

ЗАГАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЕКТУВАННЯ У ЗАДАЧАХ КОНСТРУЮВАННЯ МЕХАТРОННИХ СИСТЕМ ТЕХНІКИ АПК

Ловейкін В.С., д.т.н., проф., Човнюк Ю.В., к.т.н., доц.,
Тисленко О.Б., асп., Якубович Я.О., маг.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Запропонований системний підхід з розподілом підсистем за рівнями підпорядкованості у задачах проектування/конструювання мехатронних систем техніки АПК. Обґрунтовані три рівня підсистем – забезпечуючий, контролюючий й виконавчий, кожному з яких відповідає певне коло задач, технічних засобів, принципів формування критеріїв. Наведена логіка проектування вказаних підсистем. Визначені межі області реалізації конкретного проекту системи управління технікою АПК, які з достатньою достовірністю встановлюють граничні значення параметрів мехатронних систем.

Постановка проблеми. Сучасний вибір електронних засобів створює можливості для побудови різноманітних автоматичних пристроїв, у тому числі й для управління технологічними процесами машин сільськогосподарського призначення, керування котрими передбачає застосування мехатронних систем (МС). При цьому, зрозуміло, стає актуальним і питання автоматизації проектування спеціальних засобів автоматики, зокрема, елементів, вузлів, блоків МС. Необхідно зазначити, що системи автоматизації проектування (САПР) доцільні тільки для об'єктів достатньої складності (сучасна техніка АПК належить до такої категорії!). Тому, у даному випадку, коли мова йде про пристрої, розвиток котрих пішов не далі самого початку, має сенс із врахуванням перспективи обговорити найбільш загальні проблеми створення (проектування/конструювання) МС сучасної техніки АПК, які дозволяють суттєво підвищити точність управління сучасною технікою АПК та, відповідно, продуктивність останньої.

Аналіз публікацій по темі дослідження. У роботах [1-4] зазначено, що при конструюванні систем автоматичного управління, призначених для вирішення комплексу задач автоматизації дорожньо-будівельних машин, доцільним є системний підхід з розподілом підсистем за рівнями підпорядкованості. Вибір принципу підрозділу, рівно як і число самих рівнів, визначається у значній мірі суб'єктивними міркуваннями. У даному випадку мають на увазі те, що мова йде про порівняно прості системи, а у подальшому це питання слід вирішувати якимось чином інакше. На думку авторів [4] логічним є розподіл підсистем за ієрархічним принципом, а ті підсистеми, котрі порушують ієрархію (наприклад, кільцевими чи перехресними зв'язками), слід відносити до одного рівня підпорядкованості (ієрархії). Ідеї названих вище

робіт застосовуються у даному дослідженні для створення основ САПР МС техніки АПК.

Мета роботи полягає у встановленні алгоритму й логіки проектування/конструювання МС техніки АПК на основі підходів, що реалізовані у сучасних САПР різноманітного обладнання, машин промислового призначення. При цьому також встановлюються на основі загальних міркувань, запропонованих у [1,4], межі (границі) областей реалізації сучасних МС – управління технікою АПК, котрі формуються, виходячи з вимог точності керування й продуктивності сучасної машини сільськогосподарського призначення.

Виклад основного змісту дослідження. У розглядуваній області дослідження, як і у [4], обґрунтовані три рівня підсистем [1] – забезпечуючий, контролюючий й виконавчий, кожному з котрих відповідає певне коло задач, технічних засобів, принципів формування критеріїв. Такий поділ може бути таким, що містить внутрішні протиріччя, викликані наявною невідповідністю за параметром складності – на вищих рівнях нерідко знаходяться підсистеми, більш прості конструктивно й функціонально. Але усе ж, з точки зору організації взаємозв'язку підсистем, тобто у підсумку при конструюванні апаратури з МС – управлінням технікою АПК, дана класифікація виявляється доцільною

Крім того, необхідно врахувати те, що у певних випадках простота конструкції зв'язана з тим, що деякі з виду прості функції виконуються водієм-оператором машинно-тракторного агрегату (МТА), можливості якого недосяжні для автоматики. Це, зокрема, управління рухом машин, пов'язане з аналізом зорового уявлення про поточну технологічну операцію.

Аналіз процесу конструювання дає можливість встановити певну послідовність етапів розробки, характерну для підсистем будь-якого рівня (рис.1).

Розробка технічного завдання на основі загальних міркувань про те, які очікуються переваги у результаті впровадження виробу (з МС керуванням МТА). Розділи технічного завдання – за підсистемами МС.

Аналіз оберту обробки – технологічні характеристики МС, які відносяться до справи – фізичні властивості, геометрія, кінетика матеріалу при обробці й т.п. З точки зору автоматизації визначаються параметри – контрольовані, керуючі й збуджуючі – їх склад, діапазон, статистичні характеристики. За підсистемами – те ж саме, для локальних об'єктів.

Обґрунтування критеріїв управління – виходячи із завдання й властивостей об'єкту обробки. За підсистемами – обґрунтування локальних критеріїв.

Аналіз виконавчих механізмів – придатність для поставлених задач, можливість спряження з регуляторами передбачуваних типів (та різновидів).

Розробка математичної моделі - об'єкту управління – за підсистемами, включаючи об'єкт обробки, виконавчі механізми, сервомеханізми, робочі органи.

Розробка алгоритмів управління – виходячи з вимог технології і

тощо). Почнемо з вищого рівня. Раніше вже зазначалось, що саме зміст задач, рівно як і умови робіт у сільськогосподарському виробництві, мало сприяють автоматизації процесів управління МТА (з мехатронними системами управління) на найвищому – забезпечую чому рівні ієрархії. Сюди слід віднести задачі зміни робочих режимів, локації на об'єкті, організації взаємодії з іншими машинами, контролю працездатності МТА.

На цьому рівні доступна часткова автоматизація – можна розробити підсистему переходів до режиму транспортування від режиму різання ґрунту за сигналом «ківш повний» й від режиму вивантаження – за сигналом «ківш порожній». Ця підсистема може подавати сигнали про завершення поточного режиму, навіть виробляти команди управління деякими механізмами МТА («зачинити заслінку», «вимкнути елеватор» та ін.), які передаються на наступний рівень, рішення ж про перехід і виконання дій, зв'язаних з переходом, залишаються усе ж таки у компетенції водія/оператора.

Система верхнього рівня виробляє, таким чином, три стани, що відповідають робочим режимам, для кожного з котрих існують певні підсистеми нижніх рівнів й відповідні їх режими.

Підсистемам середнього - контролюючого рівня належать найбільш кваліфіковані задачі автоматичного управління МТА за допомогою МС керування. До таких задач у даному випадку відносяться:

1. Керування приводом переміщення ківша, точніше, формування програми управління ківшем у відповідності з технологічною задачею й поточною ситуацією. Наприклад, у режимі різання ґрунту виробіток сигналів керування ковшем може передаватись спеціальному автомату, який входить до складу МС-управління.

2. Встановлення передумов – наприклад, у режимах різання-вивантаження – постава керма на прямолінійний рух і регулятора дизеля на максимум. Ці дії у певних випадках можуть співвідноситись з переходом режимів й виробляти підсистемою верхнього рівня (як вищезгадані для заслінки й елеватора).

3. Керування трансмісією, яке оптимізує режим двигуна-дизеля. Сучасні важкі машини зазвичай мають автоматичну трансмісію. Ця підсистема функціонує у всіх режимах.

Перераховані задачі середнього рівня можуть бути автоматизовані практично повністю, про що свідчить досвід попередніх робіт.

На найнижчому – виконавчому рівні – задачі управління за постановкою не складні, однак конструкторська проробка технічних пристроїв досить серйозна. Сутність найбільш відповідальних на цьому рівні алгоритмів створює відслідковування контрольованого параметру за програмою, яка задається з підсистем верхніх рівнів. Інакше кажучи, це алгоритм стабілізації параметрів біля заданого постійного чи змінного значень, тому такі підсистеми називають стабілізуючими контурами. Такий, наприклад, контур переміщення ківша за сигналами підсистем контролюючого рівня – стабілізації кутового положення, обмеження тягового зусилля та ін. Закон регулювання й витікаючи з нього критерії управління залежать від того, з якого з підсистем верхнього рівня

працює у даний момент контур.

Досвід автоматизації технологічних процесів у сільськогосподарському виробництві свідчить про те, що більша частина перерахованих вище етапів проектування може бути автоматизована – частково чи повністю, з організацією інтерактивного режиму взаємодії САПР з проектувальником МС керування МТА, сучасної техніки АПК.

Із загальних питань обґрунтування розробок найбільш кваліфікованою й відповідальною на різних етапах проектування підсистем всіх рівнів є їх оцінка за наступними ознаками:

1. Потреба у розроблюваному виробі, виходячи зі сформульованих у завданні переваг від його впровадження, із врахуванням витрат на реалізацію й експлуатацію.

2. Реалізованість, здійсненність розробок, куди включаються питання як можливість їх технічної реалізації, так й адаптації нововведення галузю.

Зрозуміла важкість чисельної оцінки вказаних понять може бути подолана, якщо зв'язати їх зі значеннями цілком вимірюваних конкретних параметрів виробу, таких як точність та продуктивність.

Логічним є твердження про те, що потреба у виробі тим більша, чим вище рівень точності й продуктивності, котрі він може досягти. Настільки ж очевидною та справедливою є і думка про те, що зі зростанням вимог точності й продуктивності реалізованість виробу знижується. При аналізі конкретної задачі виявляється можливим з достатньою достовірністю встановити границі значень параметрів (рис.2).

Наприклад, можна стверджувати, що обробка деякого матеріалу може здійснюватись з похибкою, не меншою, ніж похибка виготовлення й установки інструменту, чи не меншою, ніж розмір частинок оброблюваного матеріалу, або що-небудь ще у тому ж сенсі. Неможливо, наприклад, вимагати вирівнювання ґрунту (віброкотком) з точністю до 0,001м поверхні, якщо ґрунт має зернини фракції 0,005м.

Верхня границя за продуктивністю також може бути отримана, виходячи з аналогічного міркування відносно обмежень за міцністю ріжучого інструменту чи потужності двигуна та ін. (відрізок Б на рис.2).

Крім простих обмежень, визначаються й границі, котрі породжуються функціональними зв'язками. Наприклад, граничні значення параметрів, які визначаються умовами стійкості, знаходяться у взаємозворотній (оберненій) залежності, умова стійкості зв'язує точність і продуктивність зі гіперболічним законом (точність \sim продуктивність⁻¹), що дає точну верхню межу допустимої області (крива В).

Так визначаються верхні границі значень параметрів МС техніки АПК, пов'язані в основному з їх реалізованістю.

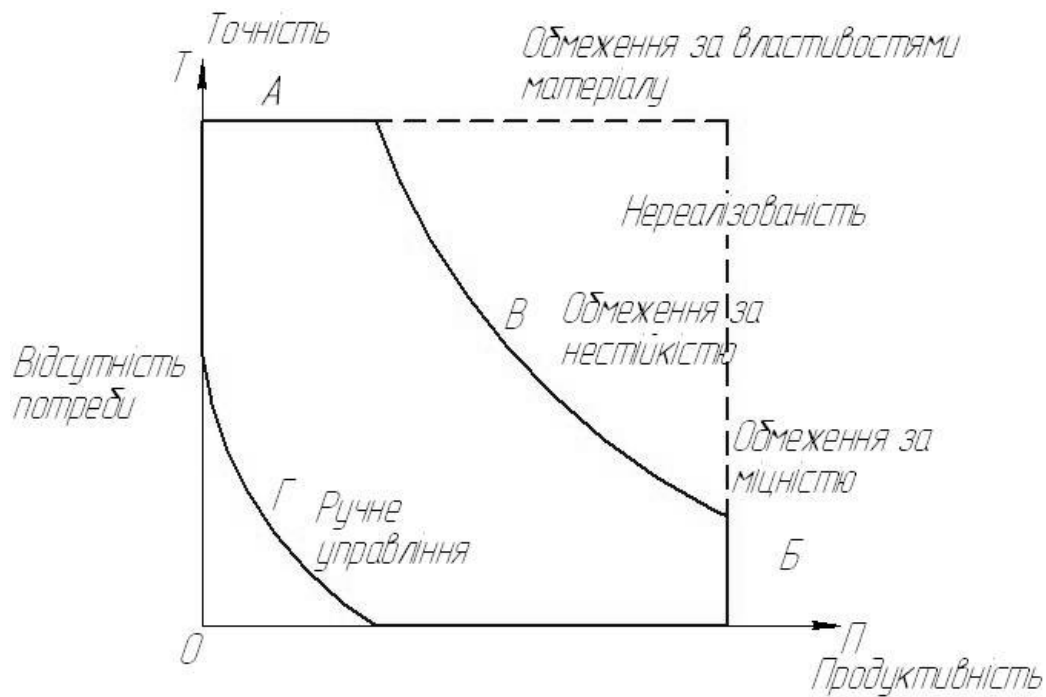


Рис.2 – Границі реалізованої області у процесі конструювання/проектування МС техніки АПК

Нижні границі найчастіше визначаються з міркувань потреби. Граничні значення тут можуть бути подані координатними всіяма: зрозумілою є непотрібність виробу з нульовою продуктивністю чи нульовою точністю.

Уточнення розглянутих границь ще більше звужує область можливих значень параметрів. Так, додаткові вимоги відносно якості процесу управління зсунуть верхню границю – гіперболу В вліво. Нижні ж границі піднімуться вгору до доволі невизначеної кривої Г, яка відповідає можливостям ручного керування МТА: потреба у автоматизації, яка керує машиною, гірше, ніж людина, сумнівна.

Висновки

1. Аналіз наявного досвіду експлуатації автоматизованих МТА свідчить, що визначена розглянутими границями область можливої реалізації МС керування сучасної техніки АПК досить вузька, й для ефективної автоматизації потрібна серйозна реконструкція механізмів приводів машин сільськогосподарського призначення.
2. Інтерактивна підсистема визначення границь реалізованої області для МС керування сучасної техніки АПК, яка працює у діалозі з конструктором-розробником, також включається у САПР як повноправна складова частина.
3. Отримані у роботі результати можуть у подальшому слугувати для уточнення й вдосконалення існуючих інженерних методів розробки МС керування для сучасної техніки АПК як на стадіях їх проектування/конструювання, так і у режимах реальної експлуатації (разом з навігаційними системами).

Список використаних джерел

1. Воробьёв В.А. Автоматизация технических процессов землеройных машин и связанной с ними строительной техники. / В.А.Воробьёв, А.М.Васьковский // Известия вузов. Строительство. – 1993. -№2. – С.60-67.
2. Раннев А.В. Строительные машины: Справочник в 2-х томах. – Т.1. – Машины для строительства промышленных, гражданских сооружений и дорог. / А.В. Раннев, В.Ф. Корелин, А.В. Жаворонков и др. / под ред. Э.Н. Кузина. – М.: Машиностроение, 1991. – 496с.
3. Андрианов Ю.М. Квалиметрия в приборостроении и машиностроении / Ю.М. Андрианов, А.И. Субетто. – Л.:Машиностроение, 1990. – 216с.
4. Воробьёв В.А. Общие проблемы автоматизации проектирования в задачах автоматизации дорожно-строительных машин / В.А. Воробьёв, А.В. Васьковский // Известия вузов. Строительство. – 1995. – №4. – С. 89-93.

Аннотация

ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ЗАДАЧАХ КОНСТРУИРОВАНИЯ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ ТЕХНИКИ АПК

Ловейкин В.С., Човнюк Ю.В., Тисленко А.Б., Якубович Я.О.

Предложен системный подход с распределением подсистем по уровням подчиненности в задачах проектирования/конструирования мехатронных систем техники АПК. Обоснованы три уровня подсистем – обеспечивающий, контролирующий и исполнительный, каждому из которых соответствует определенный круг задач, технических средств, принципов формирования критериев. Приведена логика проектирования указанных подсистем. Определены границы области реализации конкретного проекта системы управления техникой АПК, которые с достаточной достоверностью устанавливают граничные значения параметров мехатронных систем.

Abstract

COMMON PROBLEMS OF DESIGN AUTOMATIZATION IN CONSTRUCTION PROBLEMS MECHTRONIC SYSTEMS TECHNIQUE OF AGRICULTURAL INDUSTRIAL COMPLEX

V. Loveykin, Y. Chovnyuk, A. Tyslenko, Y. Yakubovich

Systematic approaches to the distribution of the subsystems of levels of subordination in the problems of design / construction of mechatronic systems engineering agribusiness are proposed. Three-level subsystems - providing, supervising and executive, each of which corresponds to a certain range of problems, technical resources, principles of formation of the criteria are grounded. The logic of the design of these subsystems is shows. The limits of a specific project management technique of agriculture, with sufficient reliability that set the boundary values of the parameters of mechatronic systems were conducted.