

ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ З ІНДУКЦІЙНИМ РЕГУЛЯТОРОМ В КОЛІ РОТОРА

Головань В.І., к.т.н., Головань І.В.

Чернівецький факультет Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”
Україна, вул. Головна, 203А г. Чернівці, 58000, Україна
тел./факс (0372) 7-24-15

Запропоновано концепцію процесу розробки інформаційної моделі технічних рішень асинхронних двигунів з індукційним регулятором в колі ротора, яка дозволяє поетапно вирішувати найбільш оптимальну стратегію розробки різних варіантів нових задач. При інформаційних дослідженнях враховуються всі види взаємопов'язаних елементів структури технічних рішень в статичі і динаміці і процесі аналізу рішень по оптимізації процесу розробки.

Предложено концепцию процесса разработки информационной модели технических решений асинхронных двигателей с индукционным регулятором в цепи ротора, позволяющую поэтапно решать наиболее оптимальную стратегию разработки разных вариантов новых задач. При информационных исследованиях учитываются все виды взаимосвязей в статике и динамике в процессе анализа и синтеза, выработки и предварительной оценки решений по оптимизации процесса разработки.

В роботі робиться спроба створення інформаційної моделі процесу розробки технічних рішень асинхронних двигунів (АД) з індукційним регулятором в колі ротора (АДІР), призначених для електроприводів з інтенсивними режимами роботи.

В нинішніх жорстких умовах ринкової економіки традиційний підхід до виконання проектно-конструкторських розробок і впровадження їх у виробництво, не гарантує випуск конкурентоспроможних АДІР. Вітчизняна практика здійснення проектно-конструкторських розробок і впровадження у виробництво виробів середньої складності триває в межах 3-5 років. За такий період виріб зазнає морального старіння і втрачає конкурентну спроможність [2].

Для того, щоб забезпечити перехід до інтенсивного способу економічного росту необхідно привести структуру виробничих відносин нашого суспільства в відповідності з сучасним станом прогресивних виробничих сил та нових інформаційних технологій. Тільки наукова теорія дозволить вибудувати початковий неорганізований потік інформації, розкласти складні явища і дійти до простих, елементарних причин.

Наукові і дослідно-конструкторські розробки стали головним фактором прискорення економічного росту розвинених примислових країн [13]. До науковоміких виробів відносяться проекти і зразки нової техніки. Тому процес створення сучасних ефективних технічних рішень потребує в даний час комплексного системотехнічного підходу. Ефективність процесу розробки технічних рішень, які не поступаються по своїх техніко-економічним параметрам кращим світовим зразкам, залежить в великій мірі від концентрації роботи в цілому, від її комплексності, системності [1,12].

При розробці технічних рішень АДІР однією з головних задач інформаційного забезпечення являється розробка інформаційної моделі [1,10]. Інформаційна модель дає можливість використати строги наукові методи перетворення і інформації. Запропонована авторами послідовність операцій розробки інформаційної моделі АДІР надана на рис.1.

При постановці задачі складної системи, якою

являється АДІР, задаються умови функціонування системи і мети, заради досягнення якої створюється система [13]. Складна система складається із різнорідних об'єктів, в яких протікають процеси різної природи. Відповідно математична модель системи являє собою комплекс моделей різних взаємодіючих процесів, таким чином, виникає проблема математичної задачі синтеза системи АДІР[4].

Планування стратегії розв'язання задачі можна здійснити в таких варіантах: якщо поставлена задача, для розв'язання якої можна використати колишні методичні дослідження і вже розроблену стратегію, то рекомендується використати цю стратегію; якщо в процесі уточнення задача розбивається на різні підзадачі, то вибирається послідовність розгляду цих задач, тобто встановлюється “логічний порядок” дій; постановку задачі можна уточнити, не поділяючи її на підзадачі, якщо для її розгляду не відомо надійної стратегії. В цьому випадку потрібно спочатку знайти та розпізнати основні проблеми, які в основному відповідають недолікам, що потрібно ліквідувати [1,14].

Категорично і безкомпромісно формувати вимоги до системи або мети проведення досліджень дуже важко, тому, що заделегідь не можливо знати всіх реальних обставин. Це примушує на першому етапі постановки задачі синтеза системи АДІР формувати вимоги до системи в термінах характеристик, у відповідному розумінні інваріантних по відношенню до зовнішнього середовища. Така процедура приводить до складання деяких вимог, які складаються із набору часткових показників ефективності (критеріїв), сукупне збільшення (або зменшення) яких являється не заперечним основним призначенні системи [13].

Після формування постановки задачі синтеза системи АДІР проводиться збір інформації. На цьому етапі відбувається попередній відбір суттєвої інформації з оптимальними конструктивними та техніко-економічними параметрами.

Інформацію необхідно накопичувати і систематизувати постійно, незалежно від задач, які вирішуються [5,7,8]. Область пошуку специфічної для вирі-

шуємої задачі інформації деталізується та уточнюється в ході розробки. Визначення потреби в інформації повинно стати принципом роботи [1,14].

Формування технічної концепції починається після визначення потреби. Концепція, як задум технічного засобу, містить опис основи дії, як правило пов'язаний із схемою конструктивного виду АДІР [11].

Розроблені системні концепції створюють область можливих рішень для системи як основи дії АДІР, який повинен служити задовільненню встановленої потреби. Розробка конструктивних концепцій починається з моменту визначення схеми конструктивного виду АДІР і тісно пов'язана з розробкою системних концепцій.



Рис.1.Послідовність складання узагальненої інформаційної моделі процесу технічних рішень АДІР.

На стадії концептуального дослідження необхідний такий рівень, який дозволить провести оцінку проекту АДІР як основи: чи розробки нового технічного засобу; чи підбір відомих конструкцій, безпосереднього вибору існуючих технічних засобів або внесення змін у відношення між окремими засобами комплексу.

Після формування технічної концепції і збору інформації по заданій тематиці АДІР здійснюється її аналіз [3]. Для цього використовується попередня концепція аналізу інформації у відношенні інформаційної моделі нового технічного рішення [1,13]. Часткові показники прагнуть визначити так, щоб вони залежали тільки від конструктивних параметрів та характеристик системи АДІР. Якщо кожному варіанту системи АДІР співставити деякий набір параметрів $x = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, де X – чисельність всіх можливих альтернатив системи, то набір часткових показників можна зобразити у вигляді деякого векторного критерію $W(x) = \{W_1(x), W_2(x), \dots, W_n(x)\}$.

Зрівняємо попарно альтернативи x , наприклад системи $x^1 \in X$ і $x^2 \in X$. Приймаємо, що альтернатива x^1 домінує над альтернативою x^2 , якщо $W_i(x^1) \geq W_i(x^2)$, $i=1,2,\dots,n$. Очевидно, що із двох альтернатив x^1 і x^2

домінуюча альтернатива x^1 буде мати перевагу в силу прагнення до збільшення значень всіх часткових критеріїв. Таким чином, альтернативу x^2 можливо вилучити із подальшого аналізу. Процедуру відсіву неконкурентних значень x можна продовжувати до тих пір, поки вона не приведе до виділення чисельності $X^* = P(X, W)$ альтернатив X , не зрівняних згідно принципу домінування.

Формально це означає, що для будь-якої пари $x^1, x^2 \in X$ $W_i(x^1) \geq W_i(x^2)$ приводить до рівності $W_i(x^1) = W_i(x^2)$ для всіх i . Чисельність

$$X^* = P(X, W) \quad (1)$$

називається чисельністю ефективних (або оптимальних, по Парето) альтернатив, а відповідна їм чисельність $W_p = W(X^*)$ векторів-ефективними або паретовськими векторами. Принцип домінування по векторному критерію $W(x)$ являється частковим випадком завдання на чисельності X відношення переваги.

Після попереднього аналізу інформації здійснюється класифікація та систематизація АДІР [5,9]. При інформаційних дослідженнях необхідно аналізувати інформацію по всій сукупності можливих альтернатив-

них варіантів, з метою обліку критеріїв і факторів при аналізі вже відомих і розробці нових технічних рішень.

Раціональність створення такої концепції визначається деталізацією опису системи і конструктивно-го виду. Рівень деталізації концепції залежить від вимог, які виходять із комплексу критеріїв. Таким чином, якість системних і конструктивних характеристик, які встановлюються в процесі розробки концепції, залежать від комплексу критеріїв.

Рівень деталізації запису системи повинен залежити від потреби. Представим дію АДПР з використанням рівня деталізації, який показаний на рис.2 [11].

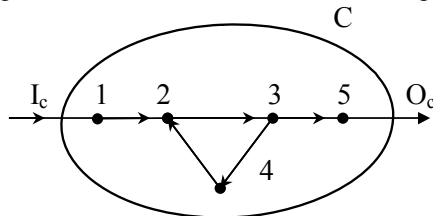


Рис.2. Рівень деталізації запису системи АДПР.

Вершини графа (позначені точками) від 1 до 5 відображають запис відношень перетворень. Знаки I_c і O_c характеризують відношення зв'язків з оточуючим середовищем відповідно на вході і виході. Внутрішні відношення зв'язків забезпечуються відношеннями цифр 12, 23, 35, які відповідають номерам відношень перетворень. Зворотні зв'язки, які проявляються в комплексі системи, забезпечуються відношеннями 34 і 42.

Таким чином система являє собою комплекс перетворень і зв'язків. Представлений граф відношень перетворень і відношень зв'язків як комплекс, створює систему:

$$I_c = I_1 \rightarrow O_1 = I_2 \rightarrow O_2 = I_3 \rightarrow O_3 = I_5 \rightarrow O_5 = O_c \quad (2)$$

$$I_2 = O_4 \leftarrow I_4 = O_3$$

Елементи від 1 до 5 створюють комплекси, які входять як складові частини в сукупність С. Між діючим комплексом і цією сукупністю існує відношення зв'язку, яке обумовлено тим, що вхід I_c сукупності одночасно являє собою і I_1 . Відношення між комплексом і сукупністю розкриває зв'язок $O_5 = O_c$.

Система являє собою послідовно-ітераційний комплекс, так як він містить перетворення $I_4 \vec{R} Q_4$, тобто зворотній зв'язок, який характерний для автоматизованих комплексів. Дія елементів 2 і 4 зв'язана з тим, що в елементі 2 здійснюється дія на основі відношень: $I_2 \vec{R} O_2$ і $I_2 \vec{R} O_2$, де $I_2 = O_1$; $I_2 = O_4$.

Для елемента 3 існує зворотне явище: $I_3 \vec{R} O_3$ і $I_3 \vec{R} O_3$, де $O_3 = I_5$; $O_3 = I_4$. Якщо рівність між входом і виходом позначити через R^0 (нуль означає відсутність перетворення) то суттєву властивість системи можна записати у вигляді чисельності відношень:

$$\langle \vec{R}, R^0 \rangle. \quad (3)$$

Ця чисельність характеризує відношення між величинами інформації, маси і енергії, які умовно називаються входами і виходами, що відображають властивості технічних систем.

Порівнянню підлягають прогнозовані на основі концепції особливості і властивості АДПР. Можна

прийняти априори, що існує необмежена кількість можливих концепцій, що приводить до поняття області можливих рішень. Розглядаючи методи створення області можливих рішень з більш загальних позицій, враховуємо, що між елементами сукупності можуть існувати зв'язки.

Існують слідуочі випадки створення області можливих рішень: створення сукупності без врахування безпосередніх зв'язків між елементами до тих пір, поки не приступають до оцінки з метою визначення найкращого рішення; створення сукупності з урахуванням безпосередніх зв'язків між елементами сукупності. Виконання умов, які витікають із прийнятого комплексу критеріїв, сприяють в наданні проектумоу АДПР нових особливостей і властивостей.

Поступове створення концепцій, особливо багатоходове, відіграє важливу роль в системному проектуванні, оскільки воно сприяє поступовому встановленню цілого, невід'ємну частину якого повинен скласти об'єкт проектування. Методи основані на поступовому формуванні взаємопов'язаних концепцій: зменшують вірогідність виникнення фантастичних концепцій, які не відповідають прийнятим критеріям; вимагають уміння позбавлятися від дії стереотипів; вимагають великих інтелектуальних і відповідних емоційних зусиль; дозволяють не тільки удосконалювати безпосередньо концепцію, але також сприяють удосконаленню комплексу критеріїв. На стадії створення концепції особливо велике значення має "відповідність" комплексу критеріїв, які дозволяють знаходити нові значення.

При виділенні визначаючих параметрів системи АДПР застосуємо формалізм так званих бінарних відношень [13]. Бінарним відношенням на чисельності альтернатив X називається чисельність R упорядкованих пар (x, y) , де $x \in X$ і $y \in X$ (або $x, y \in X$).

Якщо альтернативи x і y знаходяться у відношенні R , то поряд з $(x, y) \in R$ застосовується запис xRy . Бінарне відношення R на X називається повним, якщо будь-які два елементи із чисельності X пов'язані відношенням R . Доповнення R бінарного відношення R визначається слідуочим чином: $x \bar{R} y$ означає, що $(x, y) \notin R$, тобто невірно, що x знаходиться в відношенні R з y .

Використовується також зворотне до R відношення R^{-1} : $x R^{-1} y$ тоді і тільки тоді, коли yRx . В випадку коли одночасно $x \bar{R} y$ і $y \bar{R} x$, альтернативи x і y називаються незрівнянними.

Бінарне відношення R на чисельності X називається: рефлексним, якщо xRx для всіх $x \in X$; симетричним, якщо із xRy виходить yRx для всіх $x, y \in X$; антисиметричним, якщо для всіх $x, y \in X$ із xRy і yRx випливає, що $x=y$; еквівалентним, якщо R транзитивне, рефлексне і симетричне; порядком, якщо R транзитивне і антисиметричне; квазіпорядком, якщо R рефлексне і транзитивне. Таким чином поняття бінарного відношення дозволяє формалізувати різні по своїй природі операції попарного зрівняння альтернатив АДПР [6].

При проектно-конструкторських роботах АДПР для визначення залежності параметрів системи доцільно застосувати теорію матриць. Деталізація елемен-

тів системи з застосуванням матриць полегшує аналіз систем з більш високим ступенем складності, а також процес створення систем [5].

На рис.3 продемонстрований матричний запис 6 елементарних систем АДІР, з використанням наступних основних правил [11]: номери рядків і стовпців позначають відношення перетворень; входи і виходи системи знаходяться на перетині рядків і стовпців одного і того ж відношення; зовнішній вхід системи позначається знаком мінус; зовнішній вихід системи позначається знаком плюс; внутрішні відношення зв'язків позначаються на перетині рядків і стовпців відношень перетворень із збереженням додатних і від'ємних значень; якщо вихід відношення в рядку являється входом відношення в стовпці, то зв'язок має знак плюс; якщо відношення перетворень в рядку знаходиться після відношення перетворення в стовпці, то зв'язок має знак мінус.

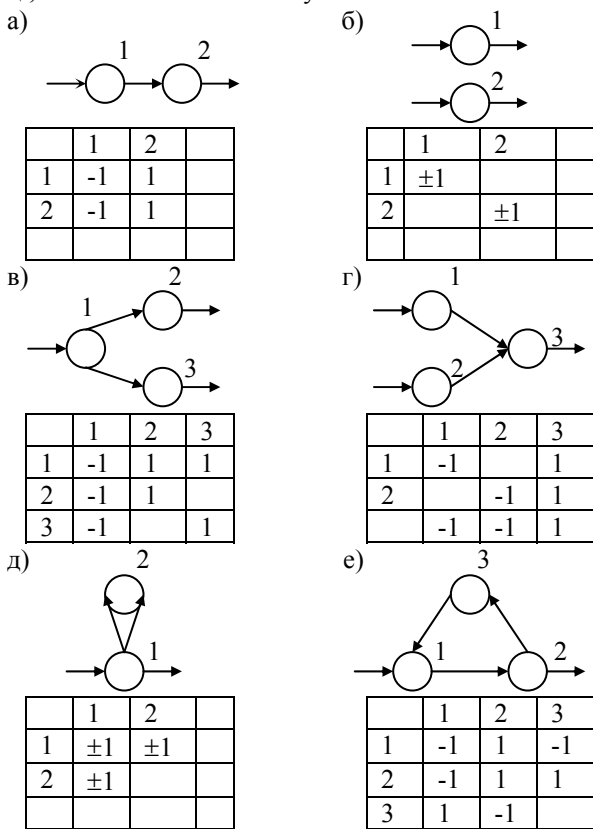


Рис.3. Матричний запис комплексів елементарних систем АДІР.

Входами і виходами відношень перетворень являються комплекси (рис.3а-е) відповідно: послідовний - де відношення перетворень 1 і 2 проявляються одне за одним; паралельний - де два відношення перетворень 1 і 2 будуть частинами одного цілого, тобто можуть створювати складові однієї системи; розхідний або девергентний – де відношення перетворень виходів 2 і 3 пов'язані з одним відношенням перетворень входу 1; східний або конвергентний – де відношення перетворень входів 1 і 2 пов'язані з одним відношенням перетворень виходу 3; зворотнім зв'язком – характерний для ітераційного процесу; послідовно-ітераційний - прикладом якого являється система рис. 2.

Числові позначення значень відношень зв'язків

дозволяють враховувати стохастичні процеси, тобто недетерміновані явища. Одиниці в матриці використані для позначення наявності відношень зв'язків, вказують на детермінований процес, тобто такий процес, при якому зв'язки проявляються із 100%-вою достовірністю.

При системному аналізі взаємозв'язків елементів технічних рішень доцільно використати структурний та функціональний аналіз. При прогнозуванні технічних рішень системний підхід заключається в тому, що необхідно враховувати всі види їх взаємозв'язків в статистиці і динаміці.

Складність прогнозуємих технічних рішень безперервно підвищується. При розробці технічних рішень використовуються принципи, методи, прийоми і правила інженерної творчості. Особливості процесу прогнозування диктують необхідність використання спеціальних банків знань [1]: закономірностей і тенденцій розвитку об'єктів техніки, методів і прийомів активізації інженерної творчості; методів і прийомів активізації нових технічних рішень; відкриттів і фізичних ефектів; прийомів перетворення об'єктів техніки; принципів, методів і прийомів прогнозування параметрів і структури технічних рішень; негативних ефектів і т.п.

Для зручності використання методів інженерної творчості і банків знань при розробці та прогнозуванні технічних рішень необхідно їх класифікувати.

В творчому технічному процесі від замкнутого мислення переходять до відкритого міркування, що приводить до основного принципу упорядкування мислення. Позбавлення від хаосу і прагнення до порядку – це логічна необхідність [11].

Одна із проблем впорядкованого мислення полягає в розумінні рівней абстракції, оскільки це спрощує визначення черговості творчої діяльності.

Поняття системи і конструції дозволяє встановити рівні абстракції. Черговості розглядання конкретності і абстракції на різних рівнях залежить від аналізу і синтезу технічних рішень. На рис. 4 проаналізовані основні рівні абстракції.

Одна із проблем впорядкованого мислення полягає в розумінні рівней абстракції, оскільки це спрощує визначення черговості творчої діяльності. Черговість розглядання конкретності і абстракції на різних рівнях залежить від мети аналізу і синтезу технічних рішень. Суть проблеми формування області можливих рішень складають концепції АДІР (рис. 4).

В сфері конкретності розрізняють: матеріальну потребу; функціонування технічного засобу з точки зору задоволення потреб; технічний засіб, який являє собою штучний матеріальний комплекс, якому надана бажана структура, що забезпечує його функціонування. Таким чином, функціонування з точки зору матеріальної потреби обумовлює відповідні структури виробу. Формування концепцій дій і структур шляхом обдумування і визначення констуктивного виду веде до встановлення поняття системи і констукції, які дозволяють визначити рівні абстракції.

Із графа різномірність: потреб, з яких вибирають ту, яка відповідає соціальним критеріям і визначена комплексом критеріїв; дій, основою яких в процесі проектування стає система, яка задовільняє комплексу

критеріїв; структур, з яких вибирають ті, які визначені в процесі конструювання конструкцією, що відповідає комплексу критеріїв.

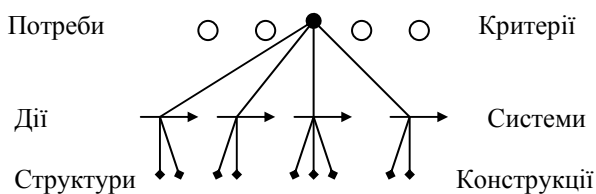


Рис.4. Граф різномірності об'єктів концепції.

Із різномірних дій і різномірних структур необхідно вибрати ті, які найкращим чином відповідають складеному комплексу критеріїв; це здійснюється шляхом оптимізації системи і конструкції як діалектичної єдності. В нашій свідомості – в інтуїтивному мисленні і логічному міркуванні – особливість АДІР як матеріального комплексу являє собою модель матеріальної дійсності.

Модель допомагає виявити не тільки найбільш оптимальну стратегію, але і змодулювати можливий ризик її використання. Крім того модель здійснює відповідну допомогу у вирішенні нових задач або моделювання процесу виконання нових функцій, для яких це технічне рішення не застосовувалося. В деяких випадках доцільно вибрати не саме оптимальне рішення з точки зору технічних параметрів, але надаючи гарантію, наприклад, заданого показника надійності його функціонування технічного рішення.

При складанні моделі можуть використовуватись два види подібності: структурний – між структурою моделюемого об'єкта та структурою моделі; функціональний – між моделюемим об'єктом та моделлю, які розглядаються з точки зору виконання або подібності функцій при відповідних діях.

При інформаційних дослідженнях повинні застосовуватись всі моделі технічних рішень: візуальні, фізичні, електричні, математичні, критеріальні, реалізовані з допомогою ЕОМ і т.д. Математичні моделі являються найбільш точними і мають свою перевагу; їх використання, в тому числі з допомогою ЕОМ, являється перспективним направленням.

В тому випадку, коли не має адекватних математичних моделей і неможливо виконати електротехнічну модель, яка функціонує з заданою точністю реалізується фізична модель. Критеріальна модель найбільш чинним відображає якісні характеристики об'єкта дослідження. Використання візуальних моделей доцільно при вирішенні всіх задач і проблем, які виникають при розробці технічних рішень, тобто: використання аналогій і зображень; використання геометричних асоціацій, зображенню з допомогою символізації; зображення схем, креслень. Особливо доцільно моделювання на ЕОМ прототипа розробки і прогнозуемого технічного рішення.

Технічні процеси можуть бути представлені різними способами в залежності від виду процесу, мети представлення: в формі блок-схеми; в формі графа – ребра якого, позначають процеси, а вузли – технічний стан; діаграм – які дозволяють наглядно представити послідовність і прив'язку операцій по часі; математичного опису – математичні рівняння якого в більшості випадків найбільш точно описують протікання проце-

сів і їх залежності; словесного опису – простіші інших, але не забезпечують однозначності, або виявляються досить довгими.

Подальша послідовність операцій розробки докладного зразку, перевірка адекватності моделі, побудова моделі технологічного процесу, техніко-економічної оцінки технічних рішень та оптимізації рішень показана на рис.1.

Інформаційна модель необхідна для розробки різних варіантів технічного рішення, концентрації зусиль при пошуку оптимальних варіантів окремих вузлів, деталей, компонентів АДІР. Таким чином, наявність інформаційної моделі дозволяє проводити розробку технічного рішення поетапно, при необхідності повертаючись до попередніх етапів розробки.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Александров Л.В. Блинников Н.Н. Программно-целевой подход при разработке технических решений. Обзорная информация. - М.: ВНИИПИ.-1989. – 81с.
- [2] Бойко П.А., Мордвінов С.І. Структура процесу моделювання ергономічної експертизи контрольно-вимірвальних приладів та систем. – Експрес-новини: наукова техніка, виробництво.-Київ: Укр. ІНТЕІ. – 1997.-№19-20. – С.33-35.
- [3] Головань В.И., Головань И.В. Анализ конструкций асинхронных двигателей ИС в цепи ротора / Информ.лист. –Черновцы: ЦНТЭИ.-1997. - №20-97. –4с.
- [4] Головань В.И., Головань И.В. Математическая постановка задачи синтеза системы асинхронного двигателя с индукционным сопротивлением в цепи ротора // Техническая электродинамика. Проблемы современной электротехники. Частина 4.-К.: -2002.-С.37-42.
- [5] Головань В.И., Головань И.В. Асинхронные двигатели с индукционным сопротивлением в цепи фазного ротора. –Черновцы: Прут. –2000.-160с.
- [6] Головань В.И., Головань И.В. Автоматизированное проектирование индукционного сопротивления асинхронного двигателя // Техническая электродинамика. Проблемы современной электротехники. Частина 5.-К.: -2000.-С.100-105.
- [7] Головань В.И. Конструкции индукционных сопротивлений асинхронных двигателей с фазным ротором / Обзор.информ. –Черновцы: МТЦНТИ. –1991.-40с.
- [8] Головань В.И., Головань И.В. Конструкции асинхронных двигателей с индукционным сопротивлением в цепи фазного ротора / Обзор.информ. –Черновцы: ЦНТЭИ. – 1998. – 51с.
- [9] Головань В.И. Обобщение и систематизация асинхронных двигателей с индукционным сопротивлением в цепи ротора / Информ.лист. –Черновцы: ЦНТЭИ.-1993. -№11-93. – 4с.
- [10] Головань В.И. Процесс разработки технических решений асинхронных двигателей с индукционным сопротивлением в цепи ротора / Информ.лист. – Черновцы: ЦНТЭИ. – 1993.-№10.-6с.
- [11] Дитрих Я. Проектирование и конструирование: системный подход. Пер. с польск. – М.: Мир.-1981.-456с.
- [12] Евланов Л.Г. Теория и практика принятия решений. – М.: Экономика. –1984. –176с.
- [13] Кроснощевков П.С., Петров А.А., Федоров В.В. Информатика и проектирование. –М.: Знание. (Новое в жизни, науки, техники. Сер. «Математика и кибернетика»). – 1986. - №10. – 48с.
- [14] Мюллер И. (пер. с нем.) Эвристические методы в инженерных разработках. – М.: Радио и связь, 1984. – 144с.

Надійшла 11.03.2003