

УДК 504.05

DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2019.86.2.148

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУВАЛЬНА СИСТЕМА ГІБРИДНИХ ТА ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

Бажинова Т. О.

Харківський національний технічний університет сільського
господарства ім. Петра Василенка

Анотація. У роботі розглянута методологія побудови інтелектуальної інформаційно-керувальної системи силовою установкою гібридних та електромобілів. Відмінністю методології є методи штучного інтелекту для вирішення завдань «Рух» і технологія інтелектуалізації синтезу задач керування режимами «Рекуперація» та «Рух» гібридних та електромобілів, реалізована у вигляді інтегрованого графа.

Ключові слова: електромобіль, гібридний автомобіль, інтелект, система, синтез.

Вступ

Методологія побудови інтелектуальної інформаційно-керувальної системи (ІКС) електро- і гібридних автомобілів базується на таких концепціях:

- системного аналізу,
- комплексного моделювання; на теоріях:

– аналізу і синтезу систем на безлічі станів функціонування, оптимального керування, фільтрації, регресійного аналізу, електричних вимірювань, інтелектуальних і ієрархічних систем, лінійних спрямованих графів;

Використовуються методи штучного інтелекту, сучасних інформаційних технологій і – програмування.

Вона є природним розвитком методології створення автоматизованих систем оптимального керування і модульної побудови автоматизованих інформаційно-керувальних систем оброблення даних.

Аналіз публікацій

Під час побудови ІКС силових установок необхідно розробити її математичне, методологічне, інформаційне, алгоритмічне, програмне та технічне забезпечення [1, 2]. Для цього використовуються традиційні підходи, зокрема методи системного аналізу, математичного моделювання, штучного інтелекту, теорії диференціальних рівнянь, оптимального керування, багатокритеріальної оптимізації, регресійного аналізу, теорії нечітких множин, а також розділ комбінаторної топології – лінійні спрямовані графи, електричні вимірювання, фільтрація, нейронні мережі, генетичні алгоритми, інформаційні технології і технології об'єктно-

орієнтованого програмування, алгоритми пошуку вирішення завдання в просторі станів [3–5].

Також використовуються теорії і методи аналізу і синтезу вирішення завдань на множині станів функціонування (МСФ). Метод синтезують змінні для оперативного отримання посвідки функцій оптимального керування (ОУ) та їх параметрів.

Крім того, під час розроблення математичного та алгоритмічного забезпечення ІКС силових установок електро і гібридних автомобілів застосовувались методи й алгоритми адаптивного і робастного керування

Визначення мети й завдань

Мета роботи полягає в підвищенні ефективності використання засобів транспорту за рахунок забезпечення ресурсо- та енергозбереження шляхом розроблення та впровадження методології побудови інтелектуальної інформаційно-керувальної системи, яка стане інваріантною різним силовим установкам електро і гібридних автомобілів, що дозволить оперативно синтезувати керувальний вплив у режимі «Рух» і «Рекуперація».

Для досягнення поставленої мети дослідження потрібно розробити методологію побудови ІКС, яка стане інваріантною різним силовим установкам електро і гібридних автомобілів, що дозволить оперативно вирішувати завдання керування режимами за якісними, енергетичними та іншими критеріями.

З урахуванням особливостей силових установок гібридних та електромобілів використані методи штучного інтелекту для вирішення важко формалізованих завдань (табл. 1).

Таблиця 1 – Завдання ПКС силових установок, які вирішуються з використанням методів штучного інтелекту

<i>Завдання</i>	<i>Методи</i>
Параметрична ідентифікація моделей слабо-формалізованих процесів	Нейронні мережі
Синтез керувального впливу в динамічних режимах об'єктів ПУС з метою економії енергоресурсів, зокрема за наявності дестабілізуючих чинників	Об'єктно-орієнтоване уявлення знань фреймами. Семантична мережа подана як I/АБО-граф. Подання знань правилами продукції
Визначення процедури непрямого вимірювання, що є в основі інтелектуальних датчиків, які використовуються в системі	Нейронні мережі
Діагностика працездатності обладнання інтелектуальних датчиків і вибір адекватної моделі непрямого вимірювання значення чинника, що впливає на якість продукції, що випускається	Семантична мережа подана як I/АБО-граф. Подання знань правилами продукції.
Синтез оптимального керуючого впливу, що дозволяє забезпечити якість продукції, що випускається, не нижче необхідного за умов оптимальної продуктивності	Нечітка логіка. Нечіткий логічний висновок. Теорія Демпстера-Шафера
Визначення стану функціонування та розпізнавання класів керування та і вимірювання	Семантична мережа подана як I/АБО-граф
Оброблення потоків інформації	Семантична мережа
Структурний синтез систем	Генетичні алгоритми
Синтез вирішення завдань керування	Семантична мережа подана як I/АБО-граф

Важливою є проблема структурної побудови ПКС силової установки. Метою її функціонування є мінімізація енерговитрат у режимах «Рекуперація» і «Рух».

Результати дослідження

Моделі, які використовуються в ПКС гібридних та електромобілів, повинні бути придатними для вирішення в реальному часі поставлених завдань аналізу і синтезу, тому їх пропонується ідентифікувати з урахуванням станів функціонування. Дослідницький прототип ПКС силових агрегатів, створений із застосуванням запропонованих в цій роботі методів і алгоритмів, дозволяє отримувати моделі з розривної правої частини змінної структури, які адекватно описують динамічні режими «Рух» гібридних та електромобілів. Ідентифікацію аналітичних моделей важко-формалізованих процесів силових установок (режим «Рух») здійснено з використанням нейронних мереж. Для створення баз даних ПУС гібридних та електромобілів розроблена інформаційна модель предметної області, яка базується на теоретико-множинному підході. Процедурна модель оцінювання заходів довіри з досягнення необхідних значень енерговитрат силових установок будується на базі методу Демпстера-Шафера.

Під час розроблення цієї технології застосовувалися стратифікована концепція ієрархії, розділ комбінаторної топології – лінійні спрямовані графи, об'єктно-орієнтований підхід і підхід до розв'язання задач в просторі станів на I/АБО-графі. Побудований граф отримав назву «Технологія інтелектуалізації синтезу оптимального керування».

В основі функціонування ПКС силової установки є такі розроблені алгоритми:

- синтез оптимальної програми керування з використанням багатостадійних моделей режиму «Рух»;

- синтезу оптимального керування з урахуванням дестабілізуючих чинників (ДФ), що діють на каналах керування й вимірювання (позиційного енергозберігального керування, з фільтром Калмана за наявності ДФ в каналі вимірювання, з прогнозувальною моделлю за наявності ДФ в каналі керування);

- синтезу керування режимом «Рекуперація»;

- керування зарядом тягової акумуляторної батареї (ТАБ) (комбінований),

- функціонування інтелектуального датчика заряду-розряду ТАБ (адаптивний).

Синтез керувальних впливів у режимі «Рух» вимагає проведення досліджень конкретних енергетичних установок гібридних

та електромобілів. У роботі як енергетичні установки розглянуті такі об'єкти керування:

- гібридна силова установка (ГСУ);
- силова установка електромобіля (СУЕ);
- бортова електростанція.

Також було розглянуто процес витрачання електроенергії тягової акумуляторної батареї. Під час проведення досліджень виникла необхідність оперативного оцінювання ємності ТАБ залежно від навантажувально-швидкісного режиму. Для вирішення цієї проблеми був розроблений метод динамічного програмування, який можна застосувати до систем, для яких справедливим є сформульований Р. Беллманом принцип оптимальності, за яким оптимальне керування в будь-який момент часу не залежить від попередніх станів системи і визначається тільки її поточним станом і метою керування. Формулювання принципу справедливе для систем безперервного часу. Використовувати метод динамічного програмування можна для нестационарних задач, в яких опис об'єкта керування та функціонала якості містять функції часу. У процесі оптимізації керування використана спрощена модель гібридного й електромобіля, що містить рівняння динаміки автомобілів, рівняння балансу енергії в тяговій акумуляторній батареї, а також статистичні моделі компонентів силових установок гібридного й електромобіля (характеристики ККД для ТАБ, електропривода і характеристик зарядної станції на борті автомобіля). Стан моделі визначається швидкістю автомобіля і кількістю енергії в ТАБ. Швидкість автомобіля задана операційною картою циклу, а ємність ТАБ задана таким чином, щоб її значення для гібридного автомобіля на початку і наприкінці циклу збіглися. Це необхідно для енергетичного оцінювання автомобіля. Як мінімізувальний критерій оптимальності прийняті енергетичні витрати в їздовому циклі. В основі цієї методики знаходяться методи адаптації стратегії керування силовими установками гібридних та електромобілів до навантажувально-швидкісного режиму руху на основі концепції нейромережевого і нейронечіткого керування з адаптивним критерієм і реалізація методу навчання нейронної мережі з підкріпленням його складових.

Для розроблення цього методу в результаті проведеного аналізу на безлічі станів функціонування виділені класи ситуацій, для яких визначені різні алгоритми керування. Один з основних етапів розроблення полягає у введенні лінгвістичних змінних, що визна-

чають вхідні і вихідні параметри процесу. Функції вхідних змінних здійснюють функції приналежності таких термів і лінгвістичних змінних: ємності ТАБ і заходи довіри до енергетичного балансу силових установок гібридного й електромобілів, а як вихідні лінгвістичної змінної використані функції приналежності термів зміни швидкості руху автомобіля.

Нечіткий висновок в реальному часі здійснюється з використанням продукційних правил Мамдані, що відповідають виділеним класам. Перетворення вихідної змінної в чисельне значення використовуються трьома різними способами: методом центра тяжіння, методом першого максимуму і методом медіани. На підставі отриманих значень визначається інтервал допустимих змін керувальних впливів, для якого мінімізується функціонал, що задає енергетичний баланс якості експлуатаційних показників автомобілів.

Розглянемо основні етапи та технології побудови ПКС гібридних та електромобілів.

Запропонована методологія побудови оптимальних інформаційно-керувальних систем гібридних та електромобілів містить такі етапи:

1) етап аналізування предметної області, під час якого досліджують і класифікують за різними типами завдань силові установки гібридних та електромобілів. Для них необхідно визначити режими роботи і безліч станів функціонування. Також на цьому етапі виявляються функціональні особливості ПКС силових установок, структура і тип ПКС, тобто виділяються за функціональним призначенням дві головні підсистеми (керувальна та вимірювальна), що становлять одну систему. Потім необхідно визначити інформаційні особливості ПУС, тобто структуру інформаційних потоків та зв'язків підсистем. Далі формується мета та завдання функціонування ПУС силових установок, визначається ефективність створюваної ПУС, створюються концептуальна і інформаційні моделі предметної області ПУС силових установок;

2) етап визначення мети й завдань, на якому формулюють структурну побудову ПКС гібридних та електромобілів, енерго-або ресурсозберігального керування режимами «Рекуперація» «Рух» з метою підвищення екологічної чистоти і економічності автомобілів за рахунок оптимізації керування силовими установками і вдосконалення методів адаптації стратегії керування до зовнішніх умов роботи;

3) етап моделювання, на якому ідентифікуються моделі, придатні для вирішення завдань керування та вимірювання, створюються інформаційні моделі (предметної області, ER-моделі та функціональні моделі, визначаються моделі подання знань), створюється структура імітаційної моделі ПКС силових установок гібридних та електромобілів;

4) етап аналізу і синтезу завдань керування з урахуванням безлічі станів функціонування і типів силових установок. Для динамічних моделей режиму «Рух» визначають умови існування, класи і види функцій, області існування видів функцій в просторі, розробляють алгоритми розрахунку параметрів функцій керування. Для моделей режиму «Рекуперація» визначають підмножину можливих станів функціонування, класи ситуацій, алгоритми керування, що відповідають виділеним класам;

5) етап алгоритмізації, на якому створюються алгоритми вирішення поставлених завдань синтезу керувальних впливів;

6) етап алгоритмізації синтезу вирішення завдань керування, на якому здійснюють побудову інтегрованого графа технології алгоритмізації синтезу керувальних впливів;

7) Етап побудови альтернативних архітектур ПКС силових установок, на якому синтезуються кілька альтернативних архітектур ПКС гібридних та електромобілів, а також визначається оптимальна архітектура ПКС гібридного й електромобіля, обираються технічні й апаратні засоби, що реалізують функції ПКС силових установок, здійснюється перевірка ефективності ПКС гібридних та електромобілів;

8) етап програмної і апаратної реалізації ПКС гібридних та електромобілів, на якому створюються програмні і апаратні модулі ПКС силових установок, що реалізують отримані алгоритми і нейронечітке керування силовими установками гібридних та електромобілів.

Технологія побудови системи

З аналізу літературних джерел [6–10] відомо, що завдання структурного синтезу проектних рішень належать до числа найбільш складних і важко формалізованих. Ці складності зумовлені, по-перше, тим, що властивості досліджуваного об'єкта визначаються великою кількістю суперечливих випадкових та не до кінця вивчених факторів, по-друге, під час вирішення завдання

синтезування найкращий варіант вирішення зазвичай доводиться обирати з досить великої кількості можливих рішень, іноді навіть з лічильної потужності. Коли завдання синтезу необхідно вирішити в термінах деякої формальної системи, тоді для визначення такого вибору необхідно розв'язати задачу великої розмірності.

Визначення завдання побудови пов'язане з різними етапами процесу проектування ПКС силових установок гібридних та електромобілів. У процесі проектування систем можуть бути виділені такі основні етапи: попередній етап, етапи технічного та робочого проектування. Процес синтезу складається з послідовного виконання процедур, які впорядковані відповідно до проведеної декомпозиції процесу проектування.

Основою робіт, що здійснюються на стадії технічного проектування, є декомпозиція системи за функціональним призначенням на підсистеми і складових їх функціональних модулів, що реалізують розв'язування задач ПКС силової установки. У цьому випадку на підставі аналізу предметної області були визначені інформаційні особливості системи. Поток і зв'язок інформації для підсистем у цьому випадку забезпечується екстремумом заданого критерію розбиття, що враховує зручність подальшого детального аналізу, розроблення та впровадження ПКС силових установок.

Декомпозиція технологій побудови ПКС гібридних та електромобілів на стадії проектування подана в табл. 2.

Під час попереднього етапу синтезуються основні, принципові рішення, які визначають інформаційну концепцію ПКС гібридних та електромобілів. Одночасно з цим аналізується предметна область, в результаті цього процесу визначається силова установка, завдання керування та вимірювання, технології їх вирішення, необхідна інформація для вирішення, а також формулюються вимоги користувачів ПКС гібридних та електромобілів до її ефективності та якості.

Під час технічного проектування синтезуються уточнювальні рішення, що реалізують технічну концепцію ПКС силової установки та здійснюється комплекс робіт зі структурної побудови ПКС силової установки, а саме: вибір оптимального комплексу технічних і програмно-апаратних засобів, на базі якого реалізується ПКС силової установки, визначення функцій ПКС силової установки, побудова оптимальної структури про-

грамного забезпечення ПКС силової установки і розроблення його специфікацій, вибір типу використовуваного автоматизованого банку даних, визначення логічної і фізичної структури бази даних та моделей

уявлення знань і структури бази знань, що використовуються.

На етапі робочого проектування синтезуються параметри системи і створюється документація на ПКС силової установки.

Таблиця 2 – Декомпозиція технологій побудови ПУС силової установки на стадії проектування

Стадії проектування		
Попереднє	Технічне	Робоче
<p>Приймаються основні принципові рішення, що становлять інформаційну концепцію ПУС ГЕА. Одночасно здійснюється:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) аналіз предметної області, в результаті якого визначається інформаційна модель силової установки: склад, стани функціонування, режими роботи, мета керування, визначення завдань керування); 2) формулювання мети та завдання функціонування ПУС силової установки; 3) виділення за функціональним призначенням підсистем, що становлять основну систему; 4) визначення інформаційних особливостей і оцінок її ефективності; 5) формулювання вимог користувачів ПУС ГЕА. 	<p>Розробляються проектні уточнювальні рішення, що реалізують технічну концепцію ПУС ГЕА. Одночасно здійснюються:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) побудова інтегрованого графа технології інтелектуалізації синтезу; 2) визначення комплексу технічних і програмно-апаратних засобів, на базі якого реалізується ПУС силових установок; 3) побудова оптимальної структури алгоритмічного і програмного забезпечення ПУС силової установки; 4) побудова інформаційних потоків і зв'язків підсистем; 5) побудова функціональних програмних модулів; 6) розроблення логічної і фізичної структури бази даних, побудова бази знань. 	<p>Реалізуються вирішення завдання побудови ПУС ГЕА. Одночасно здійснюються:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) розроблення програмних і апаратних модулів ПУС силової установки, які реалізують отримані алгоритми; 2) реалізація методів аналізу синтезу й імітаційного моделювання ПУС СУ; 3) оброблення результатів тестування; 4) розроблення документації на ПУС силовою установкою.

Пропонується під час побудови структури ПКС під час виконання завдань використовуватися такі вихідні дані

– придатні технічні засоби для реалізації функцій системи;

– зовнішні джерела і споживачі інформації;

– деяка вихідна структура системи (як варіант першого наближення) у вигляді взаємозалежної сукупності програмно-апаратних засобів певних типів;

– обмеження на системні зв'язки, на витрати ресурсів, на час здійснення функцій системою.

Структурою ПКС – сукупність складових системи елементів і організація зв'язків між ними.

Результатом вирішення завдання структурної побудови є проектне рішення архітектури ПКС силової установки. Під час побудови архітектури враховуються такі властивості:

– слабка зв'язка елементів (декомпозицію слід здійснювати таким чином, щоб потік інформації через зв'язку був мінімальним і не замикалися контури автоматичного регулювання);

– тестування (можливість встановлення факту правильного функціонування);

– діагностування (можливість знаходження несправностей);

– ремонтпридатність (можливість відновлення працездатності);

– простота обслуговування й експлуатації (мінімальні вимоги до кваліфікації персоналу);

– безпека (відповідності вимогам техніки безпеки);

– захищеність від несанкціонованого доступу;

– економічність (економічна ефективність у процесі функціонування);

– модифікованість;

– функціональна розширюваність;

- можливість зміни конфігурації;
- максимальна тривалість життєвого циклу (без істотного морального старіння);
- мінімальний час на пуск-наладку.

На основі результатів, отриманих на етапі аналізу предметної області, здійснюється побудова перспективної структури ПКС силової установки, тобто визначаються основні підсистеми, оптимальний склад процедур у функціональних модулях підсистем, проектується інтерфейс системи і визначається її математичне, інформаційне, технічне і програмне забезпечення. У цьому випадку одним із найбільш важливих критеріїв виділення підсистем і функціональних модулів є мінімізація кількості інформаційних зв'язків системи. Вона повинна бути представлена як набір слабопов'язаних частин. Слабкий зв'язок між частинами системи означає відсутність зворотних зв'язків, а також інтенсивного обміну інформацією.

Висновки

Сформульовано та обґрунтовано методологічні основи синтезу інтелектуалізованих оптимальних інформаційно-керувальних систем. Визначено етапи методології і сформульовані завдання побудови ПКС силової установки гібридних і електромобілів. Формалізовано і сформульовано завдання оптимального керування, ПКС гібридних та електромобілів, завдання робастного керування та завдання, що вирішуються за наявності ДФ у каналах керування та вимірювання. Створено інформаційну модель предметної області, що лежить в основі розроблюваних баз даних і знань ПКС гібридних та електромобілів.

Література

1. Синергетичний автомобіль. Теорія і практика / [Бажинов О. В., Смирнов О. П., Серіков С. А., Двядненко В. Я.], монографія. – Харків: ХНАДУ, 2011. – 236 с.
2. Гібридні автомобілі / О. В. Бажинов, О. П. Смирнов, С. А. Серіков, А. В. Гнатов, А. В. Колесніков; під ред. О. В. Бажинова. – Харків: ХНАДУ, 2008. – 327 с.
3. Мигаль В. Д. Інтелектуальні системи в технічній експлуатації автомобілів: монографія [Електронний ресурс] / В. Д. Мигаль. – Харків: Майдан, 2018. – 262 с.
4. Мигаль В. Д. Мехатроника транспортних средств / В. Д. Мигаль, О. Я. Никонов. – Шымкент: Изд-во ЮКГУ им. М. Ауэзова, 2017. – 328 с.
5. Тарасик В. П. Интеллектуальные системы управления автотранспортными средствами: Монография / В. П. Тарасик, С. А. Рынкевич. – Минск: УП "Технопринт", 2004. – 512 с.
6. Martinson E Driver's Assistant for Intelligent SafetY (DAISY). / Gillies A, Jeffer M, Pradhan A, Crossman J // Proceedings of the 5th International Symposium on Future Active Safety Technology toward Zero Accidents (FAST-zero '19), September 9-11, 2019, Blacksburg, VA, USA
7. Основи ефективного використання екологічно-чистих автомобілів. Монографія. Бажинов О. В. Бажинова Т. О., Кравцов М. М. ХНАДУ. Харків, 2018. – 200 с.
8. Sim G. Automatic Longitudinal Regenerative Control of EVs Based on a Driver Characteristics-Oriented Deceleration Model // World Electric Vehicle Journal. – 2019. – Т. 10. – №. 4. – С. 58.
9. Бажинов, А. В. Оценка эксплуатационных свойств легковых автомобилей / Evaluation of operational properties of cars / А. В. Бажинов, Т. А. Бажинова // Автомобиле- и тракторостроение: материалы Международной научно-практической конференции / Белорусский национальный технический университет; редкол.: отв. ред. Д. В. Капский [и др.]. – Минск: БНТУ, 2018. – Т. 1. – С. 196-199. URL: <http://rep.bntu.by/handle/data/47596>
10. Нгуен Т. Н. Нечеткий контроллер электропривода сцепления и акселерации для управления стартом автомобиля-робота на наклонной поверхности / Т. Н. Нгуен // Вестник рязанского государственного радиотехнического университета № 4 (вып. 46), Ч. 3. – Рязань: РГРТУ, 2013. – С. 42 – 50.

References

1. Bazhynov O. V., Smyrnov O. P., Sierikov S. A., Dvadenko V. Ya. (2011) Sinergetichnij avtomobil'. Teoriya i praktika [Synergetic vehicle. Theory and Practice], Monograph. – Kharkiv: KhNADU, 2011. – 236 p.
2. Hibrydni avtomobili [Hybrid vehicles] / O. V. Bazhinov, O. P. Smirnov, S. A. Syerikov, A.V. Gnатов, A. V. Kolyesnikov; – Kharkiv: KhNADU, 2008. – 327 c.
3. Migal' V. D. Intel'ektual'ni sistemi v tekhnichnij ekspluatacij avtomobiliv [Intelligent systems in the technical operation of vehicles] – Kharkiv: Maidan, 2018. – 262 p.
4. Migal' V.D. Mekhatronika transportnih sredstv [Mechatronics vehicles] / V. D. Migal, O. Ya. Nikonov. – Shymkent: Publ SKSU. M. Auezova, 2017. – 328 p.
5. Tarasik V.P. Intel'ektual'nye sistemy upravleniya avtotransportnymi sredstvami [Intelligent Vehicle Management Systems]: Monograph.- Minsk: UE "Technoprint", 2004. - 512 p.
6. Martinson E Driver's Assistant for Intelligent SafetY (DAISY). / Gillies A, Jeffer M, Pradhan A, Crossman J // Proceedings of the 5th In-

- ternational Symposium on Future Active Safety Technology toward Zero Accidents (FAST-zero '19), September 9-11, 2019, Blacksburg, VA, USA
7. Osnovi effektivnogo vikoristannya ekologichnostih avtomobiliv [Fundamentals of effective use of environmentally friendly cars]. Monograph. Bazhinov O. V. Bazhynova T. O., Kravcov M. M. KhNADU. Kharkiv, 2018. – 200 p.
 8. Sim G. Automatic Longitudinal Regenerative Control of EVs Based on a Driver Characteristics-Oriented Deceleration Model //World Electric Vehicle Journal. – 2019. – Vol. 10. – №. 4. – P. 58.
 9. Bazhynov A. V. Ocenka ekspluatatsionnyh svojstv legkovykh avtomobilej [Evaluation of operational properties of vehicles]/ A.B. Бажинов, Т. А. Бажинова // Automobile and Tractor: Proceedings of the International scientific-practical conference / Belarusian National Technical University ; Minsk : BNTU, 2018. – Vol. 1. – P. 196-199. Retrived from: <http://rep.bntu.by/handle/data/47596> (accessed 14.02.2019)
 10. Nguen T.N. Nechetkij kontroller elektroprivoda scepneniya i akseleracii dlya upravleniya startom avtomobilya-robota na naklonnoj poverhnosti [Fuzzy controller for electric clutch and acceleration to control the start of a robot car on an inclined surface] Vestnik of the Ryazan State Radio Engineering University № 4

Бажинова Тетяна Олексіївна, к.т.н., асистент кафедри тракторів і автомобілів, телефон +380982568850, e-mail – tatyana2882@gmail.com, Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка, Україна, Харків, 61002, вул. Алчевських, 44.

Intelligent information and control system of hybrid and electric vehicles

Abstract. *The methodology of building an intelligent information-control system by the power plant for hybrid and electric vehicles is considered in the paper. A distinctive feature of the methodology is the methods of artificial intelligence for solving the problems of “Movement” and the technology of intellectualization of the synthesis of “Recuperation” and “Movement” modes of hybrid and electric vehicles, implemented in the form of an integrated graph. Today, it remains an important solution to the problem of developing intelligent information and control systems for a hybrid and electric vehicle propulsion system. The purpose of functioning of the intelligent information management system of the power plant is to minimize energy consumption in the modes of “Recuperation” and “Movement”. The solution to these problems was carried out by means of the intel-*

*lectualization technology for the synthesis of optimal control, implemented as an integrated graph. On the basis of the results, obtained at the stage of the analysis of the subject area, the construction of a promising structure of the intelligent control system of the hybrid and electric vehicle power plant occurs, i.e. the basic subsystems are determined, the optimal composition of procedures in the functional modules of the subsystems, the mathematical, informational, technical and software are determined. At the same time, one of the most important criteria for identifying subsystems and functional modules is to minimize the number of information links of the system. The system is presented as a set of loosely coupled parts. Weak communication between the parts of the system means the absence of feedbacks, as well as the intensive exchange of information. **Results.** The methodological foundations of the synthesis of intellectualized optimal information management systems are formulated and justified.*

Keywords: *electric car, hybrid car, intelligence, system, synthesis.*

Tetiana Bazhynova, PhD,

tel. +380982568850,

e-mail – tatyana2882@gmail.com,

Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture, Ukraine, Kharkiv, 61002, Alchevskyy St, 44.

Интеллектуальная информационно-управляющая система гибридных и электромобилей

Аннотация. *В работе рассмотрена методология построения интеллектуальной информационно-управляющей системы силовой установкой гибридных и электромобилей. Отличительной особенностью методологии являются методы искусственного интеллекта для решения задач «Движение» и технология интеллектуализации синтеза задач управления режимами «Рекуперация» и «Движения» гибридных и электромобилей, реализованная в виде интегрированного графа. На сегодняшний день остается важным решение проблемы разработки интеллектуальных информационно-управляющих систем силовой установки гибридного и электромобиля. Целью функционирования интеллектуальной информационно-управляющей системы силовой установкой являются минимизация энергозатрат в режимах «Рекуперация» и «Движение». Решение этих задач осуществлено посредством технологии интеллектуализации синтеза оптимального управления, реализованной в виде интегрированного графа. На основе результатов, полученных на этапе анализа предметной области, происходит построение перспективной структуры интеллектуальной системы управления силовой установкой гибридного и электромобиля, т.е. опреде-*

ляются основные подсистемы, оптимальный состав процедур в функциональных модулях подсистем, определено математическое, информационное, техническое и программное обеспечение. При этом одним из наиболее важных критериев выделения подсистем и функциональных модулей являются минимизация числа информационных связей системы. Система представлена в виде набора слабосвязанных частей. Слабая связь между частями системы означает отсутствие обратных связей, а также интенсивного обмена информацией. Выводы: определены этапы методологии и сформулированы задачи построения интеллектуальной системы. Со-

Создана информационная модель предметной области, лежащей в основе разрабатываемых баз данных и знаний интеллектуальной системы гибридных и электромобилей.

Ключевые слова: электромобиль, гибридный автомобиль, интеллект, система, синтез.

Бажинова Татьяна Алексеевна, к.т.н., ассистент кафедры тракторов и автомобилей, телефон +380982568850, e-mail – tatyana2882@gmail.com, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. Петра Василенка, Украина, Харьков, 61002, ул. Алчевских, 44.
