

ОЦІНКА ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ ВИКОНАВЧИМИ МЕХАНІЗМАМИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ РЕЦЕПТУРНОЇ СТАНЦІЇ

92-99

Тарасюк В.П., асистент
Донецький державний технічний університет
vita@kita.dgtu.donetsk.ua

Запропоновано принцип формування моделей супроводу технологічного процесу дозування компонентів. Розроблено структурну схему визначення динамічних характеристик процесу управління виконавчими механізмами автоматизованої рецептурної станції. Визначено періоди сталих режимів для кожного механічного пристрою, що входить до складу схеми управління. Визначено час перехідного процесу для двигуна дозатора сахарної пудри.

The technique of formation of models of support of technological process dozers of components is offered. The block diagram of definition of dynamic characteristics of management of the executive mechanisms automated station of receipt is developed. The periods of the established modes for each mechanical device which is included in structure of the circuit of management are determined.

Ефективне використання комп'ютерної технології має широкі можливості для управління й автоматизації технологічних процесів (ТП). Існує проблема підвищення ефективності процесу багатоконпонентного дозування й одержання високооднорідних сумішей шляхом використання моделей супроводу технологічного процесу. Під моделлю супроводу будемо розуміти необхідний набір математичних залежностей, алгоритмів обробки поточної інформації про ТП, а також способів нагромадження, збереження і використання даних, що забезпечують ухвалення рішення для безперебійного протікання ТП. Вирішальним фактором стане оптимальне використання інформації, включаючи дані і знання, усередині системи автоматизації технологічного процесу дозування.

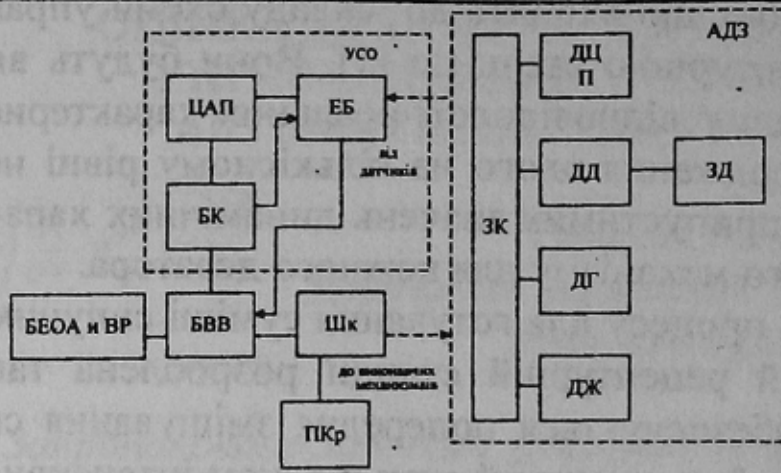
Для формування динамічних моделей супроводу процесів завантаження - вивантаження компонентів пралінових мас, що входять до складу суміші, повинні бути визначені періоди сталих режимів для

кожного механічного пристрою, що входить до складу схеми управління автоматизованою рецептурною станцією [1]. Вони будуть використані для поточного аналізу відповідності реальних характеристик теоретичним. Для підтвердження цього на кількісному рівні необхідно установити область припустимих значень динамічних характеристик кожного виконавчого механізму для кожного дозатора.

З метою удосконалення процесу для готування суміші сипучих і рідких компонентів, у даній рецептурній станції розроблена така конструкція, завдяки якій забезпечується попереднє змішування сипучих компонентів і переклад їх у зважений стан шляхом інтенсивного перемішування з роспилюваними рідкими компонентами, а регулювання співвідношень між ними здійснюється шляхом створення комп'ютерних моделей супроводу, на основі експертних оцінок, що підвищує однорідність суміші, що готується, стабільність її хімічного складу.

Рецептурна станція для готування суміші сипучих і рідких компонентів, складається з дозаторів і змішувача, що містить передкамеру, камеру і розташовані уздовж їхніх подовжніх осей ротори зі шнеками і поворотними лопатками, додатково постачена аналоговими датчиками маси.

Робота рецептурної станції для готування суміші сипучих і рідких компонентів, відбувається в такий спосіб. Компоненти, відповідно до рецептури засипаються в дозатори шнеками з великою і малою швидкостями завантаження, що забезпечують високу точність завантаження. Потім здійснюється дозування компонентів у змішувач, причому дозування кожного компонента здійснюється відповідно до циклограми протікання технологічного процесу, що забезпечує пошарове надходження компонентів у змішувач. Після чого суміш попадає в камеру, де лопатками інтенсивно перемішується і переводиться в зважений стан. Сюди ж з дозатора жиру подаються рідкі компоненти, що рівномірно перемішуються із сипучими компонентами, утворити однорідну суміш. Функціональна схема рецептурної станції приведена на рис. 1.



ДЦП – дозатор цукрової пудри, ДД – дозатор добавок, ДГ – дозатор горіхів, ДЖ – дозатор жиру, ЗД – змішувач добавок, ЗК – змішувач компонентів; БВВ – блок введення-висновку інформації; ЕБ – електронний блок; БУ – блок уставок; ПКр – пульт управління ручний, ПЗО – пристрій зв'язку з об'єктом;

БЕОА і ВР – блок експертної оцінки, аналізу і вироблення рішень, може працювати в ручному й автоматизованому режимах.

Рисунок 1 - Функціональна схема рецептурної станції «Автоматизований дозатор - змішувач»

Експертна система обробки інформації для прийняття рішень в автоматизованій рецептурній станції призначена для відстеження ходу технологічного процесу і внесення коригувальних впливів у випадку відхилень теоретичних від реальних характеристик більш, ніж на 0,7%.

При формуванні циклограми враховується, що на повне включення і вимикання двигунів дозаторів і шнеків потрібен час $\tau_{зад}$, при формуванні керуючих впливів необхідно врахувати цю затримку і здійснювати вимикання механізмів на $\tau_{зад}$ раніше з урахуванням передозованої маси компонентів. Час вимикання і переключення двигунів управління шнеків і дозаторів цукрової пудри, горіха, добавок повинний враховуватися при формуванні керуючих впливів на включення і вимикання виконавчих механізмів. При дозуванні компонентів у змішувач компонентів необхідно врахувати час включення і розгону двигунів $t_{вкл. \text{ двиг.}}$. Після проведення теоретичних розрахунків по інтервалах часу на виконання кожного етапу технологічного процесу необхідно визначити повний час протікання $t_{полн}$ одного циклу технологічного процесу [1].

Для забезпечення відповідності теоретичній циклограмі реального протікання технологічного процесу дозування пралінових мас необхідно скласти циклограму включення і вимикання виконавчих механізмів з обліком $\tau_{зад}$ і $t_{вкл. \text{ двиг.}}$. Оцінимо динамічні характеристики сталого режиму для одного з вузлів рецептурної станції на при-

кладі дозатора цукрової пудри. Проаналізуємо систему управління дозатора цукрової пудри і визначимо $t_{вкл. \text{ двиг}}$. Даний технологічний вузол схеми системи, приведений на рис.2.

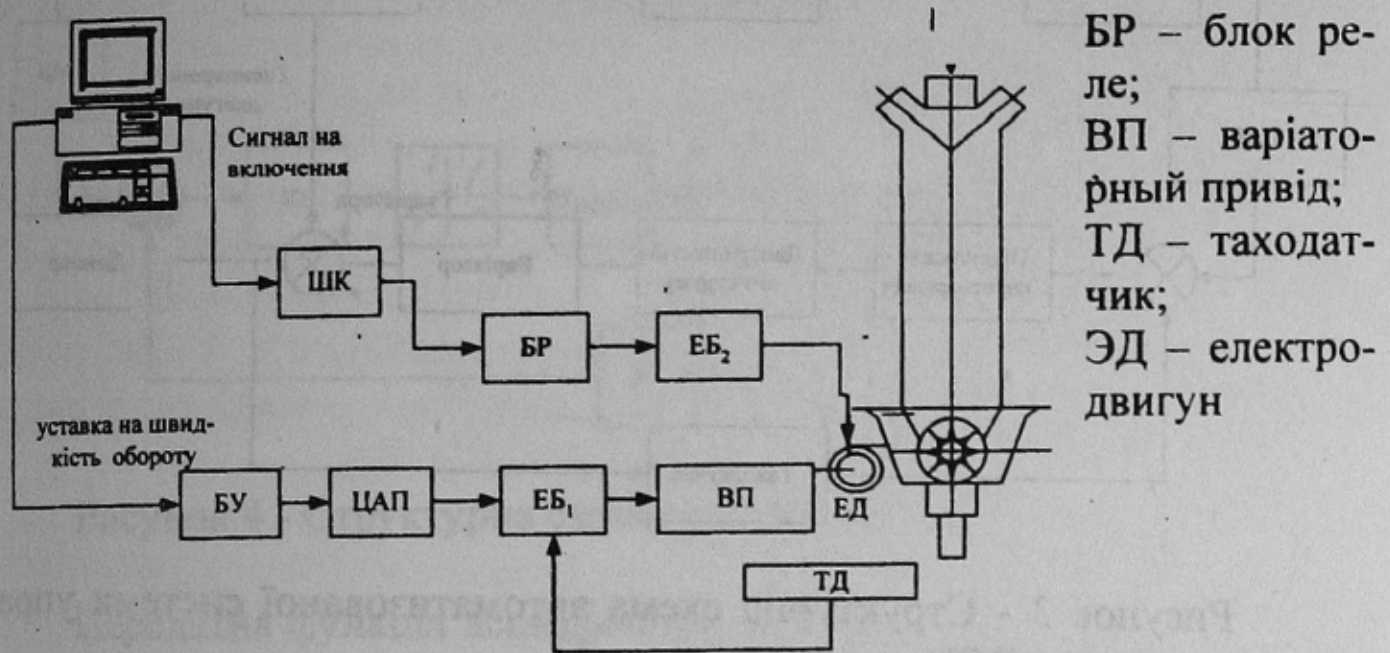


Рисунок 2 – Технологічна схема об'єкта управління

Як об'єкт управління виступає асинхронний двигун з варіаторним приводом, т.ч пристрій з керованою частотою обертання. Варіаторний привід являє собою малопотужний двигун постійного струму, що плавно переміщає шестірню щодо нерухомої конусоподібній шестирні [2]. Уставка на швидкість обертання двигуна дозатора подається один раз для конкретної рецептури, а потім здійснюється управління тільки асинхронним двигуном, частота обертання вала якого установлюється варіаторним приводом.

Структурна схема автоматизованої системи управління двигуном ДЦП представлена на рис. 3. Принцип роботи даної схеми полягає в наступному. Команда на включення, вимикання двигуна подається від ЕОМ у виді ТТЛ – рівня, що через електронний блок управління установкою включає пускове реле. При цьому на двигун подається номінальна напруга живлення, що відповідає частоті $f_{ач}$ обертання двигуна. Ця частота перетворюється в необхідну за допомогою варіаторного приводу, математично це відповідає сумі вихідної частоти вала $f_{нач}$ і збільшення $\Delta f_{вп}$ варіаторного приводу відносно $f_{нач}$.

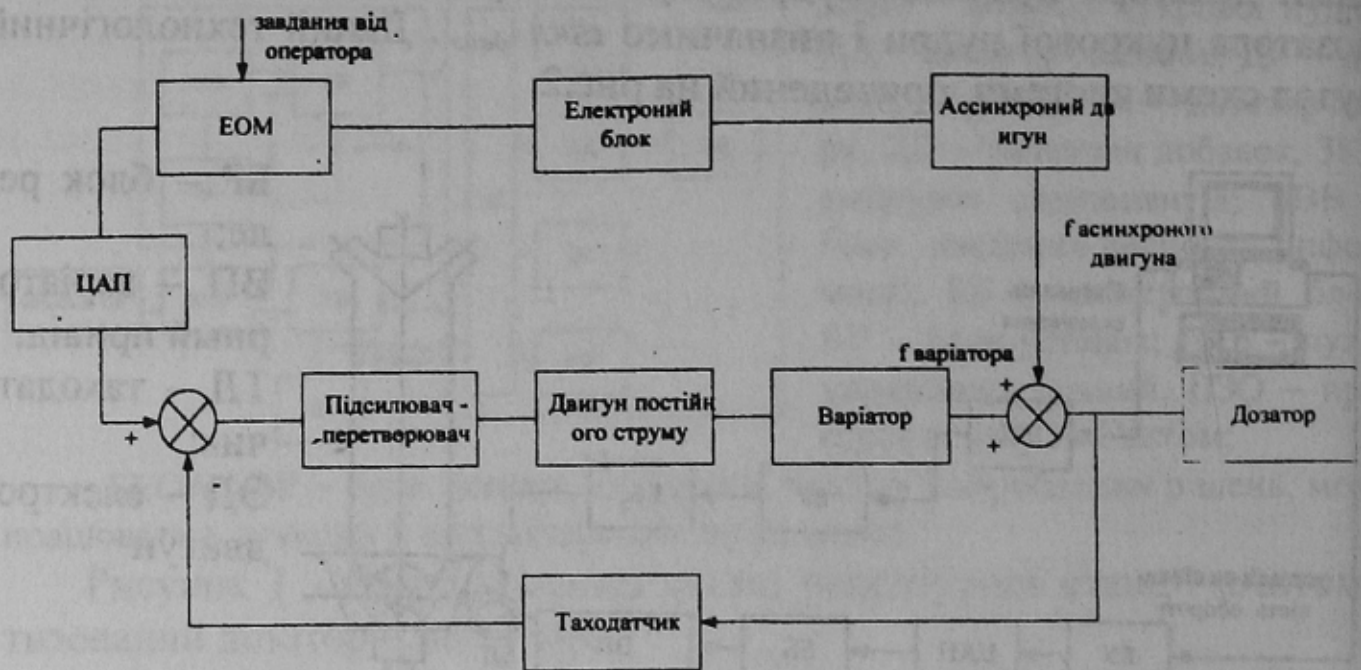


Рисунок 3 - Структурна схема автоматизованої системи управління двигуном ДСП

Уставка на швидкість обертання подається через БК на цифро – аналоговий перетворювач. Значення швидкості обертання вала дозатора за допомогою таходатчика перетворюється в пропорційну напругу і порівнюється з уставкой, подаваної від ЕОМ. Якщо частота не збігається з заданої, то формується напруга для зміни варіатором частоти обертання вала.

Наступним етапом визначення $t_{вкл. \text{двиг}}$ є представлення системи у виді структурної схеми, що складає з типових динамічних ланок. Існує кілька способів побудови структурної схеми. Перший спосіб заснований на складанні диференціальних рівнянь руху окремих елементів автоматизованої системи в напрямку проходження сигналу. Другий спосіб полягає в заміні кожного функціонального елемента схеми відомим вираженням передатної функції. Цей спосіб значно простіше і застосовується при розробці багатьох структурних схем [3]. ЕОМ і ЦАП у перехідному процесі розгону двигуна не бере участь, тому їхні передатні характеристики враховувати не будемо, а приймемо сигнал ЦАП як константу. Структурна схема передатних ланок представлена на рис. 4.

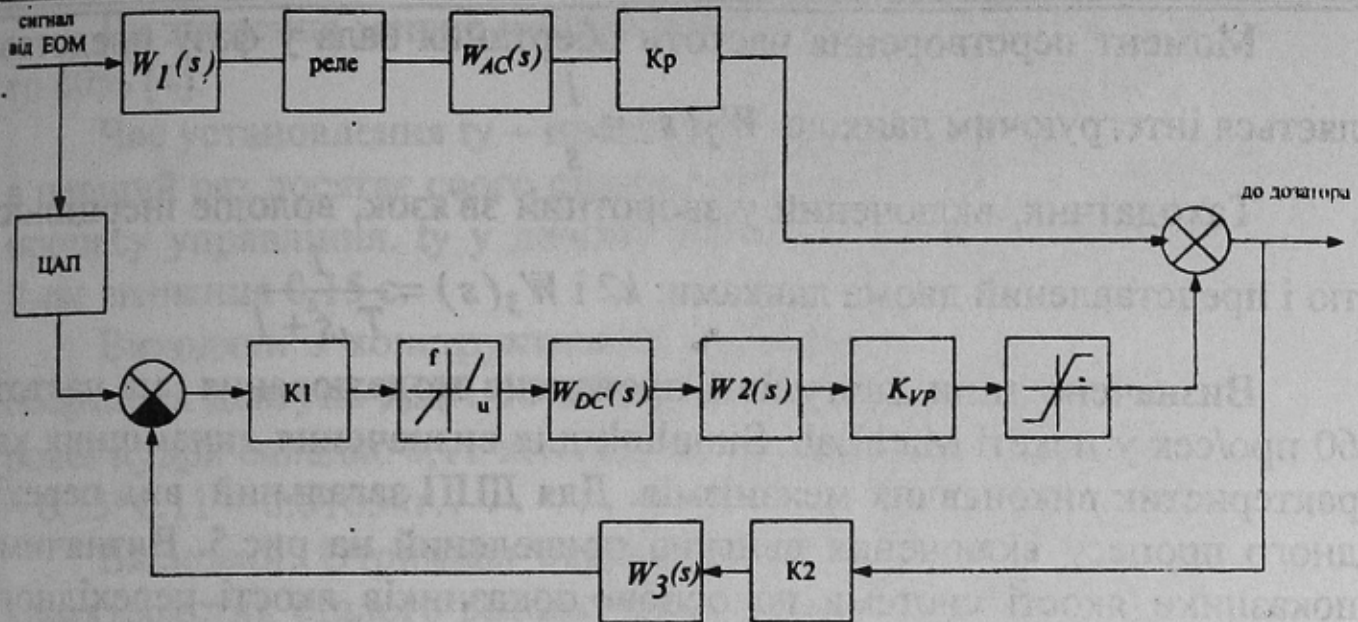


Рисунок 4 - Структурна схема передатних ланок

Передатна функція асинхронного двигуна складається з двох ланок : передатна функція самого двигуна по частоті, являє собою аперіодичну ланку першого порядку [4]

$$W_{AC}(s) = \frac{k_{AC}}{T_{AC}s + 1},$$

і коефіцієнта передачі редуктора асинхронного двигуна K_p .

Сигнал з ЕОМ поступає на електронний блок управління, якому можна описати як елемент затримки $W_1(s) = e^{-\tau \cdot s}$.

Визначимо передатну функцію варіаторного приводу. Він переміщає шестірню за допомогою черв'ячної передачі, що має коефіцієнт передачі дорівнює відношенню максимального зсуву шестірні до максимального кута повороту вала. Відношення мінімального діаметра конуса приводу до максимального впливає на відносне переміщення частоти, тому коефіцієнт передачі приводу визначитися як K_{VP} .

Пристрій, що пересуває шестірню, являє собою малопотужний двигун постійного струму, що володіє визначеної інерцією, тому його передатну функцію можна представити аперіодичною ланкою першого порядку

$$W_{DC}(s) = \frac{k_{DC}}{T_{DC}s + 1}.$$

Момент перетворення частоти обертання вала у фазу представляється інтегруючим ланкою $W_2(s) = \frac{1}{s}$.

Таходатчик, включений у зворотний зв'язок, володіє інерціоністю і представлений двома ланками: k_2 і $W_3(s) = \frac{1}{T_4s + 1}$.

Визначено типи двигунів і проведено моделювання на частоті 60 про/сек у пакеті MathLab, Simulink для визначення динамічних характеристик виконавчих механізмів. Для ДЦП загальний вид перехідного процесу включення двигуна приведений на рис.5. Визначимо показники якості системи на основі показників якості перехідного режиму.

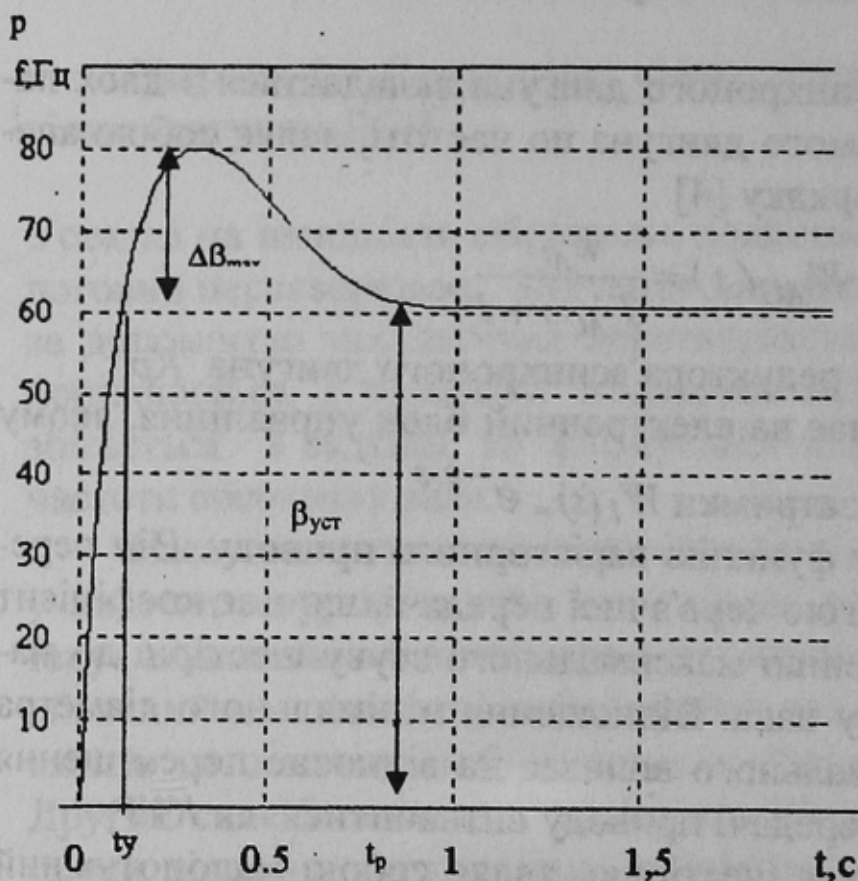


Рисунок 5 – Визначення показників якості системи по кривій перехідного процесу для ДЦП

Час перехідного процесу t_p – час по витікання якого відхилення керованої величини ($\beta(t)$) щодо сталого значення ($\beta_{уст}$) стає і залишається за абсолютним значенням менше наперед заданої величини (див.Рис. 5). Звичайно ϵ приймається рівним 0.05 $\beta_{уст}$. У даному випадку $\epsilon = 0.05 * 60 = 0.03$ Гц.

Перерегулювання σ - виражене у відсотках відношення максимального відхилення керованої величини $\Delta\beta_{max}$

від свого сталого значення $\beta_{уст}$ до $\beta_{уст}$:

$$\sigma = (\Delta\beta_{max} / \beta_{уст}) * 100\% = 20/60 * 100\% = 33\%.$$

Це значення менше припустимого часу перерегулювання, рівного 40% [4].

Час установлення t_u – проміжок часу, за який керована величина в перший раз досягає свого сталого значення, характеризує швидкість процесу управління. t_u у даному випадку є шуканим $t_{вкл. двиг}$ і приймає значення 0,15 с.

Виходячи з конструктивних особливостей ДЦП при швидкості обертання двигуна ДЦП 60 об/сек за один оборот маса дозуємої цукрової пудри складає 0,11 кг. Тоді за час $t_{вкл. двиг}$ віддозується маса $\Delta M = 0.15 \cdot 0.11 = 0.0165$ кг.

Висновки: Отримана структурна схема визначення динамічних характеристик сталого режиму для дозатора цукрової пудри застосована до інших виконавчих механізмів автоматизованої рецептурної станції, через те, що двигуни, установлені на дозатори сипучих продуктів аналогічні. Запропонован принцип формування моделей супроводу технологічного процесу дозування компонентів. Визначено періоди сталих режимів для кожного механічного пристрою, що входить до складу схеми управління. Визначено час перехідного процесу для двигуна дозатора сахарної пудри.

Величину ΔM і час $t_{вкл. двиг}$ необхідно врахувати при формуванні моделей супроводу ТП, що установлюють взаємозв'язок між режимними параметрами і видом виробу, що відпрацьовується, між уставками, формованими в системі контролю і видом вироблюваного виробу, між змінами витримок часу в залежності від стану дозаторів і уставками при відсутності порушень величини відпрацьовування доз.

Список джерел

1. Тарасюк В.П. Основы построения экспертной системы управления процессом дозирования компонентов пралиновых масс. Наукові праці донецького державного технічного університету. Серія: Обчислювальна техніка та автоматизація. Випуск 3. 1999 г. стр. 414-420.
2. Траубе Е.С., Миргородский В.Г. Электротехника и основы электроники. – М.: Высш. Шк., 1985. – 160 с., ил.
3. Зайцев Г.Ф. Теория автоматического управления и регулирования. – К.: Выща школа. Гол. Изд, 1989. – 431с.
4. Руководство по проектированию систем автоматического управления./Бессекерский В.А. и др. – М.: Высш.школа, 1983. – 296с. ил.