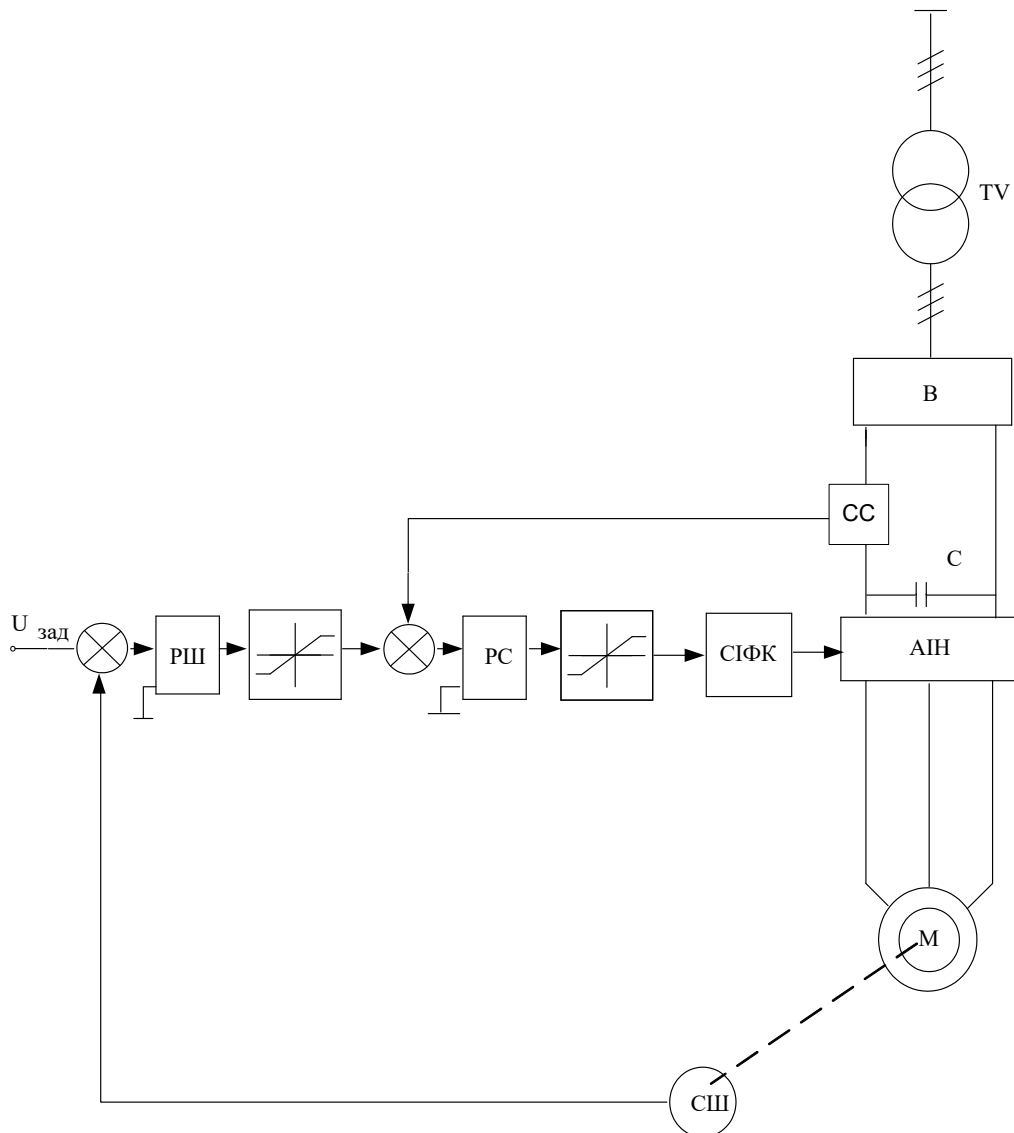


Рисунок 5.1 - Функціональна схема системи електропривода вентилятора у технологічному процесі

На рисунку 5.1 представлена функціональна схема електропривода, де TV – трансформатор, В – некерований випрямляч, АІН – автономний інвертор напруги, Д – двигун, РШ – регулятор швидкості, РС – регулятор

струму, СС – сенсор струму, СШ – сенсор швидкості, СІФК – система імпульсно-фазового керування.

Для підтримання швидкості обертання на потрібному рівні введемо зворотній зв'язок по швидкості обертання двигуна. Оскільки двигун жорстко з'єднаний з робочим колесом вентилятора, то їх швидкості обертання будуть рівними.

Для запобігання перегрівання двигуна при непередбачуваних обставинах (несиметрія напруги живлення, перевантаження, понижена напруга живлення тощо), введемо в систему зворотній зв'язок за струмом двигуна.

5.2 Розрахунок та вибір випрямляючих діодів

Функцію випрямляча виконує некерований випрямляч, який зібраний по трифазній мостовій схемі.

Розрахунок діодів виконуємо за наступними параметрами:

- по максимально допустимій зворотній напрузі ($U_{зв.мах}$),
- по максимально допустимому середньому струмові ($I_{пр.мах}$).

Максимальна допустима напруга на діоді:

$$U_{мах} = \sqrt{2} \cdot k_{зн} \cdot U_{л}, \quad (5.1)$$

де $k_{зн}$ – коефіцієнт запасу по напрузі, ($k_{зн} = 1,5$);

$U_{л}$ – лінійна напруга, ($U_{л}=380$ В).

$$U_{мах} = \sqrt{2} \cdot 1,5 \cdot 380 = 806,102 \text{ (В)}.$$

Середній стум через діод для трифазної мостової схеми:

$$I_{ср} = \frac{\lambda \cdot I_{н}}{3}, \quad (5.2)$$

де λ – кратність пускового струму двигуна, ($\lambda = 7$);

$I_{н}$ – номінальний струм двигуна.

$$I_{\text{ср}} = \frac{7 \cdot 6,1}{3} = 14,23 \text{ (А)}.$$

Середній струм приведений до стандартних параметрів діода:

$$I_{\text{пр}} = k_{\text{зі}} \cdot I_{\text{ср}}, \quad (5.3)$$

де $k_{\text{зі}}$ – коефіцієнт запасу по струму, ($k_{\text{зі}} = 2$).

$$I_{\text{пр}} = 2 \cdot 14,23 = 28,46 \text{ (А)}.$$

За отриманими даними вибираємо діоди за умовами:

$$U_{\text{звmax.d}} > U_{\text{max}} = 806,102 \text{ (В)},$$

$$I_{\text{прmax.d}} > I_{\text{пр}} = 28,46 \text{ (А)}.$$

Вибираємо діоди типу Д132-32, паспортні дані яких занесені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Паспортні дані діодів Д132-32

Тип	$U_{\text{зв.max}}$, В	$I_{\text{пр}}$, А	$I_{\text{уд}}$,кА	$U_{\text{имп}}$, В	$I_{\text{зв}}$, мА
Д132-32	100 - 1800	32	1.5	1.35	6

5.3 Розрахунок згладжувального фільтра

Функцію згладжувального фільтра виконує ємність «С» яка розраховується за формулою:

$$C_{\text{ф}} = \frac{I_{\text{д}}}{2 \cdot U_{\text{д}} \cdot k_{\text{п}} \cdot \omega}, \quad (5.4)$$

де $U_{\text{д}}$ – випрямлена напруга ($U_{\text{д}} = 540 \text{ В}$);

$I_{\text{д}}$ – випрямлений струм;

$k_{\text{п}}$ – коефіцієнт пульсацій ($k_{\text{п}} = 0,05$);

ω – кутова частота живлячої мережі.

$$C_{\text{ф}} = \frac{6,1}{2 \cdot 540 \cdot 0,05 \cdot 314} = 0.00036 \text{ (Ф)}.$$

За розрахованими даними з довідника вибираємо конденсатор згладжувального фільтра.

5.4 Розрахунок та вибір баластного резистора

Опір баластний резистор розраховується за формулою:

$$R_{\phi} = \frac{J \cdot \omega^2}{2 \cdot I^2} - \frac{C_{\phi} \cdot \Delta U^2}{2 \cdot I^2} \text{ є,} \quad (5.5)$$

де $\Delta U^2 = U_{\max} - U_{\min} = 750 - 450 = 300$ (В);

J – момент інерції двигуна та механізму, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$:

$$J = J_{\text{д}} + J_{\text{вент}} \approx 1,9J_{\text{д}};$$

$$R_{\phi} = \frac{1,9 \cdot 0,0024 \cdot 314,1^2}{2 \cdot 6,1^2} - \frac{0,00036 \cdot 300^2}{2 \cdot 6,1^2} = 5,61 \text{ (Ом)}.$$

З довідника вибираємо резистор потрібного опору та заносимо в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Технічні дані фільтруючого конденсатора та баластного резистора

Сф, мкФ	Rб, Ом
360	6
ТИП В25620В0158К882	Тип ПЄВТ

5.5 Вибір транзисторів та шунтуючих діодів

Вибір транзисторів виконуємо за наступними параметрами:

- по максимальному струмові переходу емітер-колектор в відкритому стані через транзистор $I_{\text{к.мах}}$;

- по максимальній напрузі переходу емітер-колектор транзистора $U_{\text{ке.мах}}$.

Окрім того потрібно вибрати транзистори з найменш можливим часом увімкнення і вимкнення, для забезпечення найбільш можливої частоти комутації.

Максимально допустимий струм двигуна за умови комутації:

$$I_{\text{доп}} = \lambda \cdot I_{\text{н}}, \quad (5.6)$$

де λ – кратність пускового струму двигуна;

$I_{\text{н}}$ – номінальний струм двигуна.

$$I_{\text{доп}} = 7 \cdot 6,1 = 42,7 \text{ (А)}.$$

Максимальний струм приведений до класифікації параметрів транзисторів;

$$I_{\text{max}} = k_{\text{зі}} \cdot k_{\text{охл}} \cdot I_{\text{доп}}, \quad (5.7)$$

де $k_{\text{зі}}$ – коефіцієнт запасу по струму, ($k_{\text{зі}} = 1,5$);

$k_{\text{охл}}$ – коефіцієнт врахування охолодження ($k_{\text{охл}} = 1,1$);

$$I_{\text{max}} = 1,5 \cdot 1,1 \cdot 42,7 = 70,46 \text{ (А)}.$$

Максимальна напруга, яка прикладається до транзистора в закритому стані:

$$U_{\text{max}} = \sqrt{2} \cdot k_{\text{зн}} \cdot U_{\text{н}}, \quad (5.8)$$

де $k_{\text{зн}}$ – коефіцієнт перенапруги, ($k_{\text{зн}} = 1,3$);

$U_{\text{н}}$ – номінальна випрямлена напруга.

$$U_{\text{max}} = \sqrt{2} \cdot 1,3 \cdot 380 = 698,62 \text{ (В)}.$$

Вибираємо транзистори за умови:

$$I_{\text{к max}} > I_{\text{max}};$$

$$U_{\text{ке. max}} > U_{\text{max}}. \quad (5.9)$$

За розрахунковими даними максимального струму і напруги вибираємо шунтуючі діоди, за умовою:

$$\begin{cases} I_{\text{пр max}} > I_{\text{max}}; \\ U_{\text{пр max}} > U_{\text{max}}. \end{cases} \quad (5.10)$$

З довідника вибираємо IGBT модулі виробника SIEMENS AG дані котрих заносимо в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Технічні дані IGBT модулів

Тип	U _{ке} В	I _{ке} А	Схема модуля
BSM75GB170DN	1700	75	

Зміст звіту

1. Мета і програма роботи.
2. Теоретичні відомості.
3. Електричні схеми.
4. Перелік обладнання і вимірювальних приладів.
5. Таблиці експериментальних і розрахункових даних .
6. Графіки залежностей.
7. Висновки.

Контрольні питання

1. Поясніть функціональну схему системи електропривода вентилятора у технологічному процесі зображену на рисунку 5.1?
2. Що виконує функцію випрямляча?
3. Які діоди обрано в даній роботі?

Практична робота № 6

Розрахунок параметрів об'єкта керування системи електроприводу вентиляторних установок

6.1 Розрахунок параметрів об'єкта керування

Знайдемо коефіцієнти моделі:

$$k_{пч} = \frac{f_{ном}}{U_{з.мах}}, \quad (6.1)$$

де $f_{ном}$ – максимальна частота на виході перетворювача, ($f_{ном} = 50$ Гц);

$U_{з.мах}$ – максимальна задаюча напруга, ($U_{з.мах} = 10$ В).

$$k_{пч} = \frac{50}{10} = 5 \text{ (Гц/В)}.$$

Постійна часу перетворювача приймається рівною ($T_{пч} = 0,001$ с).

$$k_c = \frac{2\pi}{z_p}, \quad (6.2)$$

де z_p – кількість пар полюсів, ($p = 1$).

$$k_c = \frac{2 \cdot 3.14}{1} = 6.28.$$

Коефіцієнт жорсткості механічної характеристики АД:

$$\beta = \frac{2 \cdot M_k}{\omega_0 \cdot S_k} \quad (6.3)$$

де ω_0 – кутова синхронна швидкість;

S_k – критичне ковзання;

M_k – критичний момент.

$$\beta = \frac{2 \cdot 25,95}{314,1 \cdot 0,215} = 0,77 \text{ (Нс/рад)}.$$

Електромагнітна постійна часу:

$$T_c = \frac{1}{\omega_0 \cdot S_k}, \quad (6.4)$$

$$T_c = \frac{1}{314,1 \cdot 0,215} = 0,015.$$

6.2 Розрахунок та побудова характеристик розімкненої системи електропривода

Для побудови статичних характеристик системи ТРН-АД скористаємося формулою К. А. Чекунова:

$$M = \frac{2 \cdot M_k + (s^2 - s_k^2) \cdot K_c}{\frac{s}{s_k} + \frac{s_k}{s}}, \quad (6.5)$$

де K_c – розраховується за формулою:

$$K_c = \frac{\lambda \cdot \left(\frac{1}{s_k} + s_k \right) - 2}{1 - s_k^2}, \quad (6.6)$$

де λ – відношення пускового моменту до максимального.

Критичний момент:

$$M_k = \lambda \cdot M_n, \quad (6.7)$$

$$M_k = 2,6 \cdot 9,98 = 25,95 \text{ (Н}\cdot\text{м)}.$$

Критичне ковзання:

$$S_k = S_n (\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1}). \quad (6.8)$$

Номінальне ковзання:

$$S_n = \frac{n_0 - n_{\text{ном}}}{n_0},$$

$$S_n = \frac{3000 - 2870}{3000} = 0,043.$$

$$S_k = 0,043(2,6 + \sqrt{2,6^2 - 1}) = 0,215.$$

Таким чином, отримаємо:

$$K_c = \frac{2,6 \cdot \left(\frac{1}{0,215} + 0,215 \right) - 2}{1 - 0,215^2} = 11,17.$$

Формула Чекунова набуде вигляду:

$$M = \frac{2 \cdot 25,95 + (s^2 - 0,215^2) \cdot 11,17}{\frac{s}{0,215} + \frac{0,215}{s}}.$$

Побудуємо залежність ковзання від моменту асинхронного двигуна в математичному пакеті Mathcad. Природня механічна характеристика АД, побудована в математичному пакеті Mathcad, зображена на рисунку 6.2.

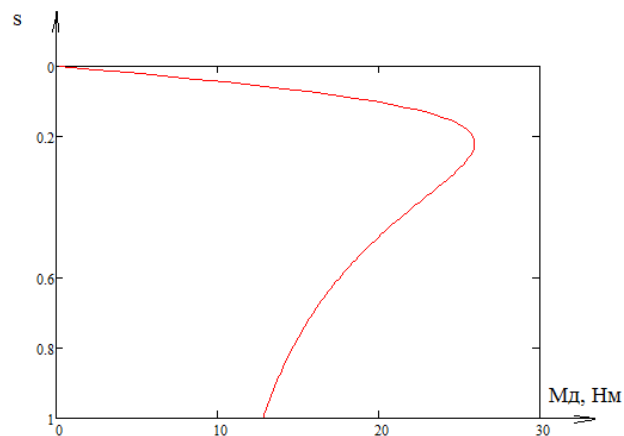


Рисунок 6.1 – Природня механічна характеристика АД

При зміні частоти напруги живлення АД буде змінюватися його швидкість холостого ходу, відповідно до формули:

$$\omega_0 = \frac{2 \cdot \pi}{Z_p} f, \quad (6.9)$$

де f – частота напруги живлення двигуна.

Якщо буде змінюватися швидкість холостого ходу, то буде змінюватися і ковзання, яке виступає незалежною змінною у аналітичному

виразі механічної характеристики. Побудуємо природню та штучні механічні характеристики при зміні частоти напруги живлення двигуна. Графіки механічних характеристик у одній системі координат зобразимо на рисунку 6.2.

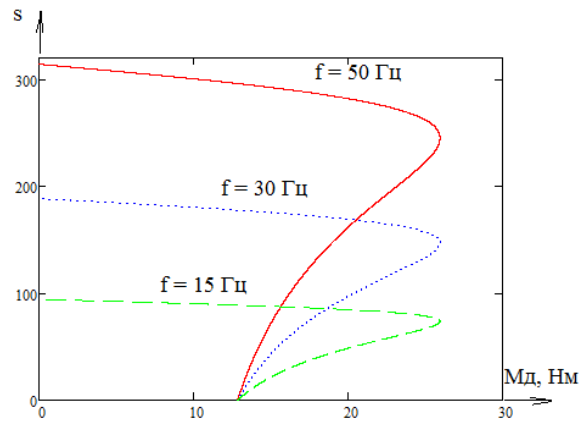


Рисунок 6.2 – Природня та штучні механічна характеристика АД

Таким чином, при зміні частоти напруги живлення АД його критичний момент на змінюється, а характеристики опускаються паралельно одна до одної при зменшенні частоти. Пусковий момент залишається постійним.

Зміст звіту

1. Мета і програма роботи.
2. Теоретичні відомості.
3. Електричні схеми.
4. Перелік обладнання і вимірювальних приладів.
5. Таблиці експериментальних і розрахункових даних .
6. Графіки залежностей.
7. Висновки.

Контрольні питання

1. Які параметри керування системи електроприводу ви розраховували?
2. Яка постійна часу перетворювача була прийнята в роботі і чому?
3. В якому пакеті було побудовано залежність ковзання від моменту асинхронного двигуна?
4. Якщо буде змінюватися швидкість холостого ходу то що ще буде змінюватись і як?

Практична робота №7

Дослідження динамічних характеристик замкненої системи електропривода шляхом комп'ютерного моделювання

7.1. Синтез регулятора струму

Для синтезу регулятора струму запишемо передаточну функцію об'єкта регулювання контуру струму:

$$W_{\text{ОРС}}(p) = W_{\text{РТ}} \frac{k_{\text{ПЧ}}}{T_{\text{ПЧ}} \cdot p + 1} \cdot \frac{2\pi}{z_p} \cdot \frac{\beta}{T_e \cdot p + 1}. \quad (7.1)$$

За некомпенсовану постійну часу T_{μ} прийmemo постійну часу ТРН ($T_{\mu} = T_{\text{ПЧ}} = 0,001$ с).

Бажана передаточна функція замкнутого контуру регулювання струму, налаштованого на модульний критерій оптимальності, має вигляд:

$$W_{\text{ж.с.}}(p) = \frac{1/k_{\text{от}}}{2 \cdot T_{\mu} \cdot p \cdot (T_{\mu} \cdot p + 1)}. \quad (7.2)$$

$$W_{\text{РТ}} = \frac{T_e \cdot p + 1}{T_{\text{и}} \cdot p} = \frac{0,015 \cdot p + 1}{92,74 \cdot p} = 1,62 \cdot 10^{-4} + \frac{0,01}{p}.$$

$$T_{\text{и}} = \frac{z_p}{4 \cdot T_{\mu} \cdot k_{\text{ПЧ}} \cdot \pi \cdot \beta \cdot k_{\text{от}}};$$

$$T_{\text{и}} = \frac{1}{4 \cdot 0,001 \cdot 5 \cdot 3,14 \cdot 0,77 \cdot 0,223} = 92,74 \text{ (с)}.$$

Передаточний коефіцієнт $k_{\text{ос}}$ визначається із умови рівності напруги зворотнього зв'язку максимальної напруги задавання (в даному випадку 10 В) при заданій швидкості обертання, котра приймається рівній номінальній швидкості обертання валу двигуна:

$$k_{\text{ос}} = \frac{U_{3,\text{max}}}{\omega_0};$$

$$k_{oc} = \frac{10}{314,1} = 0,032(\text{В} \cdot \text{с}).$$

$$k_{от} = \frac{U_{3, \max}}{I_6},$$

де I_6 – базисне значення струму, приймається рівним пусковому струму:

$$k_{от} = \frac{10}{7 \cdot 6,1} = 0,223. (\text{В}/\text{А})$$

7.2 Синтез регулятора швидкості

Об'єкт регулювання швидкості складається з транзисторного регулювання напруги і асинхронного двигуна,

$$\begin{aligned} W_{\text{ОРС}}(p) &= W_{\text{РС}} \cdot W_{\text{конт.скор.}}^3 \cdot \frac{3}{2} z_p \cdot k_2 \cdot \frac{1}{J_{\Sigma} \cdot p} = \\ &= W_{\text{РС}} \cdot \frac{1/k_{\text{ДС}}}{2 \cdot T_{\mu} \cdot p + 1} \cdot \frac{3}{2} z_p \cdot k_2 \cdot \frac{1}{J_{\Sigma} \cdot p}. \end{aligned} \quad (7.3)$$

Бажана передаточна функція розімкнутого контура регулювання швидкості має вигляд:

$$W_{\text{р.с.}}(p) = \frac{1/k_{oc}}{4 \cdot T_{\mu} \cdot p \cdot (T_{\mu} \cdot p + 1)}. \quad (7.4)$$

$$W_{\text{р.с.}} = \frac{k_{от} \cdot j_{\Sigma}}{6 \cdot T_{\mu} \cdot k_{oc} \cdot z_p \cdot k_n}. \quad (7.5)$$

$$W_{\text{р.с.}} = \frac{0,223 \cdot 0,046}{6 \cdot 0,001 \cdot 0,032 \cdot 1 \cdot 2,74} = 19,5.$$

7.3 Дослідження динамічних характеристик замкненої системи шляхом комп'ютерного моделювання

Комп'ютерна модель системи електропривода, зібрана в ППП Matlab зображена на рисунку 7.1, а результати моделювання – на рисунку 7.2.

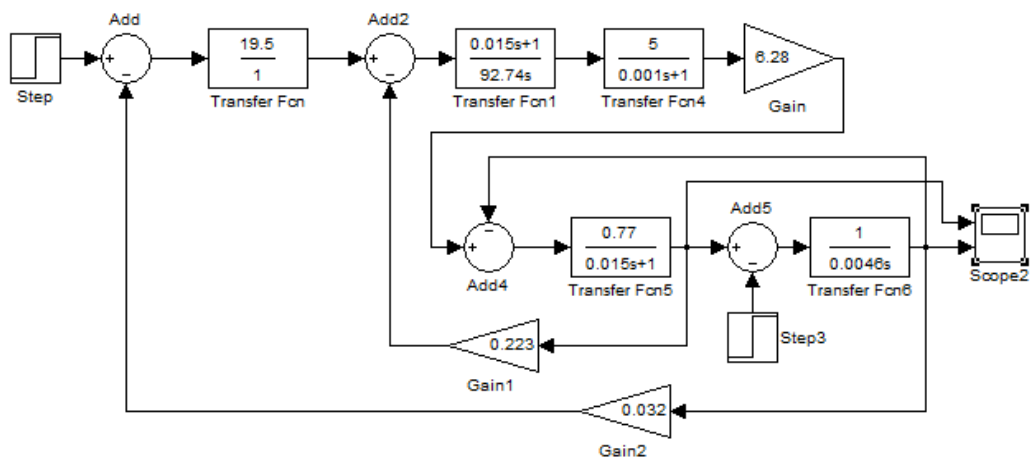


Рисунок 7.1 – Комп’ютерна модель електропривода

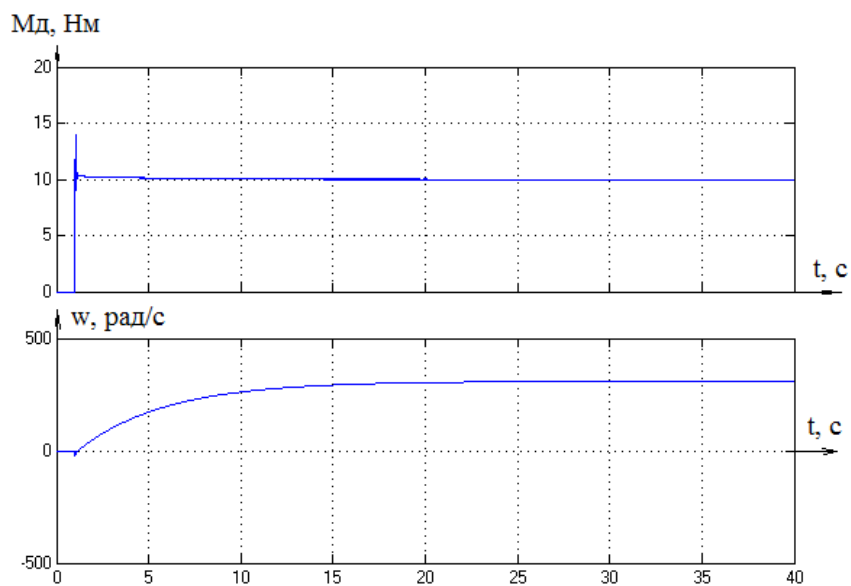


Рисунок 7.2 – Графіки перехідних процесів електропривода при пуску на номінальне навантаження

Побудуємо модель електроприводу з врахуванням вентиляторного характеру навантаження. Комп’ютерна модель, зібрана в ППП Matlab Simulink, зображена на рисунку 7.3

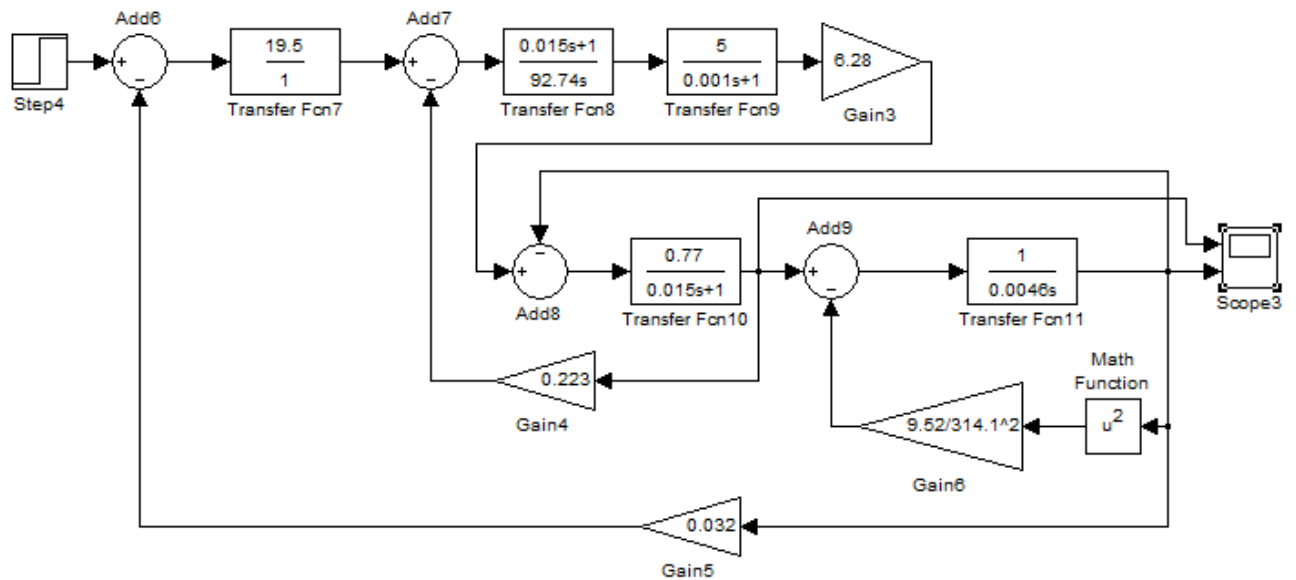


Рисунок 7.3 – Комп’ютерна модель електропривода при роботі на вентиляторний характер навантаження

Графіки перехідних процесів швидкості та моменту двигуна при пуску на вентиляторний характер навантаження зображено на рисунку 7.4.

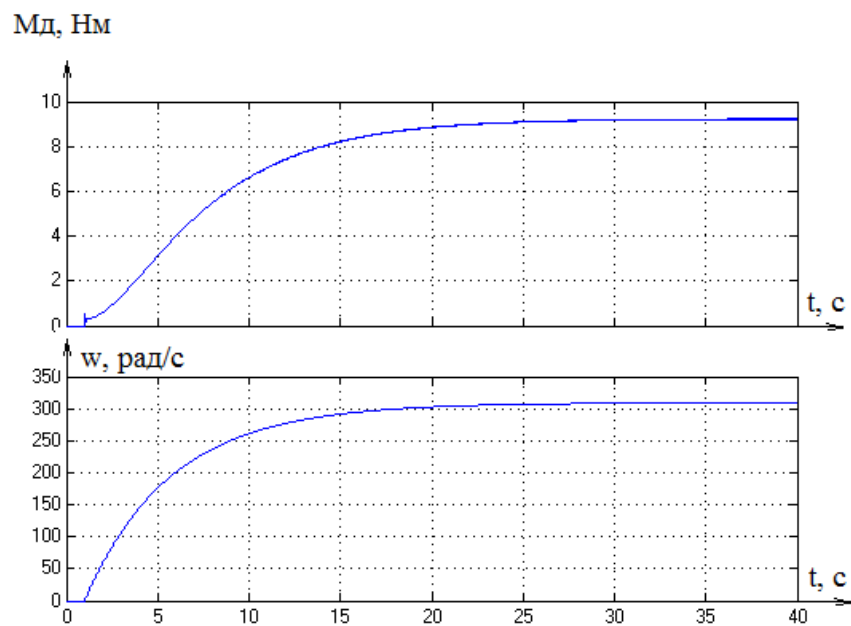


Рисунок 7.4 – Графіки перехідних процесів електропривода при роботі на вентиляторний характер навантаження

Розглянемо роботу електропривода при раптовому накиді навантаження, рівному половині від номінальному та скиді навантаження, рівному четвертій частині від номінального. Накид виконаємо у 40 с., а скид – у 50 с. роботи після пуску. Графіки перехідних процесів швидкості та моменту двигуна при цьому представимо на рисунку 7.5

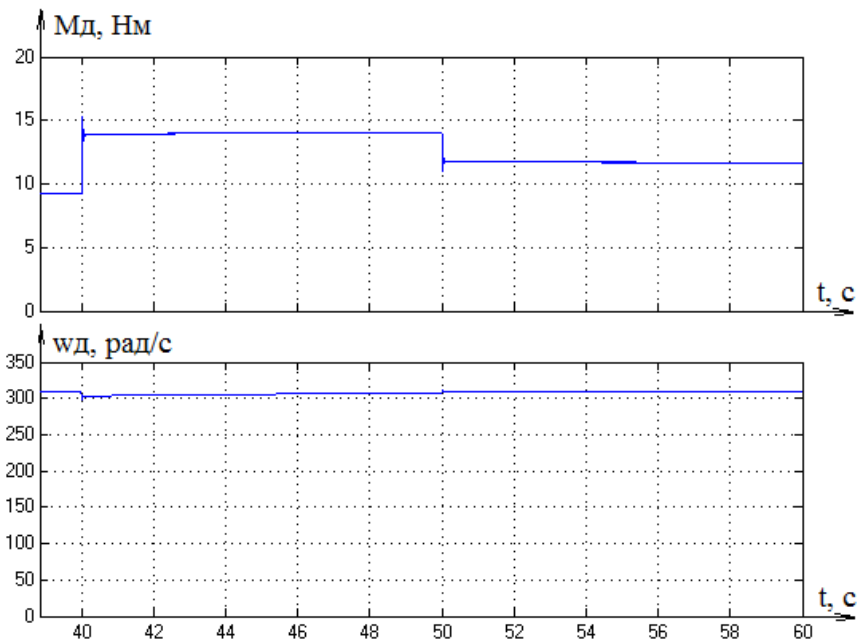


Рисунок 7.6 – Графіки перехідних процесів електропривода при раптовому накиді та скиді навантаження

З графіків перехідних процесів видно, що система керування відпрацьовує задаючу дію без небезпечних перерегулювань. Момент двигуна під час раптового пуску не перевищує номінальний більше ніж у 2 рази. При усталеній роботі системи параметри електропривода відповідають номінальним.

7.4 Дослідження системи електропривода на стійкість та якість

Для дослідження системи на стійкість та якість необхідно знайти її загальну передавальну функцію. Розрахунок загальної передавальної функції виконаємо у математичному пакеті Mathcad.

Загальна передавальна функція системи електропривода має вигляд:

$$W_h(s) = \frac{3,32 \cdot 10^6 s + 2,21 \cdot 10^8}{3s^4 + 3200s^3 + 233600s^2 + 3,36 \cdot 10^7 s + 7,07 \cdot 10^6} \quad (7.6)$$

В пакеті прикладних програм Matlab введемо цю передавальну функцію (рисунок. 7.8).

```

>> wh=tf([3.32e6 2.21e8],[3 3200 233600 3.36e7 7.07e6])

Transfer function:
      3.32e006 s + 2.21e008
-----
3 s^4 + 3200 s^3 + 233600 s^2 + 3.36e007 s + 7.07e006

```

Рисунок 7.7 – Загальна передавальна функція системи електропривода у вікні команд Matlab

Використовуючи функцію «Step», побудуємо перехідну характеристику системи (рисунок. 7.9).

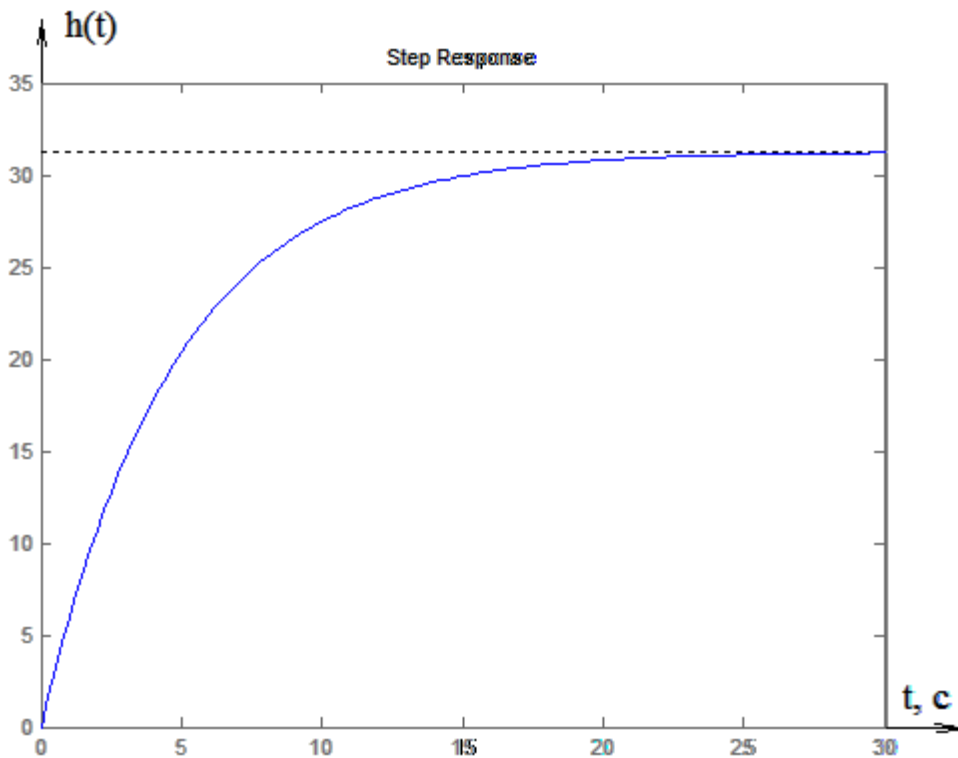


Рисунок 7.8 – Перехідна характеристика системи електропривода

По перехідній характеристиці можна судити про якість системи регулювання. Оскільки перерегулювання відсутнє, то система регулювання якісна.

Використовуючи функцію «margin», можна знайти запаси стійкості системи регулювання (рисунок 7.9).

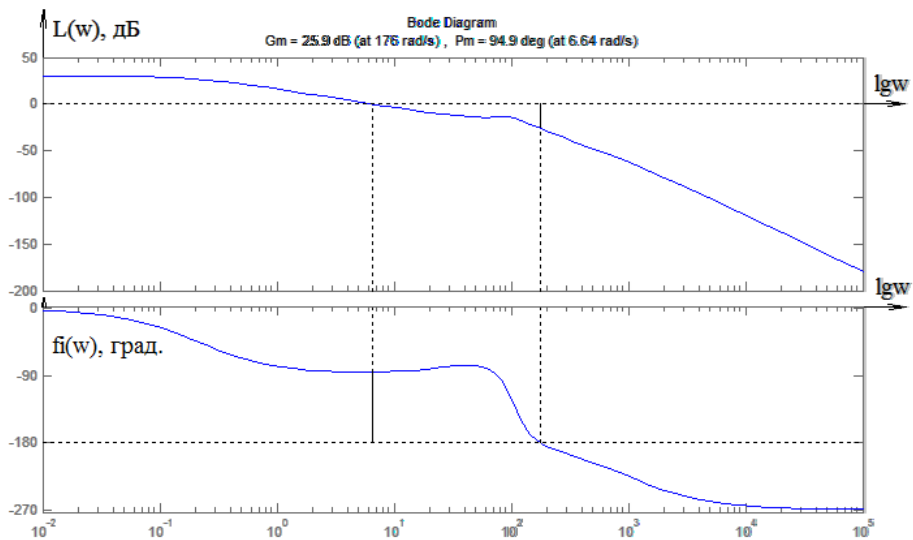


Рисунок 7.9 – Частотні характеристики системи електропривода

Оскільки частота зрізу (перетин амплітудо частотної характеристики з віссю $\lg \omega$) менша за критичну (перетин фазочастотної характеристики з віссю -180°), то за частотним критерієм стійкості система є стійкою в частотній області.

Запас стійкості системи електропривода по амплітуді:

$$G_m = 25,9 \text{ (дБ)}.$$

Запас стійкості системи електропривода по фазі:

$$P_m = 94,9 \text{ (град.)}.$$

Зміст звіту

1. Мета і програма роботи.
2. Теоретичні відомості.
3. Електричні схеми.
4. Перелік обладнання і вимірювальних приладів.
5. Таблиці експериментальних і розрахункових даних .
6. Графіки залежностей.
7. Висновки.

Контрольні питання

1. Чим регулюється швидкість двигуна в даній роботі?
2. В якому програмному забезпеченні зібрана комп'ютерна модель системи електропривода?
3. Який момент двигуна під час раптового пуску?

Практична робота № 8

Розробка структурної та принципової схем для електропривода

8.1. Розробка структурної схеми електропривода

На рисунку 8.1 представлено структурну схему електропривода.

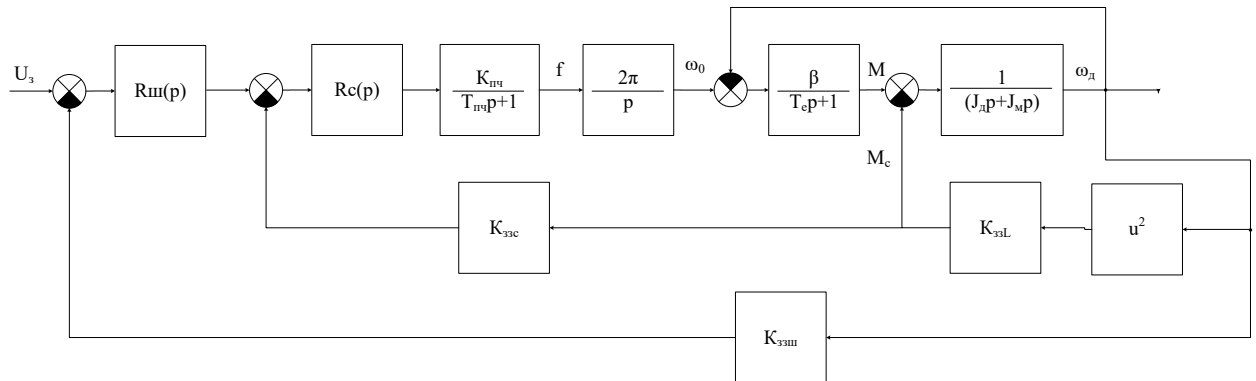


Рисунок 8.1 – Структурна схема електропривода вентилятора

На рисунку 8.1 регулятор швидкості $R_{ш}(p)$ подає напругу на регулятор струму $R_c(p)$. Регулятор струму подає напругу на тиристорний регулятор напруги з коефіцієнтом підсилення $K_{пч}$ і сталою часу $T_{пч}$. β – коефіцієнт жорсткості механічної характеристики АД, T_c – стала часу двигуна. J_d , J_m – момент двигуна і механізму відповідно. $K_{ззс}$, $K_{ззш}$ – коефіцієнти зворотного зв'язку по струму та швидкості відповідно. Блок u^2 реалізує квадратичну функцію, тобто задає вентиляторну характеристику. Коефіцієнт співвідношення $K_{ззл}$ знаходиться як відношення номінального статичного моменту до квадрату номінальної швидкості механізму. Блок u^2 разом з коефіцієнтом $K_{ззл}$ створюють момент опору електропривода

8.2. Розробка принципової схеми

На рисунку 8.2 показано схему електричну принципову системи ТРН-АД, що здійснює керування вентилятором у технологічному процесі в псевдорозрідженому шарі.

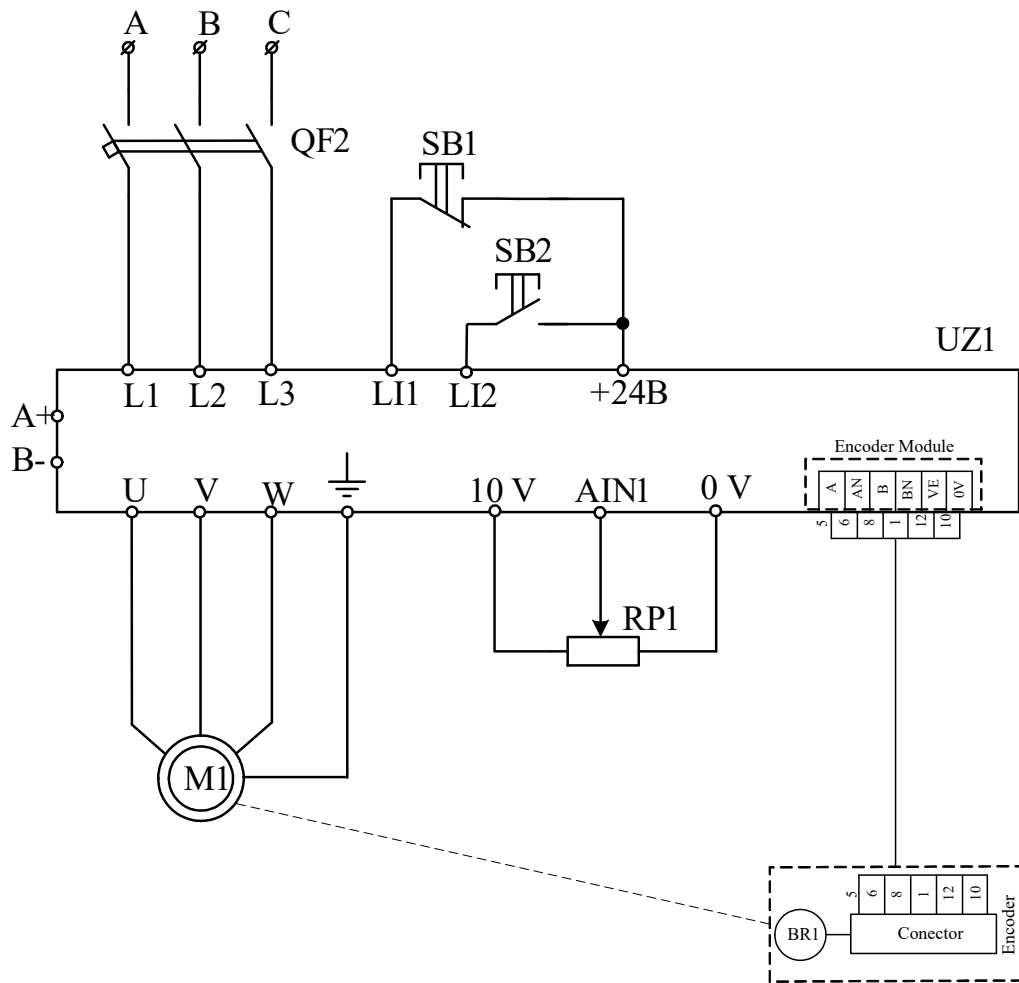


Рисунок 8.2. - Схема електрична принципова системи ТРН-АД.

Схема електрична принципова системи ТРН-АД включає в себе тиристорний регулятор напруги UZ1 та асинхронний двигун M1.

При натисканні кнопки «QF2» отримує живлення перетворювач частоти від мережі. Після підключення тиристорний регулятор напруги до мережі, замикається кнопка «SB2», яка подає сигнал на дискретний вхід, цим самим задаючи частоту, що відповідає швидкості робочого ходу. За допомогою потенціометра RP1 можна змінювати вихідну напругу, яка подається на приводний двигун, при налагоджувальних роботах.

Зворотний зв'язок за швидкістю виконано за допомогою цифрового сенсора швидкості, а контур за струмом реалізовано в середині тиристорного регулятора напруги.

Для зупинки електропривода потрібно натиснути кнопку «SB1», що служить для зупинки приводного двигуна.

Зміст звіту

1. Мета і програма роботи.
2. Теоретичні відомості.
3. Електричні схеми.
4. Перелік обладнання і вимірювальних приладів.
5. Таблиці експериментальних і розрахункових даних .
6. Графіки залежностей.
7. Висновки.

Контрольні питання

1. В якому програмному забезпеченні зібрана структурна та принципова схеми для електропривода?
2. Що за схема представлена на рисунку 8.2?
3. Що потрібно зробити щоб зупинки електропривода?

Список літератури

1. Матвійчук В.А., Стаднік М.І., Рубаненко О.О. Методичні вказівки по оформленню дипломних робіт магістра для студентів ОКР «Магістр» спеціальності 8.10010101 «Енергетика сільськогосподарського виробництва» та студентів ОС «Магістр» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка». Вінниця: ВНАУ. 2016. 64 с.
2. Стаднік М.І., Видмиш А.А., Штуць А.А. Колісник М.А. Інтелектуальні системи в електроенергетиці. Теорія та практика: навч. посіб. Вінниця. ТОВ "ТВОРИ". 2020. 332 с.
3. Матвійчук В. А. Рубаненко О. Є. Гунько І.О. Діагностування електрообладнання. Вінниця: ВНАУ. 2020. 138 С.
4. Возняк О.М. Штуць А.А. Колісник М.А. Сучасні системи електроприводів. Теорія та практика частина 1. Вінниця: ТОВ "ТВОРИ". 2021. 280 С.
5. Основи Інженерних методів розрахунків на міцність і жорсткість Г. М. Калетнік, М. Г. Чусов, В. М. Швайко. 2010. 616 с.
6. Технічна механіка Г. М. Калетнік, В. М. Булгаков, О. М. Черниш 2011. 340 с.
7. Електронний каталог «ВентоПром» [Електронний ресурс]: Режим доступу: <https://ventoprom.com.ua/product/vcd-47m-sever/>
8. Фашиленко В.Н. Регулируемый электропривод насосных и вентиляторных установок горных предприятий. 2011. 260. с.
9. Електронний каталог «Частное акционерное общество “ДИГ”», [Електронний ресурс]: Режим доступу: <http://deg.com.ua/products/industrial/trn/>.
10. Соловьев А.П. *Охрана труда и социальное страхование*. Київ, 1996. №12. С. 4-14.
11. Е.Фестер, Б. Ренц. Методы корреляционного и регрессионного анализа.

- Финансы и статистика*. 1983. 302 с.
12. Н. Дрейнер, Г.Смит. Прикладной регрессионный анализ. *Финансы и статистика*. 1986. 365 с.
 13. Себер Дж. Линейный регрессионный анализ. 1980. 456 с.
 14. Каменев П.Н. Отопление и вентиляція. Стройиздат. 1964. 219 с.
 15. А.В. Чермалих, В.Н.Пермяков, И.Я. Майданський Исследование динамики и энергетических характеристик вентиляторных установок с регулируемым электроприводом. *Серія «Гірництво»: Збірник наукових.*
 16. Сост. В.М. Чермалых, А.В. Чермалых, Е.И. Алтухов, А.В. Данилин Нечеткая логика в интеллектуальных системах программного управления. Часть 2. Компьютерный практикум. Методические указания к изучению дисциплины "Интеллектуальные системы программного управления" для студентов специальности 7.092203 "Электромеханические системы автоматизации и электропривод". НТУУ "КПИ" ИЕЕ. 2006. 108 с.
 17. Глинський Я.М. Інформатика 8-11: кн. 1, Львів, - Деол, 2001.
 18. Глинський Я.М. Інформаційні технології: кн. 2, Львів, - Деол, 2002. ст. 235-247.
 19. Глинський Я.М. Практикум з інформатики. - Львів, - Деол, 2005.
 20. Руденко В. та ін. Курс інформатики.- К., 2001.– ст. 336-365.
 21. Глинський Я.М. Інформатика 10 клас. - Львів, 2010.
 22. Гаєвський О.Ю. інформатика 7-11 кл.,К.: Видавництво А.С.К., 2008.- ст.30-32.
 23. Редько М.М. Інформатика і комп'ютерна техніка. – Вінниця: Нова книга, 2007.