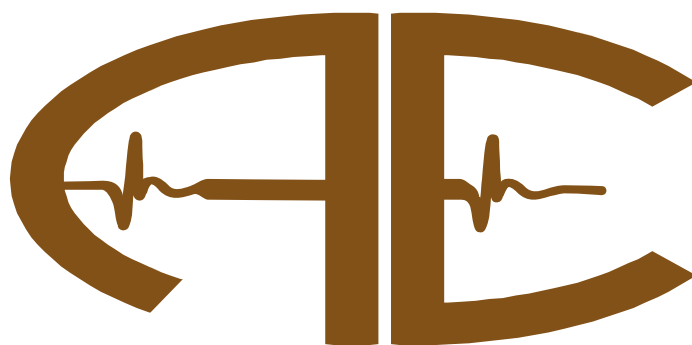




Міністерство освіти та науки України

**Харківський національний автомобільно-дорожній університет**  
Riga Technical University (Latvia)  
Brandenburgische Technische Universität Cottbus (BTU) (Німеччина)  
Технічний університет (Болгарія, Варна)  
Білоруська державна політехнічна академія (Білорусія, Мінськ)  
Університет Лінчепінг (Швеція)  
Грузинський технічний університет (Грузія, Тбілісі)  
Сілезький технологічний університет (Польща)  
University of Gezira (Судан)  
Tianjin MingXI Science and Technology Co., Ltd (Китай)  
National Polytechnic School of Algiers (ENP) (Алжир)



МАТЕРІАЛИ

VI МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ  
ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ

**«АВТОМОБІЛЬ І ЕЛЕКТРОНІКА. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ»**

**19-20 листопада 2018 р.**

(Посвідчення УкрІНТЕІ від 22 грудня 2016 року № 798)

Харків, Україна  
2018

## ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

### Голова

Туренко А.М., проф. (Україна, Харків)

### Заступники голови

Бажинов О.В., проф. (Україна, Харків)

Клец Д.М., проф. (Україна, Харків)

Тохтарь Г.І., проф. (Україна, Харків)

Ходирев С.Я., проф. (Україна, Харків)

### Члени оргкомітету

Далека В.Х., проф. (Україна, Харків)

Бармин В.А., доц. (Білорусь, Мінськ)

Головащенко С.Ф., д.т.н. (США, Дирборн)

Димитров А.Й., проф. (Болгарія, Варна)

Букетов А.В., проф. (Україна, Херсон)

Батигін Ю.В., проф. (Україна, Харків)

Крайник Л. В., проф. (Україна, Львів)

Кравченко О.П., проф. (Україна, Житомир)

Поліщук В.П., проф. (Україна, Київ)

Гнатов А.В., проф. (Україна, Харків)

Тараненко М.Є., проф. (Україна, Харків)

Біліченко В.В., проф. (Україна, Вінниця)

Мурований І.С., доц. (Україна, Луцьк)

Puodžiukas Virgaudas, Dr., prof. (Lithuania, Vilnius)

Roland Lachmayer, Ph.D., Dr.-Ing (Germany, Leibniz)

Tropina Albina Albertovna, Dr., prof. (United States, Texas)

Viselga Gintas, Dr., assos. prof., (Lithuania, Vilnius)

Vrublevsky Aleksandr Nikolaevich, prof., D. Sc. (Poland, Olsztyn)

## ВІДПОВІДАЛЬНІ ЗА ПРОВЕДЕННЯ КОНФЕРЕНЦІЇ

кафедра Автомобільної електроніки Харківського національного автомобільно-дорожнього університету, тел. (057) 707-36-96,  
**[ae.hnadu@gmail.com](mailto:ae.hnadu@gmail.com)**

Зав. кафедрою: проф. **Бажинов Олексій Васильович**, **[alexey.bazhinov@gmail.com](mailto:alexey.bazhinov@gmail.com)**

Відповідальний: проф. **Гнатов Андрій Вікторович**,  
**[kalifus76@gmail.com](mailto:kalifus76@gmail.com)**

Відповідальний секретар: **Трунова Ірина Сергіївна**  
**[trunova.irinaserg@gmail.com](mailto:trunova.irinaserg@gmail.com)**  
тел. **+38(067)724-06-53**

*Роботи друкуються в авторській редакції. Редакційна колегія не несе відповідальності за достовірність інформації, яка наведена в роботах, та залишає за собою право не погоджуватися з думками авторів на розглянуті питання.*

M.Habbel, O.Horbay  
Replace traditional Automotive  
Essentials with discovery-based  
e-learning

Discovery



Equals



Achievement

Built by experienced educators and technicians, Automotive Essentials replaces static, passive learning tools with a competency-based system. It engages and assesses learners as they discover the “how and why” of the systems, components, operation and service of modern vehicles.

Over 1000 learning modules and assessments combine words, pictures and simulations in an easy to use LMS. This flexible system can be configured to align to your curriculum and customized with your own content in our user-friendly DIY authoring tool.

Our self-paced learning environment meets the needs of all levels and styles of learner. Included are 35 languages, a state-of-the-art text-to-speech tool and formative assessments that track and report on learner progress every step of the way.

- 
- Pre and post tests
  - Hyper-realistic engine simulator
  - Hundreds of online lab activities
  - Reports and grades on learner performance
  - ASE CASE accredited training
  - Updated and improved on a daily basis
  - Includes instructor support and training tools
  - Creation of own learning content
  - Creation of own courses for different learning groups



[www.electude.com](http://www.electude.com)

## Automotive Essentials Topics

### Engine Repair

General theory and operation  
Cylinder Head and Valve Train  
Engine Block Assembly  
Lubrication and Cooling Systems  
Diesel Engine theory

### Auto Transmission and Transaxle

General theory and operation  
Torque Converters  
Hydraulic Controls  
Planetary Gear Sets

### Manual Drivetrain and Axles

General theory and operation Clutch Transmission/Transaxle  
Drive Shaft, Half Shaft and Joints Drive Axle  
Four/All-Wheel Drive

### Suspension and Steering

General theory and operation  
Steering Systems  
Suspension Systems  
Related Suspension and Steering Service  
Wheel Alignment  
Wheels and Tires

### Brakes

General theory and operation  
Hydraulic Systems  
Drum Brake  
Disc Brake  
Power Assist  
Electronic Brake, Traction and Stability Control Systems

### Electrical/Electronic systems

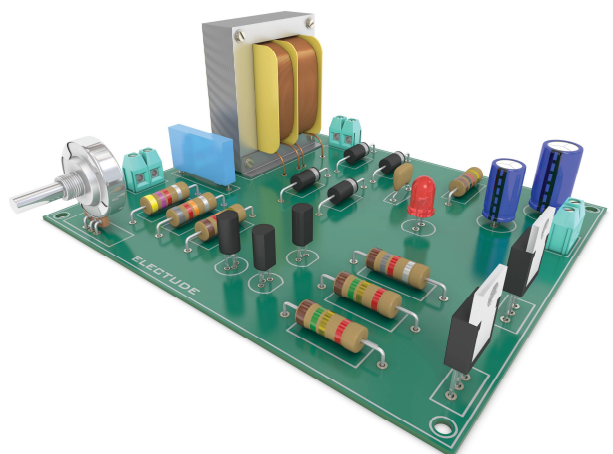
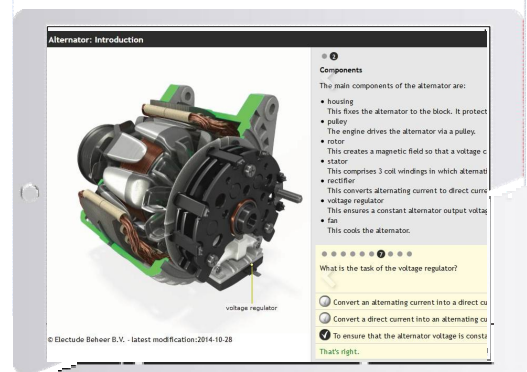
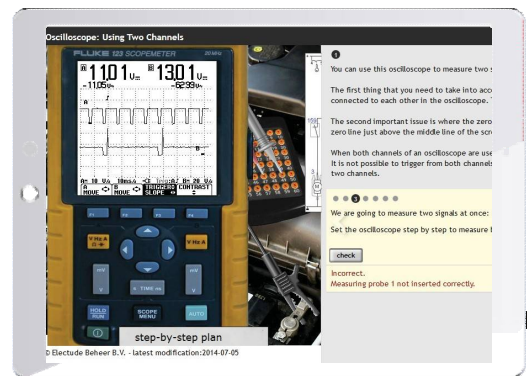
General theory and Diagnosis  
Battery  
Starting System  
Charging System  
Lighting Systems  
Supplemental Restraints  
CAN Bus

### Heating and Air Conditioning

General theory and operation  
Refrigeration System Components  
Heating, Ventilation, and Engine Cooling Systems  
Operating Systems and Related Controls  
Refrigerant Recovery, Recycling, and Handling

### Engine Performance

General theory and operation  
Fuel and Ignition Systems  
Air induction and Exhaust Systems  
Computerized Engine Controls  
Gasoline Direct Injection  
Common Rail Diesel Injection  
Engine Management Simulator



For a free trial, please contact:  
[happel-1@wlv-berlin.de](mailto:happel-1@wlv-berlin.de)  
or [orest\\_60@yahoo.ca](mailto:orest_60@yahoo.ca)



## **Секція 1**

# **ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ І ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ. ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ**

## **ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ МІСЬКИХ ЕЛЕКТРОБУСІВ**

**Войтків С.В.**

ТзОВ "Науково-технічний центр "Автополіпром", Україна

### **ВСТУП**

Бурхливий розвиток електробусобудування на протязі останнього десятиліття відбувається за різними шляхами. Але, низькопідлогові міські електробуси (класу I за [1]) великого класу за габаритною довжиною підкласів ВКл-1 та ВКл-2 [2] з габаритними довжинами, відповідно, понад 10,0 м до 11,0 м та понад 11,0 м до 12,0 м, створюються, здебільшого, за одним варіантом. Він полягає у простій заміні механічних привідних мостів порталного типу базових автобусів на електромеханічні або електричні мости такого ж типу з аналогічними розмірними параметрами та допустимими навантагами. У конструкцію кузовів автобусів з тими ж габаритними розмірами по довжині та ширині вносяться, в основному, лише зміни, пов'язані з розміщенням джерел електричної енергії (ДЕЕ) – акумуляторних батарей (АКБ) або іоністорів (суперконденсаторів) та комплектуючих виробів системи електричного тягового приводу (ЕТПр) на їх дахах. Проте, такий шлях створення електробусів ВКл має, принаймні, два суттєві недоліки: суттєво збільшується їх маса у спорядженому стані (на 1000-1500 кг) та зменшується загальна пасажиромістимість (на 15-30 чел.). Для часткового зменшення цих недоліків міських електробусів ВКл Директивою 96/53 ЄС [3]) було збільшено допустиму навантагу на привідний міст електробусів, обладнаний двоєними колесам, до 13000 кг та дозволена максимальна маса двомостових електробусів до 19500 кг (для автобусів ці параметри складають, відповідно, 11500 кг та 18000 кг). Тому, шлях створення електробусів на базі міських автобусів простою заміною привідних мостів далекий від оптимального. Його відносна доцільність полягає лише у можливості виготовлення електробусів на тому ж технологічному обладнанні, але при цьому не приймається до уваги їх суттєво більша руйнівна дія на покриття вулиць.

### **ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ**

Розроблення шляхів створення міських низькопідлогових електробусів ВКл на основі застосування інших компоновальних схем ЕТПр з метою покращення їх економічних показників та збільшення конкурентоспроможності.

### **ШЛЯХИ СТВОРЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ МІСЬКИХ ЕЛЕКТРОБУСІВ**

Створення конструкцій перспективних конкурентоспроможних міських низькопідлогових автобусів потребує застосування інших компоновальних схем як ЕТПр так і електробусів в цілому. Аналіз класичної колісної формули сучасних автобусів та електробусів ВКл – 4х2.2, яка передбачає розподіл допустимих навантаж на передній керований і задній привідний мости у співвідношенні 1:(1,77...2,25), показує, що застосування електромеханічних чи електричних привідних мостів порталного типу не забезпечує можливості створення електробусів за принципово іншими компоновальними схемами за розміщенням мостів та за розміщенням пасажирських дверей. Але компактність ЕТПр якраз навпаки сприяє проектуванню електробусів за іншими варіантами розміщення і обох мостів і пасажирських дверей.

Звісно, шляхи створення перспективних конкурентоспроможних низькопідлогових електробусів повинні бути направлені, перш за все, на зменшення їх маси у спорядженому стані та збільшення загальної пасажиромістимості. Досягнення поставлених задач можливе різними шляхами.

Зменшення маси електробусів у спорядженому стані пропонується за рахунок:

- зменшення довжини їх кузовів при збереженні заданої або тієї ж загальної пасажировмістимості;
- застосування замінних блоків тягових АКБ суттєво меншої ємності і, відповідно, значно меншої маси.

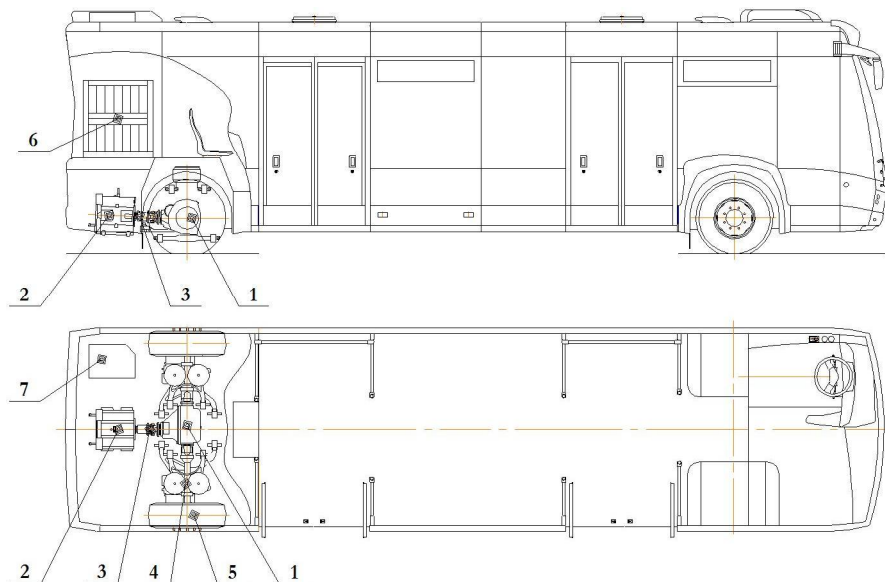
Збільшення загальної пасажировмістимості електробусів, у свою чергу, можливе за рахунок тих же напрямків:

- зменшення маси електробусів у спорядженому стані шляхом зменшення довжини їх кузовів і оптимізації планувань пасажирських салонів;
- застосування замінних блоків тягових АКБ зменшеної ємності і, відповідно, зменшеної маси.

Для вирішення поставлених задач і проектування перспективних міських низькопідлогових електробусів за основу прийнята концепція, яка передбачає:

- застосування колісної формули 4x2.1, тобто привідного моста, обладнаного одинарними колесами;
- мінімізацію довжини заднього звису кузова електробуса та, відповідно, збільшення колісної бази;
- застосування привідного моста з незалежною підвіскою одинарних коліс типу розміру R22,5";
- значне зменшення маси накопичувачів електричної енергії – тягових акумуляторних батарей;
- мінімізація довжини кузова електробуса при заданій пасажировмістимості, аналогічній пасажировмістимості існуючих електробусів з габаритною довжиною 12,0 м;
- забезпечення перебування електробусів на маршруті протягом зміни шляхом дво- або триразової заміни блоків АКБ на кінцевій зупинці або відповідній станції.

Проект міського низькопідлогового електробуса ВКл [4], у якому реалізовані наведені вище напрямки зменшення його маси у спорядженому стані та збільшення пасажировмістимості, наведений на рисунку 1.



- 1 – Редуктор головної передачі; 2 – ТЕД; 3 – карданний шарнір;  
4 – привідний міст з незалежною підвіскою коліс; 5 – одинарне привідне колесо;  
6 – замінний блок тягових АБ; 7 – система керування приводом

Рисунок 1 – Компонувальна схема перспективного міського електробуса

Конструкція електробуса передбачає застосування повністю відокремленого від пасажирського салону відділення водія, двох подвійних пасажирських дверей, розміщених у межах колісної бази, одного або й двох накопичувальних майданчиків та можливість ви-

готовлення з різними варіантами планувань пасажирських салонів. Аналіз конкурентоспроможності перспективного міського електробуса наведений у табл. 1.

Таблиця 1 – Аналіз конкурентоспроможності перспективного міського електробуса

| Найменування параметра                | Модель міського електробуса      |                            |                              |                   |
|---------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------|
|                                       | АПП-Ex01                         | E19                        | Ekova                        | 7900 E            |
| Фірма-виробник                        | Проект<br>НТЦ "АПП"<br>(Україна) | Електронтранс<br>(Україна) | Ekova<br>Electric<br>(Чехія) | Volvo<br>(Швеція) |
| Габаритні розміри, мм:                |                                  |                            |                              |                   |
| - довжина                             | 10300                            | 12000                      | 11980                        | 12000             |
| - ширина                              | 2550                             |                            |                              |                   |
| Колісна база, м                       | 6840                             | 5900                       | 5940                         | 6000              |
| Споряджена маса, кг                   | 11400                            | 13560                      | 11880                        | 12540             |
| Повна маса, кг                        | 16840-18000                      | 19000                      | 18000                        | 19000             |
| Площа проекції кузова, м <sup>2</sup> | 26,265                           | 30,600                     | 30,549                       | 30,600            |
| Пасажировмістимість, чол.:            |                                  |                            |                              |                   |
| - повна                               | 80/ 84/ 91/<br>97                | 80                         | 90                           | 95                |
| - місць для сидіння                   | 21/ 18/ 14/<br>11                | 36                         | 30/ 28                       | 32                |
| - стоячих пасажирів                   | 59/ 68/ 77/<br>86                | 44                         | 60/ 62                       | 63                |
| Формула пасажирських дверей           | 0 -2+2- 0                        | 1-2-2                      | 2-2-2                        | 2-2-0             |
| Коефіцієнт колісної бази              | 0,664                            | 0,492                      | 0,496                        | 0,500             |
| Аналіз пасажировмістимості:           |                                  |                            |                              |                   |
| - коефіцієнти пасажировмістимості:    |                                  |                            |                              |                   |
| - по відношенню до спорядженої маси   | 7,018/ 7,368<br>7,982/ 8,509     | 5,90                       | 7,512                        | 7,570             |
| - по відношенню до повної маси        |                                  |                            |                              |                   |
| - по відношенню до площі кузова       | 3,046/ 3,198<br>3,465/ 3,693     | 2,614                      | 2,945                        | 3,104             |

## ВИСНОВКИ

Запропоновані шляхи створення перспективних міських конкурентоспроможних електробусів забезпечують значне покращення їх експлуатаційних характеристик. Пасажировмістимість електробуса проекту АПП-Ex01 співставима з пасажировмістимістю електробусів з габаритною довжиною 12,0 м при коротшому кузові на 1,7 м (14,2 %). Маса цієї частини кузова у межах, щонайменше, 425-595 кг відповідно до [5] може бути використана для збільшення потужності замінного блоку АКБ. Потужність блоку тягових АКБ у електробуса запропонованого проекту може бути збільшена також і на різницю мас електромеханічного привідного моста фірми "ZF Friedrichshafen AG" моделі AVE 130 (1220 кг без здвоєних коліс 275/70 R22.5") та моделі IDS TJ 105-225 HR фірми "Brist Axle Systems Srl." (650 кг без одинарних коліс 385/55 R22.5"), яка складає 570 кг.

Отже, при однаковій повній масі електробусів у 18000 кг маса тягових АКБ у електробуса запропонованого проекту може бути на 995-1165 кг (на 5,5-6,5 %) більшою, або ж навпаки, при однаковій пасажировмістимості у 95 чол. повна маса електробуса проекту АПП-Ex01 може бути меншою на ті ж величини і складати 17005-16835 кг при однаковій потужності тягових АКБ. Зрозуміло, що економічність експлуатації запропонованого перспективного електробуса у кожному із розглянутих варіантів буде суттєво кращою.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. ДСТУ UN/ECE R 107-01:2008 Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження транспортних засобів категорій M2 та M3 стосовно їхньої загальної конструкції (Правила ЕЭК ООН № 107-01:2004, IDT). – К.: Держспоживстандарт України, 2009.– 202 с.
2. Войтків С.В., Войтків О.С. Нова система позначення автобусів і тролейбусів / С.В. Войтків, О.С. Войтків // Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів і поїздів: Зб. наук. праць. – Львів, 2006. – Вип. 9. – с. 23-27.
3. Council directive 96/53/EC of 25 July 1996 laying down for certain road vehicles circulating within the Community the maximum authorized dimensions in national and international traffic and the maximum authorized weights in international traffic [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31996L0053&tid=5>.
4. Войтків С.В. Електробус із замінним блоком акумуляторних батарей / С.В. Войтків // Заявка на корисну модель № u 2018 09606 від 24.09.2018 р.
5. Войтків С.В. Розрахунок параметрів мас автобусів на стадії ескізного проектування / С.В. Войтків // Третя всеукраїнська науково-практична конференція "Автобусобудування та пасажирські перевезення в Україні": тези доповідей. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. – С. 49-51.

## ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ ГІБРИДНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Гаєвий О.Р. Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

### ВСТУП

Сьогодні на ринок виходять гібридні транспортні засоби, що водночас з витратою палива витрачають електричну енергію, яку вони можуть запасати від електричної мережі. Автомобілі з електроприводом у режимі «тільки електрика» споживають лише електричну енергію, яку вони отримують від спеціальних зарядних станцій. Тому витрату енергоносіїв автотransпортних засобів треба перераховувати з урахуванням як витрати палива, так і витрати електричної енергії. Крім того, для визначення дійсної витрати та вартості енергоносіїв необхідно еквівалентно перерахувати вартість розходу електричної енергії у еквівалентну витрату палива. При цьому величина витрати палива гібридних транспортних засобів у л/100 км для кожної країни буде різною, оскільки вартість електричної енергії та вартість палива для кожної країни неоднакова [1, 2].

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Правилами ЄЕК ООН № 83-05:2005 «Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження колісних транспортних засобів стосовно викидів забруднювальних речовин залежно від палива, необхідного для двигунів», IDT рекомендовано для гібридних транспортних засобів, які заряджаються за допомогою зовнішнього зарядного пристрою, з перемикачем робочих режимів для визначення паливної економичності (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Приклад вибору робочих режимів

| Гібридні<br>режими<br>Заряд<br>батареї | Тільки електрика<br>Гібридний ре-<br>жим | Тільки паливо<br>Гібридний режим | Тільки електрика<br>Тільки паливо<br>Гібридний режим | Гібридний режим<br>(спортивний, економіч-<br>ний, міський, позаміський) |
|----------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Умова А.<br>Повна зарядка              | Гібридний<br>режим                       | Гібридний<br>режим               | Гібридний<br>режим                                   | Гібридний режим з пере-<br>важним споживанням еле-<br>ктроенергії       |
| Умова В.<br>Мінімальна<br>зарядка      | Гібридний<br>режим                       | Споживання па-<br>лива           | Споживання палива                                    | Режим з переважним ви-<br>користанням палива                            |

Проводиться два випробування з дотриманням наступних умов:

- умова А: Випробування проводиться з повністю зарядженим пристроєм акумулювання електричної енергії / потужності;
- умова В: Випробування проводиться при мінімальній зарядці (максимальній розрядці) пристрою акумулювання електричної енергії / потужності. Перемикач робочих режимів встановлюється як показано в табл. 1.1.

Розрахунок потужності проводиться за такою формулою:

$$P = \frac{M \cdot V \cdot \Delta V}{t},$$

де  $V$  – швидкість під час випробування, м/с;

$\Delta V$  – відхилення швидкості від швидкості  $V$ , м/с;

$M$  – контрольна маса, кг;

$t$  – час, с.

Потужність  $P$ , яка була визначена на випробувальному треку, коригується з урахуванням вихідних умов навколишнього середовища наступним чином

$$P_{\text{корегована}} = K \cdot P_{\text{вимірювальна}}; \quad K = \frac{R_R}{R_T} \cdot [1 + K_R(t - t_0)] + \frac{R_{AERO}}{R_T} \cdot \frac{(\rho_0)}{\rho},$$

де  $R_R$  – опір коченню при швидкості  $V$ ;

$R_{AERO}$  – аеродинамічний опір при швидкості  $V$ ;

$R_T = R_R + R_{AERO}$  – загальний опір руху;

$K_R$  – поправочний коефіцієнт на температуру, обумовлену опором коченню, який вважається рівним  $3,6 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}$ , або поправочний коефіцієнт, зазначений заводом-виробником і схвалений адміністративним органом;

$t$  – температура повітря,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_0$  – вихідна температура навколишнього середовища,  $t_0 = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;

$\rho$  – густина повітря в умовах випробування;

$\rho_0$  – густина повітря у вихідних умовах ( $20 \text{ } ^\circ\text{C}$ ,  $100 \text{ кПа}$ ).

Співвідношення  $\frac{R_R}{R_T}$  і  $\frac{R_{AERO}}{R_T}$  вказуються заводом-виробником транспортного засобу.

Якщо ці величини відсутні, то за згодою заводу-виробника та відповідної технічної служби можна використовувати значення, отримані за допомогою наведеної нижче формули для співвідношення «опір коченню / загальний опір»:

$$\frac{R_R}{R_T} = a \cdot M + b,$$

де  $M$  – маса транспортного засобу, кг;

$a$  і  $b$  – коефіцієнти, причому для кожної швидкості коефіцієнти  $a$  і  $b$  будуть різні (табл. 1.2)

Для вимірювання обертового моменту необхідно розігнати транспортний засіб до обраної постійної швидкості  $V$ . Виміряти обертовий момент  $C_t$  і швидкість протягом не менше 20 с. Точність системи реєстрації даних повинна становити не менше  $\pm 1 \text{ Нм}$  для обертового моменту  $\pm 0,2 \text{ км/год}$  для швидкості.

Таблиця 2.3 – Співвідношення швидкості та коефіцієнтів  $a$  і  $b$

| $V$ (км/год) | $a$                  | $b$  |
|--------------|----------------------|------|
| 20           | $7,24 \dots 10^{-5}$ | 0,82 |
| 40           | $1,59 \dots 10^{-4}$ | 0,54 |
| 60           | $1,96 \dots 10^{-4}$ | 0,33 |
| 80           | $1,85 \dots 10^{-4}$ | 0,23 |
| 100          | $1,63 \dots 10^{-4}$ | 0,18 |
| 120          | $1,57 \dots 10^{-4}$ | 0,14 |

Зміни обертового моменту  $C_t$  і швидкості не повинні перевищувати 5 % протягом кожної секунди періоду вимірювання. Обертальний момент  $C_{tl}$  являє собою середній обертальний момент, отриманий за формулою:

$$C_{tl} = \frac{1}{\Delta t} \int_t^{t+\Delta t} C(t) dt.$$

Випробування проводиться три рази в кожному напрямку. Визначається середній обертовий момент за цими шістьма вимірами для вихідної швидкості. Якщо середня швидкість відрізняється більше, ніж на 1 км/год від вихідної швидкості, то для розрахунку середнього обертового моменту використовується лінійна регресія. Визначається середнє значення цих двох моментів,  $C_{t1}$  і  $C_{t2}$ .

Швидкість повітряного потоку ( $Q_s$ ) в кожній точці випробування розраховується в стандартних одиницях ( $\text{м}^3/\text{хв}$ ), за даними витратоміра із застосуванням методу, запропонованого заводом-виробником. Потім швидкість повітряного потоку перетворюється в

струм, що подається насосом ( $V_0$ ) в  $\text{м}^3$  на один оберт при абсолютних значеннях тиску і температури на вхідному отворі насоса

$$V_0 = \frac{Q_s}{n} \cdot \frac{T_p}{273,2} \cdot \frac{101,33}{P_p},$$

де  $V_0$  – швидкість потоку, що подається насосом, при  $T_p$  та  $P_p$ ,  $\text{м}^3/\text{об.}$ ,

$Q_s$  – повітряний потік при 101,33 кПа и 273,2 К в  $\text{м}^3/\text{хв.}$ ;

$T_p$  – температура на вхідному отворі насоса, К;

$P_p$  – абсолютний тиск на вхідному отворі насоса, кПа;

$n$  – швидкість роботи насоса, об/хв.

Потім для компенсації взаємодії змін тиску в насосі, викликаних швидкістю його роботи, і швидкості прослизання насоса розраховується кореляційна функція ( $x_0$ ), що визначає залежність між швидкістю роботи насоса ( $n$ ), перепадом тиску на вхідному і вихідному отворах насоса й абсолютним тиском на вихідному отворі насоса за формулою:

$$x_0 = \frac{1}{n} \sqrt{\frac{\Delta P_p}{P_e}},$$

де  $x_0$  – кореляційна функція;  $\Delta P_p$  – перепад тиску на вхідному і вихідному отворах насоса, кПа;  $P_e$  – абсолютний тиск на вихідному отворі насоса, кПа.

Вирівнювання методом найменших квадратів проводиться для отримання калібрувальних рівнянь:

$$V_0 = D_0 - M(x_0), \quad n = A - B \cdot \Delta P_p,$$

де  $D_0$ ,  $M$ ,  $A$  і  $B$  – постійні кутові коефіцієнти, що описують криві.

Розрахунок маси викидів забруднювальних речовин. Маса викидів забруднювальних газів розраховується за допомогою рівняння:

$$M_i = \frac{V_{mix} \cdot Q_i \cdot k_h \cdot C_i \cdot 10^{-6}}{d},$$

де  $M_i$  – маса викиду забруднювальної речовини  $i$ , г/км;

$V_{mix}$  – обсяг розріджених вихлопних газів, що скоригований на стандартні умови (273,2 К і 101,33 кПа), л;

$Q_i$  – густина забруднювальної речовини  $i$  при нормальних значеннях температури і тиску (273,2 К и 101,33 кПа), г/л;

$k_h$  – коефіцієнт поправки на вологість, який використовується для розрахунку маси виділених окисів азоту. Для НС і СО поправка на вологість не застосовується;

$C_i$  – концентрація забруднюючої речовини  $i$  в розріджених вихлопних газах та скоригована кількість забруднюючої речовини, що міститься в повітрі,  $\text{млн.}^{-1}$ ;

$d$  – реальна відстань, пройдена в рамках робочого циклу, км.

Навіть цей спосіб, як і розглянуті вище випробувальні цикли на паливну економічність та екологічну безпеку, не зовсім підходять для оцінювання витрати палива та електричної енергії гібридними транспортними засобами. Це пов'язано з тим, що ТЗ із електроприводом мають режим «тільки електрика» та можуть розганятися на електричній тязі до високих швидкостей. Це означає, що весь цей цикл або його частину гібридний транспортний засіб подолає за рахунок дешевої електричної енергії. При цьому в умовах експлуатації гібридний транспортний засіб може застосовувати як електричний двигун, так і двигун внутрішнього згоряння. ДВЗ у даному випадку споживає набагато більше пального, в порівнянні з системою електричного привода, що отримує живлення від акумуляторної батареї [3 – 6].

Тому для відповідного оцінювання витрати енергоносіїв (палива та електричної енергії) у гібридних транспортних засобах можна, наприклад, застосовувати в їх системах керування спеціальні інформаційні системи, які будуть фіксувати витрату палива та електричної енергії за весь час експлуатації автомобіля. Ці дані вже є у системі керування ДВЗ та системі керування акумуляторними батареями BMS (Battery Manegement System), яка ставиться на кожний акумуляторний елемент в батареї для керування процесом «заряд-розряд». Тільки ці дані про загальну витрату енергоносіїв будуть оцінювати економічність гібридних транспортних засобів в експлуатаційних умовах. Слід зазначити, що на паливну економічність гібридних транспортних засобів більшою мірою впливає майстерність водія, стиль та характер водіння, умови експлуатації, маси. Це пов'язано з більш високим ККД гібридної силової установки в порівнянні з ККД автомобіля з ДВЗ. Саме тому в гібридних транспортних засобах застосовуються спеціальні системи, які навчають водіїв економному водінню.

## **ВИСНОВКИ**

Репрезентований на сьогодні в різноманітних спеціальних дослідженнях фактичний матеріал стосовно дослідження паливної економічності гібридних транспортних засобів потребує ґрунтового й системного наукового вивчення для складання методологічних основ визначення витрат енергоносіїв у різних умовах експлуатації.

Слід зазначити, що на сьогодні в Україні не існує методів розрахунку паливної економічності гібридних транспортних засобів. Правилами ЄЕК ООН № 83-05:2005 регламентуються лише «гібридний режим» та «тільки паливо», але режим «тільки електрика» не підтримується. Тому актуальним є розроблення методу визначення витрат енергоносіїв гібридними транспортними засобами, які мають режим «тільки електрика» та заряд ТАБ від зовнішніх джерел енергії.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Бажинов А. В. Разработка тягового электропривода гибридного автомобиля // А. В. Бажинов, В. Я. Двадненко, А. В. Колесников // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту: науково-виробничий збірник. – АДІ ДонНТУ. – 2009. – № 1(8). – С. 125 – 128.
2. Бажинов А. В. Электропривод для конверсионного автомобиля / А. В. Бажинов, В. Я. Двадненко, М. Хаким // Автомобильный транспорт. – 2012. – № 30. – С. 7 – 12.
3. Бажинова Т. О. Оценка качества технических решений в конструкции легковых автомобилей / Т. О. Бажинова // Х.:ХНАДУ. – 2012. – № 55. – С. 49 – 51.
4. Сериков С. А. Многокритериальная задача оптимизации управления силовой установкой гибридного автомобиля / С. А. Сериков // Вестник ХНАДУ – Х: РИО ХНАДУ, 2012. – № 55. – С. 37 – 43
5. Разработка экологически чистых автотранспортных средств / А. В. Бажинов, О. П. Смирнов, В. Я. Двадненко, М. Хаким // Вісник ХНТУСГ. – 2012. – № 128 – С. 138 – 142.
6. Власенко В. В. Шляхи підвищення ефективності автотранспортного засобу / В. В. Власенко, О. В. Бажинов, В. В. Самарина // Збірник матеріалів міжнародної науково-практичної конференції студентів і молодих вчених іноземними мовами «Інтеграційні процеси та інноваційні технології: досягнення та перспективи технічних наук». – Х.: ХНАДУ. – 2012. – С. 121-124.

## **ПРИСТРІЙ ПРИМУСОВОГО ЗНИЖЕННЯ ШВИДКОСТІ АВТОМОБІЛІВ, ЩО ГЕНЕРУЄ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЮ**

**Гнатов А.В.<sup>1</sup>, Аргун Щ.В.<sup>1</sup>, Букетов А.В.<sup>2</sup>, Гнатова Г.А.<sup>1</sup>, Біліченко В.В.<sup>3</sup>, Мурований І.С.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Харківський національний автомобільно-дорожній університет,

<sup>2</sup>Херсонська державна морська академія, <sup>3</sup>Луцький національний технічний університет,

<sup>4</sup>Вінницький національний технічний університет, Україна

### **ВСТУП**

Основною характеристикою безпеки пішохідних переходів є мінімальна кількість аварій, пов'язаних за участю пішоходів. На жаль, кількість аварій на пішохідних переходах залишається високою. Головна мета даної роботи є запропонувати рішення для безпечного проходження пішохідного переходу. Як показують статистичні дані, в багатьох випадках водії не знижують швидкість руху автотранспортного засобу, перетинаючи область пішохідного переходу. Традиційно, фокус завжди був на дорожній розмітці та спеціальних знаках, щоб підкреслити розташування пішохідного переходу. Іноді цього достатньо, але в багатьох випадках потрібно використовувати додаткове обладнання. Ця проблематика стає нагальною, особливо, в темний час доби або коли погодні умови погіршуються, що призводить до зниження видимості на дорозі [1-6].

В даній роботі запропоновано рішення, яке може допомогти зробити пішохідні переїзди безпечнішим і в той же час виробляє "зелену" електрику за допомогою спеціального пристрою для примусового зниження швидкості автомобілів – «лежачий поліцейський».

### **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Пристрій примусового зниження швидкості автомобілів, який ще називають «лежачий поліцейський» здатен одночасно виконувати дві функції – це зниження швидкості, і друга – генерація електроенергії. Остання виробляється завдяки впливу колес автотранспортного засобу, а саме кінетична енергія від натискання перетворюється в механічне переміщення і в електромашинному вузлу вже остаточно перетворюється в електричну. Згенерована таким чином електроенергія може бити накопичена в ємнісних або (та) хімічних накопичувачах. Слід зазначити, що основним елементом, що перетворює вже механічну енергію в електричну є електромашинний вузол, де йде процес генерації електроенергії. Для підвищення ефективності даного процесу в електромашинному вузлу використовують мультиплікатор – це звичайний редуктор, що призначений для підвищення швидкості обертання вихідного валу робочого механізму. Запропонована конструкція пристрою примусового зниження швидкості автомобілів є доволі простою, що робить простим її монтаж та встановлення у визначеному місці. Електроенергія, вироблена даним пристроєм, може бути використана для додаткового живлення електричних споживачів.

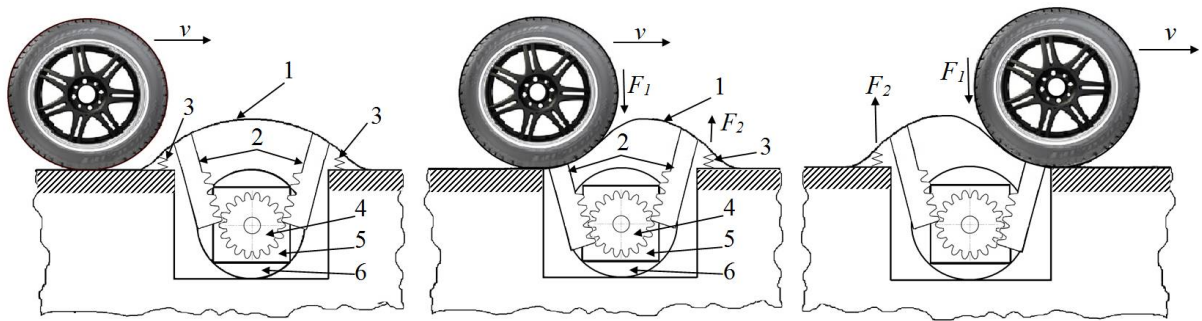
Таким чином, пропонується вдосконалення існуючих конструкцій пристроїв примусового зниження швидкості автомобілів та одночасно розширення його функціональних можливостей. Це проявляється у появі нового елемента в його конструкції – електромеханічного перетворювача енергії (електромашинного вузла).

Особливістю запропонованого пристрою є те, що він фактично виконує дві задачі: під час проїзду автотранспортного засобу через нього генерує електричну енергію; працює як звичайний обмежувач швидкості (товстолистової шини, яка кріпиться до поверхні дороги, щоб уповільнити проходження транспортних засобів). Суть роботи запропонованого пристрою пояснюється схематичними кресленнями, рис. 1 – 3.

Принцип роботи пристрою.

Коли колесо транспортного засобу зі швидкістю  $v$  наїжджають на товстолистову шину 1, що кріпиться до поверхні дороги, щоб уповільнити проходження транспортних засобів, яка з'єднана з рейками приводу електрогенератора 2 і пружинами 3. Товстолистовою шиною 1 починає рухатися вниз під вагою автотранспортного засобу – під дією сили на-

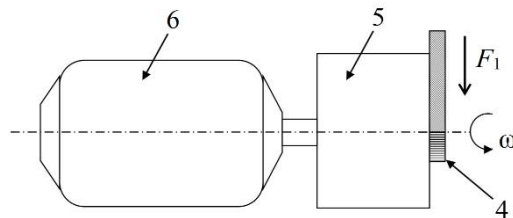
тискання  $F_1$  (рис. 1, 2), тим самим переміщує оду з рейок приводу електрогенератора 2, яка за допомогою зубчатої передачі зчеплена з шестернею приводу електрогенератора 6.



1 – товстолистова шина; 2 – рейки приводу електрогенератора; 3 – пружини; 4 – шестерня приводу електрогенератора; 5 – мультиплікатор; 6 – електрогенератор;  $F_1$  – сила натискання;

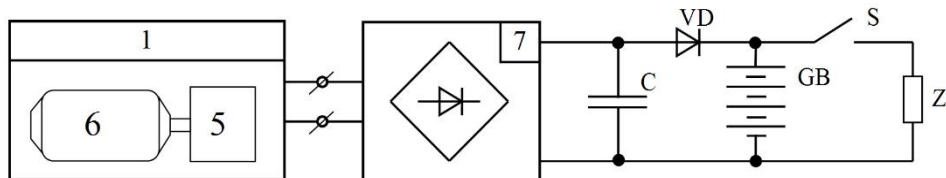
$F_2$  – сила дії пружини;  $v$  – швидкість руху транспортного засобу

Рисунок 1 – Схема роботи пристрою примусового зниження швидкості автомобілів, що генерує електроенергію



4 – шестерня приводу електрогенератора; 5 – мультиплікатор; 6 – електрогенератор;  $F_1$  – сила натискання;  $\omega$  – кутова швидкість обертання

Рисунок 2 – Схема електромашинного вузла пристрою примусового зниження швидкості автомобілів, що генерує електроенергію



1 – товстолистова шина; 5 – мультиплікатор; 6 – електрогенератор; 7 – електричний випрямляч; C – ємнісний нагромаджувач; VD – діод; GB – акумуляторна батарея; S – вимикач; Z – навантаження.

Рисунок 3 – Схема електрична-принципова пристрою примусового зниження швидкості автомобілів, що генерує електроенергію

Рейка приводу електрогенератора 2 переміщується вниз до повного стиснення пружини 3, і через зубчасту передачу починає обертати шестерню приводу електрогенератора 4, яка жорстко кріпиться на валу мультиплікатора 5. Останній збільшує кутову швидкість обертання  $\omega$  ротора електрогенератора 6. Коли колесо переміститься на другу половину товстолистової шини 1, процес знову повториться, але вже в цьому випадку почине працювати друга рейка приводу електрогенератора 2. При цьому пружина 3 розпрямляється під дією сили  $F_2$ , а друга пружина починає стискатися під впливом сили  $F_1$  і ротор електрогенератора, що приводиться в дію другою рейкою приводу електрогенератора 2 через шестерню 4, починає обертатися в зворотному напрямку і наводить електрорушійну силу в обмотках статора з від'ємним значенням. Обмотки статора електрогенератора підключаються до електричного випрямляча 7, який виконано за діодною мостовою схемою випрямлення (рис. 3). При наведенні електрорушійної сили по обмотках починає протікати змінний електричний струм, а після його випрямлення на електричному випрямлячі 7, він здійснює процес заряду ємнісного нагромаджувача C – іоністора та через діод VD – акумуляторної батареї GB. Вимикач S комутує електроживлення до навантаження Z.

## **ВИСНОВКИ**

Представлено та описано технічне рішення щодо розробки пристрою примусового зниження швидкості автомобілів, що генерує електроенергію. Докладно розкрито принцип його дії.

Запропонований пристрій примусового зниження швидкості автомобілів, що генерує електроенергію дозволяє збільшити ефективність перетворення кінетичної енергії від натискання в електричну за рахунок використання електромашиного вузлу, який має редуктор, що підвищує швидкість обертання. Основною функцією даного пристрою є примусове зниження швидкості автотранспортних засобів.

Електроенергія, вироблена даним пристроєм може бути використана для додаткового електроживлення споживачів електроенергії – освітлення доріг та прилеглих територій, додатковим джерелом енергії для електричних зарядних станцій електромобілів, домашніх господарств, шкіл, офісних будівель, торгових центрів тощо.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Дерех З.Д. и др. Дорожные знаки, дорожная разметка. Пособие для начинающих и профессионалов. – К.: Арий, 2009. – 72с.
2. Собакаръ А.О. и др. Основы безопасности дорожного руху. Навчальний посібник. – К.: Знання, 2007. – 312с.
3. Конспект лекцій з курсу «Безпека дорожнього руху» для студентів спеціальності 6.070106 «Автомобільний транспорт» денної і заочної форми навчання / П.В. Босюк, В.З. Гудь . – Тернопіль, ТНТУ, 2016. – 342 с.
4. Тимовський О.А. та ін. Правила дорожнього руху в ілюстраціях – К.: Вища школа, 2013
5. Каждые три минуты в Украине происходит ДТП, а каждые 2,5 часа в них гибнет человек // Матеріали сайту – 2018. – Режим доступу: <https://www.segodnya.ua/ukraine/ukraincy-stali-chashche-popadat-v-dtp-1111181.html>.
6. Budzynski M., Jamroz K., Mackun T. Pedestrian Safety in Road Traffic in Poland. // M.Budzynski, K. Jamroz, T. Mackun IOP. – Conf. Series: Materials Science and Engineering 245. doi:10.1088/1757-899X/245/4/042064.
7. Пат. 121490 України, H02K H02K 7/00, H02K 7/12, H02K 35/00, H02K 35/02, H02N 2/18. Електромеханічний пристрій перетворення кінетичної енергії в електричну з мультиплікатором / Гнатов А. В., Аргун І. В., Дзюбенко О. А.; заявник та патентовласник Харківський нац. автом.-дорожн. ун.-т., Гнатов А. В. – № у 2017 05464; заявл. 02.06.2017; опубл. 11.12.2017, Бюл. №23.
8. Пат. 121492 України, H02K 7/00, H02K 7/12, H02K 35/00, H02K 35/02, H02N 2/18, H01L 41/04. Електромеханічний спосіб перетворення кінетичної енергії в електричну з використанням мультиплікатора / Гнатов А. В., Аргун І. В., Дзюбенко О. А.; заявник та патентовласник Харківський нац. автом.-дорожн. ун.-т., Гнатов А. В. – № у 2017 05466; заявл. 02.06.2017; опубл. 11.12.2017, Бюл. №23.
9. Пат. 121493 України, H02K 35/00. Електромеханічний спосіб перетворення кінетичної енергії в електричну / Гнатов А. В., Аргун І. В.; заявник та патентовласник Харківський нац. автом.-дорожн. ун.-т., Гнатов А. В. – № у 2017 05467; заявл. 02.06.2017; опубл. 11.12.2017, Бюл. №23.
10. Відновлювані джерела енергії (досвід Польщі для України) : навч. посіб. / Р. Титко, В. М. Калініченко. – Варшава; Краків; Полтава : OWG, 2010. – 530 с. – ISBN 978-83-928382-1-0.

## ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ВІТРОГЕНЕРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ СТО В ХАРКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Гнатов А.В.<sup>1</sup>, Жила С.Ю.<sup>1</sup>, Zakis J.<sup>2</sup>, Mutule A.<sup>2</sup>, Patlins A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна,

<sup>2</sup>Riga Technical University, Latvia

### ВСТУП

Вітроенергетика - галузь енергетики, що працює за принципом перетворення кінетичної енергії повітряних мас в електричну, механічну, теплову або в будь-яку іншу форму енергії, зручну для використання в народному господарстві чи промисловості. Таке перетворення може здійснюватися такими агрегатами, як вітрогенератор (для отримання електричної енергії), вітряк (для перетворення в механічну енергію), вітрило (для використання в транспорті) та ін. [1].

Швидкість вітру залежить від висоти над рівнем землі. Близько до землі вітер сповільнюється за рахунок тертя об земну поверхню. Таким чином, вітри бувають сильнішими на великих висотах по відношенню до землі. Для сільськогосподарських полів і пустельних територій при збільшенні висоти над поверхнею землі в два рази спостерігається збільшення швидкості вітру приблизно на 12 % [2].

Метою роботи є проведення техніко-економічного розрахунку вітрогенераторної установки для СТО в харківській області з визначенням доцільності її використання в територіальних умовах України.

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Термін служби промислового вітрогенератора середньої потужності становить 20 років. На цей час вітрогенераторна установка потужністю 10 кВт коштує 380 тис. грн (\$ 13400) [3].

Проведемо техніко-економічний розрахунок вітрогенераторної установки потужністю 10 кВт. Якщо купувати електроенергію у держави при її сьогоднішньої вартості 212,776 коп/кВт·год, при середньому показнику енергоспоживання 10 кВт/год (цей показник залежить від потужності обладнання СТО), то ми отримуємо [4], МВт

$$P_{\text{МВт}} = P_{\text{кВт}} \cdot \Gamma \cdot Д \cdot n, \quad (1)$$

де  $P_{\text{МВт}}$  – показник споживання електроенергії СТО, МВт;

$P_{\text{кВт}}$  – показник споживання електроенергії СТО на годину, кВт;

$\Gamma$  – кількість годин;

$Д$  - кількість діб;

$n$  – кількість років

$$P_{\text{МВт}} = 10 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 20 = 1,752.$$

За 20 років при сьогоднішньому тарифі (2,12776 грн), буде витрачено, грн

$$P_{20} = P_{\text{МВт}} \cdot n, \quad (2)$$

$$1,752 \cdot 2,12776 = 3727835,5 \text{ (або \$ 131818,80)}.$$

Виходить що, за умови збереження сьогоднішніх тарифів, за 20 років вітрогенераторна установка, за умови постійної роботи в номінальному режимі згенерує електроенергії на \$ 131818,80. Якщо ж врахувати реальні умови експлуатації вітрогенераторів, то виходить, що вони генерують лише 10 % від своєї номінальної потужності [5]. Це обумовлено тим, що в Україні досить несприятливі умови по вітру для вітрогенераторів. Отже, за 20 років отримаємо, грн

$$P_{\Sigma} = P_{20} \cdot 0,1, \quad (3)$$

$$3727835,5 \cdot 0,1 = 372783,55 \text{ (або \$ 13181,88)}.$$

Стає очевидним, що за таких умов за 20 років вітрогенераторна установка лише підходить до своєї окупності, при цьому нехтуємо витратами на обслуговування та ремонт (за необхідністю).

Можна припустити, що з часом тариф буде збільшуватися в ціні і паралельно зростатиме вигода від використання вітрогенераторів, але, напевно, чи, вона вийде за грань їх самоокупності. Вітрова електроенергія в вітрових умовах України може бути вигідною тільки в тому випадку, якщо сильно зросте тариф на її споживання або вітрогенератори різко подешевшають. Зараз застосовувати вітрогенератор для забезпечення електроживлення відповідних промислових об'єктів – невигідно.

Вартість зеленого тарифу в Україні приведена у таблиці 1. Для юридичних осіб з ПДВ - 212,776 коп/кВт·год.

Таблиця 1 – Вартість зеленого тарифу в Україні

| Період                                  | Тариф без ПДВ, коп/кВт·год |
|-----------------------------------------|----------------------------|
| з 01 червня 2015 р по 31 грудня 2019 р. | 327,02                     |
| з 01 січня 2020 р. по 31 грудня 2024 р. | 293,71                     |
| з 01 січня 2025 р. по 31 грудня 2029 р. | 261,92                     |

Порахуємо, скільки прибутку може принести вітрогенераторна установка потужністю 10 кВт за 20 років служби за формулою (1). Якщо врахувати, її ввели в експлуатацію з 1 січня 2018 р., і вона працює на 10 % від своєї номінальної потужності (реальні умови для більшої частини території України), отримаємо, грн

$$3,2702 \cdot 1 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 20 = 572939 \text{ (або \$ 20335,74)}.$$

Зелений тариф в вітроенергетиці діє по тому ж принципу, що й для сонячних електростанцій. Як і у випадку з сонячними електростанціями, за зеленим тарифом державою викуповується тільки та частина виробленої електрики, яка перевищує власне споживання. Наприклад, якщо вітрогенератор протягом календарного місяця згенерував 1 МВт·год електрики, а при цьому на власні потреби за цей період було витрачено 900 кВт·год, то за зеленим тарифом буде оплачено лише 100 кВт·год електроенергії. Звідси випливає, що зелений тариф у вітроенергетиці найбільш ефективний для потужних вітрових електростанцій, а дохід зростає в міру зниження власного енергоспоживання.

Для промислових вітрових електростанцій немає обмежень ні за потужністю вітрогенераторів, ні за обсягами виробництва електроенергії.

Отже, вартість вітрогенератора потужністю 10 кВт складає 380000 грн. Вартість додаткового обладнання, обслуговування та ремонту (за необхідністю) вважаємо, що складає 120000 грн. В решті решт за 20 років експлуатації на вітрогенераторну установку буде витрачено 500000 грн.

Припустимо, що за зеленим тарифом було оплачено лише половина згенерованої електроенергії (інша половина пішла на живлення власних потреб СТО). Це 286469,5 грн (або \$ 10167,87).

Отже, за 20 років було витрачено 500000 грн, а зароблено 286469,5 грн. Тобто за весь термін своєї експлуатації вітроустановка в територіальних умовах України, навіть, не виходить на свою окупність.

Виходячи з приведених розрахунків, можна запропонувати якомога менше енергії згенерованої вітроустановкою витрачати на власні потреби. При такому підході, можна досягти окупності за термін служби вітрогенератора.

Україна – безвітряний регіон, якщо порівнювати з країнами Західної Європи та Середземномор'я. Поглянувши на карту вітрових навантажень, стане ясно, що більш-менш стабіль-

но вітри дують тільки на Заході України (Прикарпатський регіон) і березі Азовського моря, рис. 1. Розміщення вітроелектростанцій поза цими регіонами не є економічно обґрунтовано.

До того ж, вітрогенератори видають багато шуму – в межах від 34 дБ до 45 дБ, що може зрівнятися з шумом проїжджаючого по шосе автомобіля або звуком відбійного молотка, що працює на відстані 10 м.

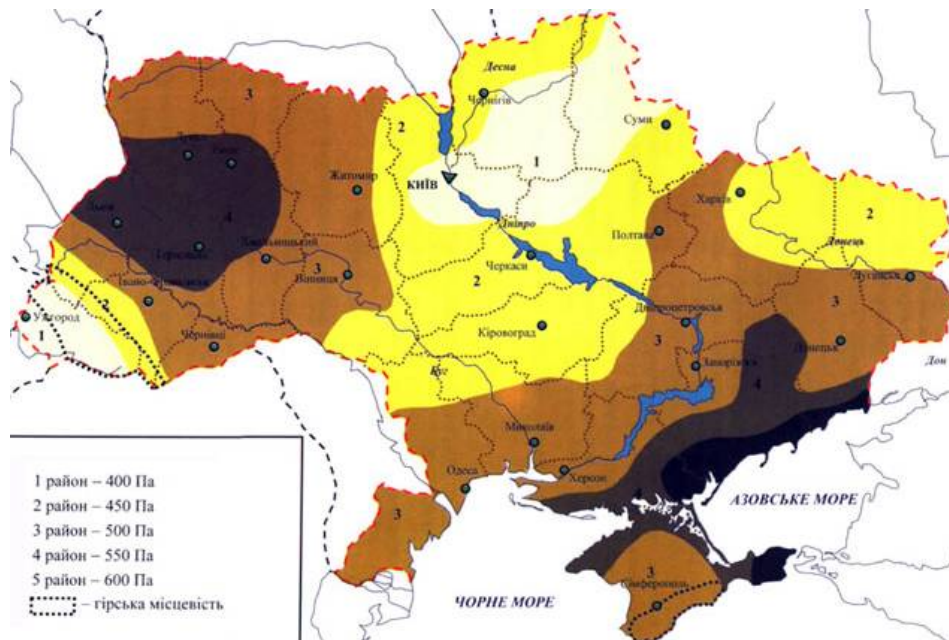


Рисунок 1 – Карта вітрових навантажень на території України

## ВИСНОВКИ

Підсумовуючи проведені дослідження можна зазначити, що вітрогенератори можуть бути хорошим рішенням в тому випадку, якщо вони використовуються в якості резервного джерела електроенергії або якщо це єдине можливе джерело електроживлення. Вони можуть встановлюватися в деяких невеликих підприємствах або приватних будинках для того, щоб на випадок відключення електроживлення (аварія, тощо) можна було задіяти енергію вітру для підтримки електроживлення.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Ветроэнергетика // Матеріали сайту – 2018. – Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Ветроэнергетика>.
2. Аэродинамика ветродвигунов. Aerodynamic theory of wind Turbines : Навч. посіб. / Є. Р. Абрамовський. – Д. : Наука і освіта, 2008. – 242 с. – Обклад. і текст англ. мовою.
3. Ветровые генераторы // Матеріали сайту – 2018. – Режим доступу: <http://www.ae.net.ua/files/generators.htm>.
4. Тарифи на електроенергію на 4 квартал 2018 року // Матеріали сайту – 2018. – Режим доступу: <https://www.oblenergo.kharkov.ua/consumers/tarifs/taryfy-na-elektroenergiyu-na-4-kvartal-2018-roku>.
5. Проблема окупаемости ветрогенератора: размеры, установка, специфика эксплуатации и рациональное использование ветряка // Матеріали сайту – 2018. – Режим доступу: <https://energo.house/veter/okupaemost-vetrogeneratora.html>.

## СОНЯЧНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ ДЛЯ СУЧАСНОГО ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ В ВИШАХ УКРАЇНИ

Гнатова Г.А.<sup>1</sup>, Аргун Щ.В.<sup>1</sup>, Бармін В.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна,

<sup>2</sup>Білоруська державна політехнічна академія, Мінськ, Білорусія

### ВСТУП

Сонце є невичерпним джерелом енергії, а сонячні електростанції (СЕС) набирають все більшої популярності. СЕС – це вкладення у майбутнє, яке принесе, як тільки матеріальні прибутки, так і збереже навколишнє середовище.

Сонячні електростанції вигідні не тільки в промислових масштабах, а і для приватних домогосподарств. Особливо це актуально з 2014 р., коли власники домашніх сонячних та вітрових електростанцій отримали право продавати електроенергію державі за «зеленим тарифом» [1]. «Зелений тариф» – це спеціальний більш високий тариф, за яким держава закуповує електроенергію вироблену альтернативними джерелами енергії. Такі дії впроваджуються державою задля заохочення людей до переходу на альтернативну енергетику [1].

В даній роботі аргументується використання сонячної електростанції в якості додаткового джерела енергії для Харківського національного автомобільно-дорожнього університету на базі кафедри «Автомобільної електроніки». Пропонується частину згенерованої енергії направляти на електроживлення приміщень кафедри, а залишок реалізувати за «зеленим тарифом». Таким чином можна буде досягти суттєвого скорочення витрат на енергопостачання. Крім того, сонячна електростанція буде слугувати як матеріально-технічна база для навчання студентів та науково-технічних досліджень, що сприятиме підвищенню рівня знань в сфері альтернативних джерел енергії.

Вибір потужності сонячної електростанції, у якості повноцінного джерела енергії

Отриману енергія від сонячної електростанції планується використовувати двома способами:

- для забезпечення електроживлення приміщень університету;
- для реалізації залишку виробленої енергії за «зеленим тарифом».

Зрозуміло, що для кожного місяця року кількість споживаної енергії, як і кількість виробленої енергії будуть різними. Тому для вибору потужності сонячної електростанції необхідно орієнтуватися на ті місяці року, коли споживання є максимальним, а генерація енергії – мінімальною. В ці місяці майже вся енергія буде використана для живлення приміщень, а в інші місяці з'являться надлишки енергії, які можна буде реалізувати за «зеленим тарифом».

Зрозуміло, що максимум енергії споживається в зимні місяці року, саме тоді, коли сонячна електростанція показує найнижчі показники потужності. Розраховано кількість електроенергії, яка потрібна для приміщень кафедри «Автомобільної електроніки» в зимні місяці року. Ці данні наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Споживання електроенергії в зимні місяці

|                                          | Ауд. 1 | Ауд. 2 | Ауд. 3 | Ауд. 4 | Всього |
|------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Освітлення на місяць, кВт·год            | 19,2   | 4,8    | 24     | 5,4    | 53,4   |
| Комп'ютерна техніка на місяць, кВт·год   | –      | 24,8   | 25     | 3,6    | 53,4   |
| Офісна техніка на місяць, кВт·год        | –      | 6      | 6      | 4      | 16     |
| Електричне обладнання на місяць, кВт·год | 80     | 20     | 40     | –      | 140    |
| Всього на місяць, кВт·год                | 99,2   | 55,6   | 95     | 13     | 262,8  |
| Всього за зимовий період, кВт·год        | 297,6  | 166,8  | 285    | 39     | 788,4  |

Отже, з даних таблиці 1 видно, що при виборі сонячної електростанції треба врахувати, що мінімальна потужність вироблення на місяць повинна сягати не менше ніж 265 кВт·год у зимній місяці.

Таким чином пропонується обрати сонячну станцію на 10 кВт, з мінімальним виробітком енергії у грудні місяці, який дорівнює 280 кВт·год [2]. Для підтвердження цієї пропозиції необхідно визначити помісячну кількість енергії, що зможе генерувати така СЕС у місті Харкові.

### СОНЯЧНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ НА 10 КВТ

Так як кількість виробленої енергії напряму залежить від погодних умов, будь-які розрахунки необхідно проводити помісячно, приклади даних розрахункового виробітку станції наведено в таблиці 2 [2].

Таблиця 2. Розрахунковий виробіток сонячної станції на 10 кВт

| Місяць                                             | Вироблення [кВт·год] |
|----------------------------------------------------|----------------------|
| Січень                                             | 335,1                |
| Лютий                                              | 470,0                |
| Березень                                           | 932,6                |
| Квітень                                            | 1 159,0              |
| Травень                                            | 1 339,9              |
| Червень                                            | 1 289,6              |
| Липень                                             | 1 397,7              |
| Серпень                                            | 1 310,9              |
| Вересень                                           | 998,1                |
| Жовтень                                            | 776,0                |
| Листопад                                           | 408,0                |
| Грудень                                            | 279,6                |
| Середнє значення в літній період (травень-серпень) | 1 334,5              |
| Середнє значення в зимній період (листопад-лютий)  | 373,2                |
| В сумі за рік                                      | 10 696,5             |

Сонячна електростанція, як джерело фінансового доходу університету

Так як залишкову електроенергію пропонується продавати державі за «зеленим тарифом», треба розрахувати можливий дохід університету від використання СЕС на 10 кВт.

Згідно з чинним законодавством розмір «зеленого тарифу» для дахових СЕС складає 18 € за 100 кВт·год [3]. В таблиці 3 представлений чистий дохід станції, коли вся отримана енергія буде реалізовуватися за «зеленим тарифом».

Дохід розраховувався згідно з останнім прийнятим Законом України № 514 – VIII від 04.06.2015 «Про внесення змін до деяких законів України щодо забезпечення конкурентних умов виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії» і постанови НКРЕКП № 556 від 26.06.2018 «Про встановлення «зелених» тарифів на електричну енергію для приватних домогосподарств» [1, 4].

Таблиця 3. Фінансові показники станції по місяцям

| Місяць   | Вироблення [кВт·год] | Дохід [\$] | Податок [\$] | Прибуток [\$] |
|----------|----------------------|------------|--------------|---------------|
| Січень   | 335,1                | 70,9       | 13,8         | 57,1          |
| Лютий    | 470,0                | 99,5       | 19,4         | 80,1          |
| Березень | 932,6                | 197,4      | 38,5         | 158,9         |
| Квітень  | 1 159,0              | 245,3      | 47,8         | 197,5         |
| Травень  | 1 339,9              | 283,6      | 55,3         | 228,3         |

| Місяць        | Вироблення [кВт·год] | Дохід [\$] | Податок [\$] | Прибуток [\$] |
|---------------|----------------------|------------|--------------|---------------|
| Червень       | 1 289,6              | 273,0      | 53,2         | 219,8         |
| Липень        | 1 397,7              | 295,9      | 57,7         | 238,2         |
| Серпень       | 1 310,9              | 277,5      | 54,1         | 223,4         |
| Вересень      | 998,1                | 211,3      | 41,2         | 170,1         |
| Жовтень       | 776,0                | 164,3      | 32,0         | 132,3         |
| Листопад      | 408,0                | 86,4       | 16,8         | 69,6          |
| Грудень       | 279,6                | 59,2       | 11,5         | 47,7          |
| В сумі за рік | 10 696,5             | 2 264,3    | 441,6        | 1 822,7       |

## ВИСНОВКИ

Представлено та описано технічне рішення щодо встановлення сонячної електростанції на базі кафедри «Автомобільної електроніки» ХНАДУ.

Електроенергія, вироблена сонячною станцією може бути використана як для додаткового електроживлення споживачів електроенергії, так і для постійного. Залишки енергії можна продавати державі за «зеленим тарифом».

На базі експериментальних даних проведено розрахунки споживання електроенергії приміщень кафедри. Показано, що найбільше електроенергії споживається в зимні місяці року, тоді, коли СЕС видає найменші потужності. Отже при виборі потужності сонячної енергоустановки, необхідно орієнтуватися на максимально необхідну кількість електроенергії, та мінімально отримувану від СЕС. Обґрунтовано вибір у якості додаткового джерела енергії СЕС на 10 кВт.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Про видавничу справу: Постанова України від 31.03.2016 № 508. Київ: Офіційний вісник України, 2016. № 37, с. 84
2. Сетевая солнечная система на 10,0 кВт // Матеріали сайту – 2018. – Режим доступу: [https://alteco.in.ua/solution/solnechnaya-energetika/setevaya-solnechnaya-stantsiya-10-0-kvt-var-11?gclid=Cj0KCQjw08XeBRC0ARIsAP\\_gaQcXNFK64OGiMJ\\_jL\\_KdMmsI7Oi3Zpa080j5wNocwOk29FiAYMRLUaArEuEALw\\_wcB&fbclid=IwAR3G1Vh4gtHqt97et8NOpewPZ87MhC-IhTdn0IYvFs52MRAT3YSeB\\_i3akk](https://alteco.in.ua/solution/solnechnaya-energetika/setevaya-solnechnaya-stantsiya-10-0-kvt-var-11?gclid=Cj0KCQjw08XeBRC0ARIsAP_gaQcXNFK64OGiMJ_jL_KdMmsI7Oi3Zpa080j5wNocwOk29FiAYMRLUaArEuEALw_wcB&fbclid=IwAR3G1Vh4gtHqt97et8NOpewPZ87MhC-IhTdn0IYvFs52MRAT3YSeB_i3akk)
3. Про видавничу справу: Постанова України від 26.06.2018 № 556. Київ: Урядовий кур'єр, 2018. №191
4. Про видавничу справу: Постанова України від 04.06.2015 № 514-VIII. Київ: Відомості Верховної Ради України, 2015. №33, с. 1664.

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ СТАРТ СТОП**

**Двадненко В.Я.<sup>1</sup>, Пушкарь О.Б.<sup>1</sup>, Трунова И.С.<sup>1</sup>, Барудов С.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна,

<sup>2</sup>Технічний університет – Варна, Болгарія

### **ВВЕДЕНИЕ**

Для снижения стоимости эксплуатации автомобиля и уменьшения вредных выбросов необходимо свести к минимуму время работы ДВС. Этого можно достичь, используя системы старт-стоп, и, кроме того, также за счет введения рекуперативного торможения [1 - 5].

Принцип работы системы старт-стоп можно описать несколькими тезисами:

- когда автомобиль останавливается, двигатель выключается;
- если установлена механическая коробка передач, то при нажатии на педаль сцепления (иногда и педаль акселератора) двигатель быстро запускается;
- если установлена автоматическая коробка передач, то двигатель запускается при отпускании педали тормоза.

Поскольку время работы ДВС в режиме холостого хода может составлять до 30%, то очевидна полезность системы старт-стоп. Особенно это актуально при эксплуатации автомобилей в городском режиме, предусматривающем частые остановки на светофорах и в пробках.

Система start-stop фирмы «Bosch» [1] устанавливается на автомобилях «VW», «BMW», «Audi» и др., обеспечивая снижение расход топлива и выбросов CO<sub>2</sub> до 8 % в городском цикле. В основе этой системы лежит усиленный стартер, оборудованный специальным малозумным механизмом привода, который гарантирует быстрый, надежный и многократный запуск двигателя. Эта система start-stop выполняет не только функции остановки и запуска двигателя, но также и контроля уровня заряда аккумуляторной батареи, отключая систему при малом уровне заряда. Кроме того, система не работает, когда ДВС не прогрет и когда включен кондиционер.

Более усовершенствованные системы «старт-стоп» отключают двигатель в процессе остановки автомобиля (до его полной остановки). Этим достигается увеличение экономии топлива до 15%. Такую конструкцию имеет система ISG (Idle Stop and Go) от Kia Motors [4].

Система STARS (Starter Alternator Reversible System) фирмы Valeo, в своей работе использует реверсивный генератор [5]. Система устанавливается на автомобилях Citroen, Mercedes и позволяет снизить расход топлива до 10%. Реверсивный генератор представляет собой электрическую машину переменного тока, которая выполняет функции генератора и стартера. Развитием системы STARS является использование рекуперативного торможения этой электрической машиной для создания дополнительной энергии и снижения расхода топлива.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

В разработанной системе старт-стоп улучшение экономических и экологических характеристик, в отличие от существующих аналогов, достигается благодаря тому, что введен ряд усовершенствований [6, 7].

Важным элементом повышения экономичности и эффективности автомобиля является обеспечение дополнительного рекуперативного торможения, осуществляемого при разомкнутой трансмиссии. В автомобиле с усовершенствованной системой старт-стоп для этого вводится второй генератор, связанный ременной передачей с вторичным валом коробки передач, как показано на рис.1.

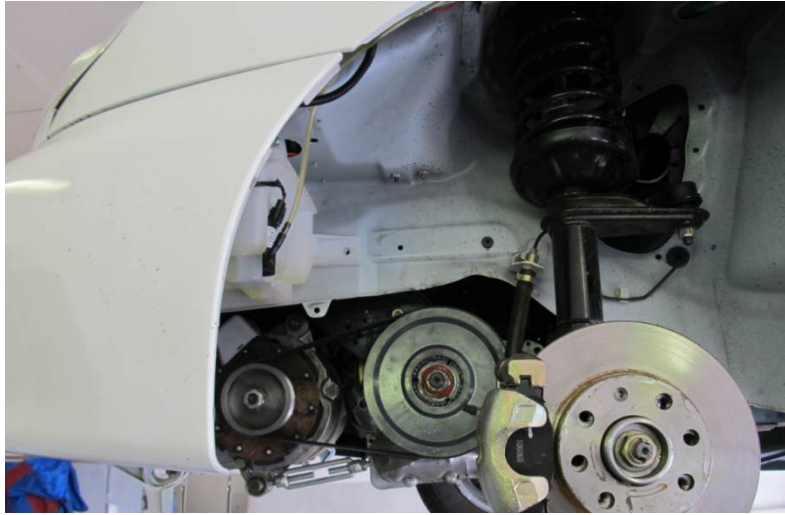


Рисунок 1 – Автомобиль Daewoo Lanos-pickup с дополнительным генератором

Остановка ДВС осуществляется не только на стоящем автомобиле, но и на автомобиле с разомкнутой трансмиссией, движущемся по инерции или под уклон, поскольку появляется удобная возможность торможения с помощью второго генератора. Это позволяет более гибко регулировать процесс замедления в отличие от применяемого в обычном автомобиле замедления с помощью ДВС в режиме принудительного холостого хода (ПХХ). Электрическое замедление от второго генератора включается вместе со «стоп-сигналом» путем отвода от упора педали тормоза, когда включение «стоп-сигнала» уже произошло, а контакта колодок с дисками или барабанами еще нет. Благодаря этому появляется дополнительная возможность экономии энергии вследствие движения на нейтральной передаче в условиях, когда отпущена педаль акселератора, но не нажата педаль тормоза. Тогда реализуется режим движения «накатом» без включения замедления от второго генератора. Допустимость движения «накатом» в автомобиле с усовершенствованной системой старт-стоп появляется потому, что можно быстро и удобно, слегка нажав на педаль тормоза, реализовать торможение с помощью второго генератора без нагрева тормозной системы. Простое многократное включение и выключение замедления с помощью второго генератора позволяет водителю гибко регулировать замедление при движении в потоке, и, тем самым, использовать кинетическую и потенциальную энергию автомобиля наиболее оптимальным образом непосредственно для его движения.

Повышение экономичности системы старт-стоп и уменьшение нагрузки на стартер осуществляется с использованием запуска ДВС от кинетической энергии движущегося автомобиля без включения стартера. При достаточно высокой скорости кинетическая энергия движущегося автомобиля настолько велика, что становится возможным запуск ДВС без заметного изменения скорости, т.е. без заметного толчка. Такой запуск работает при движении автомобиля со скоростью не менее 35-40 км/ч, когда кинетическая энергия автомобиля, после включения соответствующей (четвертой) передачи и отпускания педали сцепления, позволяет запустить ДВС быстро и без дискомфорта для водителя и пассажиров. При этом в автомобиле должно быть предусмотрено автоматическое управление подачей топлива. Такой запуск ДВС не заметен для водителя и пассажиров и соответствует их ощущениям, имеющим место в момент переключения с третьей на четвертую передачу механической коробки передач при движении на ДВС. Подтверждением вышесказанного являются экспериментальные исследования [6]. Если автомобиль стоит или движется с низкой скоростью, используется стартерная система пуска

В автомобиле с усовершенствованной системой старт-стоп используется концепция сохранения энергии рекуперативного торможения не только в аккумуляторной батарее, но и в виде электрического нагрева охлаждающей жидкости ДВС, что обеспечивает необходимый тормозной момент и улучшает тепловой баланс ДВС [7]. При режиме замед-

ления с помощью второго генератора, как правило, подзаряжается аккумуляторная батарея. Однако относительно невысокая емкость аккумуляторной батареи в автомобиле с усовершенствованной системой start-stop не позволяет обеспечить необходимую электрическую нагрузку, и, следовательно, эффективное электрическое торможение во всех условиях. Такая ситуация возникает, например, когда аккумуляторная батарея достаточно заряжена и поэтому резко снижается ток нагрузки второго генератора. Для решения этой проблемы в разработанной системе start-stop при нажатии на педаль тормоза (включении стоп-сигнала) электрическая энергия, вырабатываемая вторым генератором, сохраняется не только путем зарядки аккумуляторной батареи, но и путем подогрева охлаждающей жидкости системы охлаждения ДВС. Тем самым обеспечивается нужный тормозной момент генератора и нужное замедление автомобиля. Кроме того, подогрев охлаждающей жидкости улучшает тепловой режим ДВС, за счет чего экономится бензин. Такой принцип рекуперативного торможения позволяет иметь более широкий выбор режимов замедления автомобиля и экономить как углеводородное топливо, так и электроэнергию бортсети.

### **ВЫВОДЫ**

Проведенный анализ существующих start-stop систем показал, что они имеют ряд недостатков, а именно: недостаточную эффективность, усиленную нагрузку на аккумулятор, стартер и двигатель, наличие шума, рывков и вибраций во время начала движения. Все это препятствует их популяризации и вынуждает пользователей отключать start-stop системы в авто. Разработана усовершенствованная система start-stop, отличающаяся от аналогов тем, что: при определенной скорости автомобиля, пуск ДВС осуществляется без стартера; имеет увеличенное время рекуперативного торможения; остановка ДВС может осуществляться на автомобиле, движущемся по инерции или под уклон; энергия рекуперативного торможения может быть использована для электрического нагрева охлаждающей жидкости. Представлены результаты экспериментальных исследований разработанной системы start-stop.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Start/Stop System Operating Principle, [http://br.bosch-automotive.com/en/internet/parts/parts\\_and\\_accessories\\_2/motor\\_and\\_sytems/start\\_stop\\_system/functionality\\_start\\_stop\\_system/functionality\\_start\\_stop\\_system.html](http://br.bosch-automotive.com/en/internet/parts/parts_and_accessories_2/motor_and_sytems/start_stop_system/functionality_start_stop_system/functionality_start_stop_system.html)
2. Audi Technology Portal - Start-stop System, [https://www.audi-technology-portal.de/en/drivetrain/engine-efficiency-technologies/start-stop-system\\_en](https://www.audi-technology-portal.de/en/drivetrain/engine-efficiency-technologies/start-stop-system_en)
3. Bishop, J., Nedungadi, A., Ostrowski, G., Surampudi, B., Armiroli, P., Taspinar, E.: An Engine Start/Stop System for Improved Fuel Economy. SAE International, Warrendale, PA (2007)
4. Kia ISG (Idle Stop & Go) System; How It Works? | Kia News Blog, <http://www.kia-world.net/kia-isg-idle-stop-how-it-works/>
5. Richard, D., Dubel, Y.: Valeo StARS Technology: A Competitive Solution for Hybridization. B: 2007 Power Conversion Conference - Nagoya. cc. 1601–1605 (2007)
6. Двадненко В. Hybrid Vehicle Control System / В.Я. Двадненко // Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. – 2016. – Вып. 38. – С.149–154.
7. Двадненко В.Я. Преобразователь напряжения для системы рекуперативного торможения гибридного автомобиля с сохранением тепловой энергии / В.Я. Двадненко // Автомобиль и Электроника. Современные технологии. – 2015. – №7. – С. 30–33. Режим доступа: car-electroniks.hol.es).

## **ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГЕЛИОМОБИЛЕЙ**

**Костикова М.В., Скрипина И.В., Усмонов Э.Р.**

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Украина

### **ВВЕДЕНИЕ**

В связи с быстрым развитием автомобильного транспорта в последние десятилетия существенно обострились проблемы влияния его на окружающую среду. Мощным источником загрязнения природной среды является транспортно-дорожный комплекс. Автомобили сжигают колоссальное количество нефтепродуктов, нанося вместе с тем ощутимый вред окружающей среде, в основном атмосфере. Количество автотранспорта с каждым годом растёт, а, значит, и растёт содержание в атмосферном воздухе вредных веществ. Научный потенциал всего мира направлен на разработку инновационных экологически чистых технологий. К новейшим изобретениям такого рода относится автомобиль на солнечных батареях, который уже сегодня становится все более популярным в потребительской среде. Специалисты, работающие в энергетической отрасли, относят «солнцемобиль» к мерам ресурсосбережения.

Работающий на основе ископаемых видов топлива транспорт представляет две главные проблемы – локальное и глобальное загрязнение, сокращающиеся поставки и постоянно растущие расходы. Хорошим вотумом является постепенная замена существующего автомобильного парка на транспортные средства с низким уровнем выбросов.

В настоящее время электромобиль – не идеальное транспортное средство, т. к. имеет низкую энергоёмкость, высокую себестоимость и неэкологичность аккумуляторных батарей. Всё это является значительным сдерживающим фактором в развитии электротранспорта. Для массового электромобиля по ряду причин и топливные элементы пока не могут считаться эффективным источником тока. Для внедрения хотя бы пятнадцатипроцентной доли электрического транспорта в мировой автопром потребуются колоссальные затраты и трансформации в энергетических системах государств.

У современного электромобиля есть и сильная сторона – электродвигатель. Он обладает высоким КПД (85 – 95%) и превосходным крутящим моментом, доступным водителю уже на старте. Исследования показали, что достижение скорости 60 миль в час исключительно от солнца напрямую влияет на вес и аэродинамику солнечных гоночных автомобилей. Их конструкция в сочетании с эффективностью двигателя позволяет двигаться с мощностью фена. В то время как автомобили с бензиновыми двигателями направляют около 15 процентов энергии от сжигания топлива на фактическое перемещение автомобиля, солнечная энергия эффективно использует более 90%. [1]

Электродвигатель экологичен, если энергия получается из альтернативных источников; работает он бесшумно; он прост в конструкции, а, следовательно, является более надёжным, чем двигатель внутреннего сгорания.

Ещё одно достоинство электрической схемы двигателя состоит в природном и более простом создании полноприводной платформы. Тут не нужен дифференциал, ни блокировочная муфта, ни раздаточная коробка – попросту на каждое колесо устанавливаются компактные электромоторы, которыми руководит специальный блок управления.

Один из самых футуристических типов электромобилей – гелиомобиль. «Солнечная машина» поражает своими формами, дизайном. Эта особенность гелиомобилей – вынужденная мера разработчиков.

Мнения относительно этих транспортных средств различны, но их сравнительно быстрый прогресс невозможно обойти вниманием. На сегодняшний день в устройстве солнцемобилей присутствуют изъяны, которые делают данный продукт невостребованным. Однако учёные всего мира стараются сделать его более практичным и комфортабельным. Для этого с целью выяснения, на что способны эти средства передвижения, в Австралии проводятся каждые два года ралли солнцемобилей.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Идея устанавливать на крыше автомобиля фотопанели пришла в голову людям уже очень давно. Исследователи не просто начали использовать солнечные батареи для получения электрической энергии и использования её для собственных нужд, но и разработали, а так же выпустили множество прототипов и моделей гелиомобилей, чей двигатель работает только благодаря энергии солнца.

Первым, кому в голову пришла идея использовать, как источник питания типичного электромобиля солнечные батареи был Ханс Толstrup. В 1982 году он создал агрегат под названием «Тихий рекордсмен», который прославился тем, что его создатель на нём пересёк Австралию, развивая при этом скорость до 20 км/ч. После Толструпа было ещё множество инженеров и конструкторов, которые разрабатывали, проектировали и собирали гелиомобили и соответственно появилось множество моделей гелиомобилей.

Гелиомобиль – это самый молодой тип автомобилей, приводимый в движение электродвигателем, то есть по большому счёту электромобиль, который получает энергию от фотоэлементов (солнечных батарей) или накопленную ними заранее в источники питания.

В Австралии существует чемпионат World Solar Challenge [2, 3]. В этих ралли могут участвовать только владельцы машин с солнечными батареями. Данный чемпионат осуществляется практически без поддержки государственного бюджета, в основном, за счёт добровольных усилий и средств отдельных граждан, предпринимателей и муниципалитетов. Гонки World Solar Challenge часто называют интеллектуальным соревнованием. Ведь создание каждого гоночного солнцемобиля – это целое научное исследование. Крупные автомобильные и аэрокосмические концерны вкладывают в экзотический спорт миллионы долларов. Такие инвестиции обещают окупиться сполна. Ведь «солнечные гонки» – кузница новых технологий: многие решения, впервые опробованные на гоночных гелиомобилях, со временем обещают найти широкое применение на серийных автомобилях.

В большинстве своём солнцемобили являются уникальными машинами. В их конструкции используются оригинальные технические решения и новейшие материалы. Отсюда и очень высокая цена.

Гелиомобили – самый молодой вид автомобилей. Автомобиль на солнечных батареях – не предмет роскоши, а необходимость. Это изобретение является ключом к сохранению чистой экосистемы.

Об устройстве гелиомобиля можно сказать, что это электромобиль, но вот только получающий энергию не «напрямую» от уже «готовой» электрической энергии, а «добывает» её сам, накапливая солнечную энергию, преобразует её в электрическую благодаря такому физическому явлению, как фотоэлектрический эффект.

Гелиомобиль как правило включает в свой состав: солнечную батарею, накопитель энергии, электродвигатель, управляющий блок, шасси.

В основном принцип работы тот же, что и у электромобиля: источник питания (в гелиомобиле он накапливает энергию из фотоэлементов и концентрирует в источник питания, тем самым подзаряжая его), электродвигатель (один общий или же отдельный на каждое колесо) и блок управления, который благодаря прописанному в нём программному коду, правильно и по требованию, распределяет и ток по элементам авто.

Существует так же немало моделей гелиомобилей, а если быть точнее, то подавляющее большинство, имеющих возможность комбинированного варианта для подзарядки (плюс электричество), чтобы, в случае неисправности фотоэлементов или малой величины заряда, можно было подзарядиться от обычной электросети.

При выходе солнечных батарей из строя или в отсутствие достаточной освещённости к месту постоянной парковки можно доехать на резервном аккумуляторе, который используется только в случае крайней необходимости.

Главной визуальной особенностью, ну и само собой, отличительной чертой является причудливый кузов автомобиля. В подавляющем большинстве гелиомобили могут напомнить крыло самолёта или же вовсе космический корабль, что связано, непосред-

ственно с применением технологий из отрасли космических технологий результатом чего является хорошая обтекаемость и отличная аэродинамика.

Форма традиционного гелиомобиля – это плоский и продолговатый корпус, на котором закреплены подвижно относительно друг друга панели солнечных батарей и всё ради того, чтобы увеличить площадь, на которой могут располагаться фотоэлементы, добиваясь при этом минимальной массы.

Фактически все научные статьи базируются на сухой критике гелиомобилей и никаким образом не рассматривают их возможные перспективы, как основных средств передвижения и потому стоит соотнести преимущества и недостатки данного средства передвижения.

Преимущества гелиомобилей: экологичность; снижение расхода топлива; бесплатная доступная электроэнергия; полное отсутствие потребности в сети АЗС; срок службы; использования электродвигателя в качестве генератора электрического тока, для пополнения заряда аккумуляторов, при этом электродвигатель вызывает активное сопротивление, и торможение автомобиля; хорошие ходовые характеристики, увеличение дальности пробега за счёт сокращения числа заездов на заправочные станции, меньший износ тормозных колодок.

К недостаткам гелиомобилей можно отнести: низкий КПД; проблемы с передвижением в ночное время и пасмурную погоду; цена фотоэлементов; низкая производительность фотоэлементов; большие габариты; пониженный комфорт; высокая стоимость покупки гелиомобиля по сравнению с традиционными автомобилями с ДВС; накопительные батареи обладают небольшим диапазоном рабочих температур, подвержены саморазряду и дорогие в ремонте.

## **ВЫВОДЫ**

Бесспорно, существует множество проблем для развития такого вида транспорта, но, тем не менее, все эти вопросы вполне решаемы.

Солнцемобилям присущи конструкционные недостатки, делающие данный продукт невостребованным. Учёные и инженеры упорно трудятся для развития этого вида транспорта, поскольку они работают на принципе, который наравне с воздухом необходим нашей планете – на солнечной энергии, которая является возобновляемой и бесконечной, по сравнению с другими источниками энергии, ведь пока есть солнечный свет – есть и жизнь на Земле.

И конечно, основной недостаток указанных автомобилей – цена. Поэтому, чтобы увеличить заинтересованность потребителей в приобретении данных автомобилей, необходима поддержка покупателей со стороны государства.

Но, несмотря на все описанные выше проблемы, можно уже сейчас утверждать, что за гелиомобилями – экологически чистое будущее нашей планеты.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Estimation of the Effects of Auxiliary Electrical Loads on Hybrid Electric Vehicle Fuel Economy / [Rhodes K., Kok D., Sohoni P., et al]. – SAE Technical Paper 2017-01-1155. –2017.
2. The History of Solar Car Racing [Electronic resource] / Solar Car Racing. – Access mode: <http://www.solarcarchallenge.org/challenge/history.shtml>.
3. World Solar Challenge 2017 [Electronic resource] – Access mode: <https://www.worldsolarchallenge.org/dashboard/galleries>.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ОТРИМАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ З ВТОРИННИХ РЕСУРСІВ**

**Куліш О.А.<sup>1</sup>, Тарасова В.В.<sup>1</sup>, Ghazwan Al-Haji<sup>2</sup>, Kenneth Asp<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Харківський національний університет Повітряних сил імені Івана Кожедуба, Інститут цивільної авіації, Україна, <sup>2</sup>Університет Лінчепінг, Швеція

### **ВСТУП**

Вторинні енергетичні ресурси (ВЕР) теплові відходи, що утворюються в техніці і побуті при роботі технологічних виробництв промислових підприємств, комунальних, побутових, житлових та інших об'єктів, Також це джерела тепла при видобутку корисних копалин, геотермальні води, гарячі мінеральні джерела, спалювання попутного газу при нафтовидобутку, що видобувається тощо. ВЕР використовуються в теплових насосах як джерело тепла. ВЕР та його раціональне використання є одним з найбільших резервів зниження паливо та енергоємності промислової продукції.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Перевага ВЕР у тому, що їх можна використати без зміни виду енергоносія (для забезпечення потреб в тепловій енергії та паливі) або з його зміною при генерації теплової та електроенергії, холоду або різного роду механічної роботи у різноманітного типу пристроях та установках.

ВЕР утворюється в технологічному обладнанні та процесах при його експлуатації (зона А, рис. 1), у яких одну частину підведеної енергії безпосередньо використовують, а другу частину ділять на три складові: перша (основна) потік – ВЕР; друга – потік енергії, що застосовується для забезпечення внутрішніх процесів (регенерації, підігріву робочого тіла тощо); третій – це втрати енергії в навколишнє середовище відповідно до фундаментальних законів фізики.

У зоні А використання всіх енергоресурсів відбувається в межах самого пристрою (агрегату, технічної системи). При розгляданні ефективності роботи агрегату тільки в зоні А, то можна зазначити, що ВЕР у цьому випадку відноситься до втрат і значною мірою впливають на значення ККД системи (пристрою). Отже, актуальним є завдання - використання ВЕР у великих обсягах для підвищення ефективності технічної системи чи пристрою в цілому.

Зони Б (рис. 1) характеризується двома шляхами використання ВЕР: перший – безпосередньо у самих процесах, що непов'язані з технологічною роботою агрегатів, де утворюються ВЕР (зона А); другий – використання спеціальних утилізаційних установок (УУ). У другому випадку ВЕР виступає, як головне джерело підведеної енергії. Це дає змогу виробляти кінцевий продукт. Отже сумарний потік ВЕР, який протікає із зони А в зону Б, розділяється на дві складові. Першу складову ВЕР можна використовувати в самих технічних системах чи пристроях; другий – спрямовують до УУ, де його використовують за призначенням у трансформованому виді.

Якщо розглядати однакові початкові умови, то ефективність використання першої складової потоку вища. Використання УУ, в якій виникають власні втрати енергії, пов'язані з відведенням теплової енергії в навколишнє середовище, що обумовлено термодинамічними процесами, знижує ефективність другої складової потоку.

Застосування ВЕР (будь яким способом) у зоні Б – це утилізація, економічна доцільність якої визначається економічними розрахунками. Основним критерієм доцільності використання першого або другого складового потоків ВЕР є збільшення доходів, що перевищують витрати при функціонування обладнання.

Паливні ВЕР потрібно застосовувати як паливо повністю. Об'єм використання вторинних енергетичних ресурсів, що утилізуються з перетворенням енергоносія, можуть корелюватися можливим виробленням електроенергії в УУ.

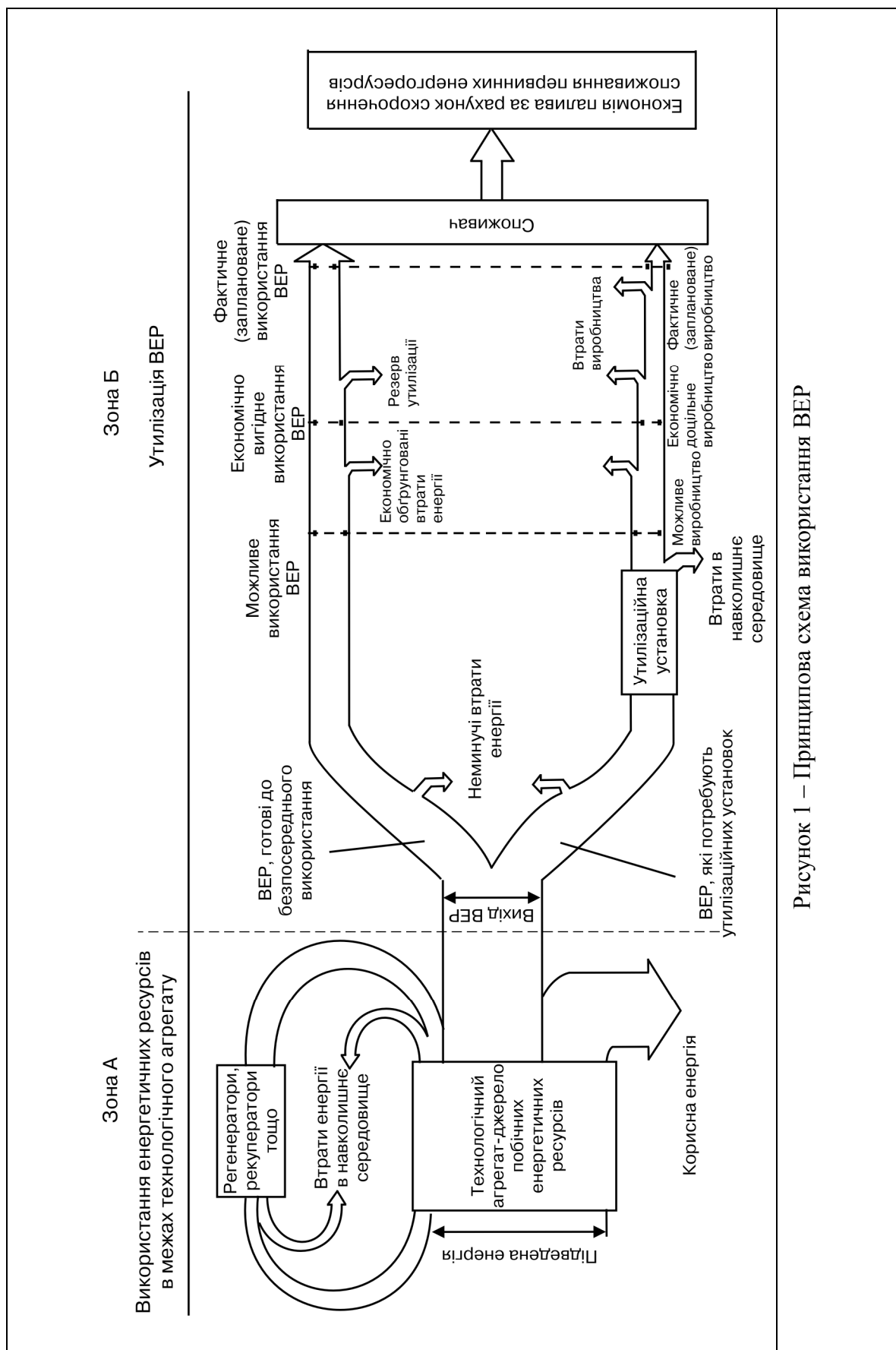


Рисунок 1 – Принципова схема використання ВЕР

Можливу кількість утилізованої теплоти для виробництва водяної пари або гарячої води в УУ за рахунок теплових ВЕР визначають за формулою

$$Q_T = G(h_1 - h_2)\beta(1 - \xi),$$

а для виробництва холоду так:

$$Q_x = Q_T \varepsilon,$$

де  $G$  – витрата енергоносія ВЕР в УУ;

$h_1$  і  $h_2$  – ентальпія енергоносія відповідно на вході і виході з УУ;

$\beta$  – коефіцієнт, що враховує невідповідність режиму і кількості годин роботи УУ та агрегату – джерела ВЕР;

$\xi$  – коефіцієнт втрат теплоти УУ в зовнішнє середовище;

$\varepsilon$  – холодильний коефіцієнт.

Можливу кількість електроенергії в утилізаційній турбіні за рахунок ВЕР у вигляді надлишкового тиску визначають за формулою

$$W = G \cdot \tau \cdot l \cdot \eta_{vi} \cdot \eta_m \cdot \eta_g,$$

де  $G$  – витрата енергоносія (рідини або газу, які мають надлишковий тиск);

$\tau$  – кількість годин роботи агрегату – джерела ВЕР в розглядуваний період;

$l$  – робота ізоентропійного розширення енергоносія;

$\eta_{vi}$  – внутрішній відносний ККД турбіни;

$\eta_m$  – механічний ККД турбіни;

$\eta_g$  – ККД електрогенератора.

Економічна ефективність використання ВЕР визначається значенням зведених витрат на систему енергопостачання, енергетичну установку або агрегат:

$$B = C + E_n K,$$

де  $B$  – зведені витрати, грн/рік;

$C$  – річні експлуатаційні витрати (собівартість), грн/рік;

$E_n$  – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень, який для енергетичної галузі дорівнює  $0,12 \text{ рік}^{-1}$ ;

$K$  – капіталовкладення, грн.

## ЛІТЕРАТУРА

1. В. Е. Шестеренко. Системи електроспоживання та електропостачання промислових підприємств. – Вінниця, “Нова книга”, 2004. – 602с.
2. В. А. Малярєнко. Енергетичні установки. Загальний курс. Харків ХНАМГ. – 2007.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ ТРАНСФОРМАТОРІВ**

**Мамедова С.Т., Тарасова В.В.**

Харківський національний університет Повітряних сил імені Івана Кожедуба,  
Інститут цивільної авіації, Україна

### **ВСТУП**

Електрична енергія, що втрачається в трансформаторі при його роботі, виділяється у вигляді тепла в обмотках, магнітопроводі, деталях конструкції і в інших частинах трансформатора. При цьому трансформатор нагрівається, і температура його окремих частин може перевищити допустиму температуру.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Металеві частини трансформатора можуть без пошкодження тривалий час витримувати досить високі температури, а ізоляція трансформатора і, зокрема, ізоляція обмотувальних проводів не може. Встановлено, що електрична міцність паперової ізоляції, яка в сучасних масляних трансформаторах грає основну роль, не знижується до тих пір, поки зберігається її механічна міцність. При роботі трансформатора паперова ізоляція поступово зношується, старіє. Старіння ізоляції супроводжується зменшенням її еластичності і механічної міцності. Причому чим вище температура обмоток, тим інтенсивніше відбувається старіння ізоляції.

Сильно постаріла ізоляція стає настільки нееластичною і крихкою, що під впливом вібрацій і динамічних зусиль, наявних в трансформаторі, починає розтріскуватися і ламатися, механічно пошкоджується. Наслідком цього може бути різке зниження електричної міцності, пробій і пошкодження трансформатора. Час, протягом якого ізоляція зношується настільки, що стає непридатною до подальшої роботи, залежить від температури її нагрівання. Зі збільшенням температури при інших рівних умовах термін служби трансформатора зменшується.

При роботі трансформатора обмотувальні дроти, сталеві пластини магнітопроводу і різні металеві деталі конструкції нагріваються і внаслідок цього є постійними джерелами теплової енергії. Тому в магнітопроводі і обмотках відбувається постійний процес передачі тепла від більш нагрітих внутрішніх частин до зовнішніх поверхнях, які віддають тепло. З огляду на це, трансформатори будують таким чином, щоб розміри зовнішніх поверхонь були достатні для відводу тепла.

У трансформаторах потужністю в кілька кіловольт-ампер поверхню охолодження обмоток і магнітопроводу достатня для відводу тієї невеликої кількості тепла, яке виділяється при їх роботі. Трансформатори малої потужності охолоджуються в оточуючому більш холодному повітрі шляхом природного випромінювання тепла. Ніяких спеціальних пристроїв для охолодження не передбачається. Такі трансформатори називають сухими.

У міру збільшення потужності втрати в трансформаторі зростають, причому вони ростуть пропорційно його масі, тобто приблизно пропорційно кубу його лінійних розмірів. У той же час поверхня охолодження зростає пропорційно квадрату лінійних розмірів, тобто втрати в трансформаторі збільшуються швидше, ніж поверхня, що відводить тепло.

Починаючи з якоїсь певної потужності, цієї поверхні виявляється недостатньо і доводиться між частинами обмоток, котушками, секціями робити спеціальні канали, збільшуючи омивається повітрям поверхню охолодження. Однак і таке збільшення виявляється достатнім тільки для трансформаторів потужністю 630 – 1000 кВА. При великих потужностях доводиться робити спеціальні обдувні установки для збільшення тепловіддачі сухих трансформаторів.

Більш дієвим засобом для відводу тепла трансформатора є застосування мінерального (трансформаторного) масла. Трансформатор занурюють в наповнений маслом сталевий бак. Шари масла, безпосередньо стикаються з обмоткою і магнітопроводом, нагріва-

ються, і нагріті частинки, маючи меншу щільність, піднімаються вгору; їх місце займають надходять знизу більш холодні частинки масла. Піднялися вгору нагріті частинки масла стикаються зі стінками і кришкою бака і віддають їм своє тепло, розсіює потім в навколишнє повітря. Охолодити частинки масла опускаються вниз, а їх місце займають інші, нагріті частинки. Таким чином, в баку відбувається безперервний процес нагрівання та охолодження масла, що циркулює потік якого є як би переносником тепла від нагрітих частин трансформатора до стінок бака. Звичайно, температура масла не залишається однаковою по висоті бака: внизу вона найнижча, в середині бака середня, а верхні шари масла нагріті до найбільшої температури.

Застосування трансформаторного масла в виді теплопередаючого середовища дуже ефективно. За досвідченими даними тепловіддача від одиниці поверхні при масляному охолодженні в 6 ... 8 разів більше, ніж при віддачі тепла безпосередньо повітря. При масляному охолодженні поверхні обмоток і магнітопроводу можна зробити значно меншими, ніж у такого ж по потужності сухого трансформатора з повітряним охолодженням.

Однак поверхня бака, з якого тепло відводиться в повітря, повинна бути при цьому досить великий, інакше температура масла стане вище допустимої. Таким чином, у масляних трансформаторів для поліпшення охолодження треба підбирати бак трансформатора з досить великою поверхнею.

Існує кілька способів примусового охолодження трансформаторів:

- природне повітряне;
- природне масляне охолодження;
- масляне охолодження з дуттям;
- масляне охолодження з дуттям і примусової циркуляцією масла;
- масляне-водяне охолодження

## **ВИСНОВОК**

Система зовнішнього охолодження включає маслоохолоджувачі, фільтри, насоси, вентилятори та інше устаткування, розташоване зовні трансформатора. За роботою цього обладнання ведеться систематичний експлуатаційний нагляд.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. В.Е. Шестеренко Системи електроспоживання та електропостачання промислових підприємств – Вінниця «Нова книга». 2004, - 658 с.
2. С.М. Новічок, В.В. Тарасова, В.М. Комаров. Основи енергозбереження. Навчально - методичний посібник для студентів заочного навчання. ХУПС, 2004. – 224 с.
3. Б.А. Князевский, Б.Ю. Липкин. Электроснабжение промышленных предприятий. Узд. 2 – ое, перераб. и доп. – Москва. Высш. шк. 1999, – 431 с.
4. Электротехническое оборудование и электроснабжение промышленных предприятий (под ред. Б. Н. Голубкова.) М. : Энергия, 1989. – 420 с.

## ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ГІБРИДНОЇ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ TOYOTA PRIUS

Марченко А.В., Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

### ВСТУП

Toyota Prius – середньо розмірний гібридний автомобіль, що виробляється на заводах Японії і Китаю по послідовно-паралельній гібридній технології. Гібридна силова установка автомобіля Toyota Prius заснована на основі ексклюзивної технології Hybrid Synergy Drive та синергетично об'єднує потужності двигуна внутрішнього згоряння та електричного привода, який отримує живлення від високовольтих тягових акумуляторних батарей (ТАБ). Для дослідження був використаний автомобіль Toyota Prius, що знаходиться на кафедрі автомобільної електроніки ХНАДУ

**Результати досліджень.** Мета дослідження – визначення переваг та недоліків гібридних транспортних засобів на прикладі гібридної силової установки Hybrid Synergy Drive Toyota Prius. Ці дослідження потрібні для подальшого удосконалення гібридної силової установки, що розробляється на кафедрі автомобільної електроніки ХНАДУ, для автомобіля ЗАЗ Ланос Пікап [1-3].

Дослідження компонентів гібридних силових установок проведемо на прикладі цієї системи, яка має високу ефективність в порівнянні з іншими серійними силовими установками (таблиця).

Таблиця – Порівняльна енергетична ефективність силових установок

| Автомобілі з різними типами силових установок | ККД енергоносіїв (джерело – бак / ТАБ), % | ККД автомобіля (бак / ТАБ – колесо), % | ККД (джерело – колесо), % |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------|
| Сучасні автомобілі з ДВЗ                      | 88                                        | 16                                     | 14                        |
| Toyota Prius                                  | 88                                        | 32                                     | 28                        |
| Toyota Prius II                               | 88                                        | 37                                     | 32                        |
| Toyota Prius PHV                              | 88                                        | 44                                     | 38                        |
| Електромобілі                                 | 83                                        | 68                                     | 54                        |

Toyota Hybrid System складається з економічного ДВЗ, що працює по циклу Аткінсона, тягового електродвигуна, стартер-генератора, джерела енергії, планетарного механізму, який розподіляє і поєднує потоки потужності від ДВЗ, електричного двигуна і генератора та передає рушійну силу через понижувальну передачу на приводний вал. Система керування, залежно від умов руху, автоматично визначає підключення кожного з тягових двигунів та ступінь участі кожного з них. Обидва двигуна (або кожний окремо) обертають через редуктор передні ведучі колеса.

Встановлений за двигуном внутрішнього згоряння планетарний механізм розділяє потік потужності на дві гілки: одна йде до редуктора головної передачі, інша – до електричного генератора змінного струму, який заряджає через перетворювач напруги високовольтну ТАБ. Крім цього, від генератора при необхідності поступає енергія (через перетворювач напруги) в тяговий електричний двигун, який використовується в режимах, при яких ДВЗ має низький ККД. В таких режимах ДВЗ відключається, і автомобіль здійснює рух тільки на електротязі. В решті випадків ДВЗ налаштовується на економічний режим роботи, при якому механічна енергія перетворюється генератором в електричну енергію для живлення тягового електричного двигуна і заряду ТАБ. Також досягнута висока ефективність регенерації енергії під час скидання оборотів ДВЗ і гальмування.

Для збільшення ефективності система Toyota Hybrid System отримала коло високої напруги (до 650 В), що дозволяє зменшити масово-габаритні характеристики електричної трансмісії. Підвищення напруги живлення дозволило застосовувати електричний двигун вели-

кої потужності, і при цьому майже удвічі зменшити струм, що означає зменшення теплових втрат в 4 рази.

Аналіз та дослідження гібридного транспортного засобу Toyota Prius показав основні його переваги в порівнянні зі звичайним автомобілем:

- висока економічність, яка отримана за рахунок режиму електромобіля та за рахунок синергетичного використання електричного двигуна та економічного ДВЗ, що працює по циклу Аткінсона;

- задовільні динамічні характеристики;

- низький рівень забруднення атмосфери (у порівнянні з традиційним автомобілем Prius викидає в атмосферу на 85 % менше незгорілих вуглеводнів  $C_nH_m$  і окислів азоту  $NO_x$ );

- низький рівень шуму;

- низький аеродинамічний опір;

- наявність двох незалежних систем гальмування – гідравлічної та рекуперативної.

Аналіз гібридного автомобіля Toyota Prius виявив деякі його недоліки:

- більш висока ціна, ніж у звичайних автомобілів того ж класу. У багатьох країнах, однак, висока ціна частково компенсується податковими пільгами. Крім того, різницю в цінах частково або повністю компенсує економія бензину;

- при низьких температурах погіршуються властивості ТАБ;

- в холодну пору року переваги гібридного приводу можуть зменшуватися за рахунок того, що ДВЗ працює майже завжди, виробляючи енергію для обігріву салону. Традиційні автомобілі обігрівають салон, відбираючи тепло з системи охолодження, яка при непрацюючому двигуні остигає за кілька десятків хвилин;

- невисока ефективність рекуперативного гальмування;

- автомобіль не рекомендується залишати без руху на строк більше 3 місяців через можливу розрядку акумуляторних батарей;

- висока динаміка досяжна лише на малих швидкостях, так як при високих швидкостях все навантаження припадає на малопотужний двигун внутрішнього згоряння;

- безшумність автомобіля може бути небезпечною для сліпих або неуважних пішоходів;

- мала кількість фахівців з ремонту і автосервісів, які ремонтують гібридні автомобілі.

## **ВИСНОВКИ**

Таким чином, проведено порівняння енергетичної ефективності різних типів силових установок транспортних засобів з ДВЗ, гібридними установками, електроприводом та визначені переваги та недоліки гібридних транспортних засобів на прикладі гібридної силових установки Toyota Prius.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Гібридні автомобілі / [Бажинов О.В., Смирнов О.П., Серіков С.А. та ін.]. – Х.: ХНАДУ, 2008. – 327 с. Посилання на електронну версію: <http://files.khadi.kharkov.ua/mekhatroniki-transportnikh-zasobiv/avtomobilnoji-elektroniki/item/6155-gibridnye-avtomobili-monografiya.html>.

2. Smyrnov O. Experimental research of power characteristics car TOYOTA Prius in the mode electromobile [Електронний ресурс] / O. Smyrnov, S. Klymenko // Автомобіль і електроніка. Сучасні технології: електронне наукове спеціалізоване видання. – 2014. – № 6. – С. 94–96. – ISSN 2226-9266 – Режим доступу к джерелу: [http://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P\\_SIS/AE14\\_1/14soptme.pdf](http://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_SIS/AE14_1/14soptme.pdf).

3. Синергетичний автомобіль. Теорія і практика / [Бажинов О.В., Смирнов О.П., Серіков С.А., Двадненко В.Я.]. – Х.: ХНАДУ, 2011. – 236 с. Посилання на електронну версію: <http://files.khadi.kharkov.ua/mekhatroniki-transportnikh-zasobiv/avtomobilnoji-elektroniki/item/6156-synerhetychnyi-avtomobil-teoriia-i-praktyka.html>.

## **ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**

**Рудаков А.О.** Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

### **ВСТУП**

Альтернативою традиційного автомобіля з двигуном внутрішнього згоряння (ДВЗ) у найближчій часі стане екологічно чистий автомобіль з нульовими викидами шкідливих речовин (Zero Emission Vehicle). Аналіз напрямів розвитку екологічно чистого автобудування показав, що існує декілька підходів до створення екологічно чистого автомобіля. Найбільш розповсюдженими автомобілями з електричним приводом є гібридні автомобілі та електромобілі. На сьогоднішній час серійно випускаються сотні найменувань гібридних транспортних засобів та електромобілів.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Мета дослідження – визначення перспективних напрямів розвитку електричних транспортних засобів. Ці дослідження потрібні для подальшого удосконалення електромобілів та гібридних транспортних засобів [1].

Кількість транспортних засобів з електричним приводом у всьому світі в 2017 році досягла 3,1 млн. Це на 57 % більше, ніж в минулому році, повідомляється в доповіді Міжнародного енергетичного агентства (МЕА) [2].

Переважає більшість електричних транспортних засобів транспорту (40 % від загальної кількості) зосереджено в Китаї. Наприклад, в Китаї розробляється та експлуатуються 99 % електричних автобусів та двоколісного транспорту. Найбільш динамічним ринком електричних транспортних засобів є Норвегія: у 2017 році частка електромобілів склала 39 % від загального числа автомобілів, що були продані. На другому місці Ісландія (11,7% проданих електромобілів від загальної кількості продажів автомобілів) і Швеція (6,3%) [3].

Високі споживчі переваги електричних транспортних засобів визначаються високим коефіцієнтом корисної дії сучасних електричних силових установок (тягових електродвигунів (90...95 %) та систем керування (85...90 %)), крім того при початку руху електромобіля тяговий електричний двигун використовує свій максимальний момент. Проведемо аналіз основних переваг автомобілів з електроприводом:

- відсутність шкідливих вихлопів від силової установки;
- невисока складність конструкції, що при масовому виробництві електромобілів, може знизити його вартість;
- невисокий об'єм та маса електродвигуна та системи керування в порівнянні з ДВЗ;
- надійність і довговічність енергоустановки, яка не потребує технічного обслуговування та технічного огляду;
- можливість зарядки від побутової електричної мережі, тому електромобіль – єдиний варіант застосування відносно недорогої електричної енергії (у порівнянні з бензином, дизельним паливом або газом). Цей факт відрізняє електромобіль невисокою собівартістю експлуатації;
- прогрес у розвитку акумуляторних батарей підвищує гарантії виробника на літій-іонні акумуляторні батареї до 8...10 років експлуатації або до 80...100 тис. км пробігу;
- перехід на електротранспорт може допомогти в рішенні проблеми “енергетичного піку” за рахунок підзарядки тягових акумуляторних батарей у нічний час, та віддачі в мережу електричної енергії в день, якщо електромобіль не використовується, але для цього потрібні спеціальні лічильники електричної енергії;
- низький рівень шуму при русі автомобіля;
- висока плавність ходу із широким інтервалом зміни частоти обертання електродвигуна (коробка переключення передач практично не застосовується);
- можливість підзарядки джерел енергії під час рекуперативного гальмування автомобіля.

Бюро автомобільних технологій США (VTO), що входить до Міністерства енергетики США (DOE), спільно з іншими зацікавленими організаціями розробило ґрунтовну програму з розвитку електричних транспортних засобів [4].

Програма Міністерства енергетики США включає короткострокові та довгострокові заходи, метою яких є:

- зниження вартості батарей з \$ 500 за кВт·год до \$ 125 за кВт·год;
- зниження маси електромобілів на 30 % за рахунок застосування легких матеріалів та підвищення енергоємності тягових акумуляторних батарей;
- зниження вартості систем електричного приводу з \$ 30 за кВт до \$ 8 за кВт.

Для виконання Програми були розроблені основні напрямки розвитку електричних транспортних засобів:

- розробка недорогого та високоміцного алюмінієвого сплаву з межею міцності на розтягування більше 600 МПа, з більш ніж 8 % подовженням до руйнування, з температурою обробки не більше 225 °C і вартістю до \$ 4,4 кг;

- розробка композитних вуглецевих матеріалів для легких транспортних засобів з метою зниження маси кузова не менше, ніж на 35 % при одночасному зниженні ціни не менш, ніж на \$ 4,4 за кг. Для деталей шасі планується досягти зниження ваги не менше, ніж на 25 % при зниженні вартості не менше, ніж на \$ 4,3 за кг;

- розробка нових типів акумуляторних батарей. В даний час літій-іонна технологія виготовлення батарей є ключовою, тому зусилля дослідників будуть спрямовані на вдосконалення більш перспективних літій-сірчаних і літій-повітряних акумуляторів, які дозволяють значно скоротити витрати і підвищити щільність енергії;

- комерціалізація розробок в області силової електроніки з використанням WBG (wideband gap) напівпровідників. Ці нові матеріали на основі карбіду кремнію (SiC), нітриду галію (GaN) і алмазу покликані замінити традиційний кремній. Вони мають більш високу температурну і хімічну стабільність і теплопровідність, що дозволяє створювати пристрої менших розмірів, з більшою потужністю і з меншими потребами охолодження. Застосування WBG напівпровідників в інверторах, перетворювачах і зарядних пристроях дозволяє знизити їх вартість і підвищити продуктивність. Конкретні цілі, які планується досягти – це зниження вартості до \$ 3,3 за кВт, підвищення питомої потужності до 14,1 кВт/кг, густини потужності до 13,4 кВт/л і ККД не менше 94 %;

- підвищення ефективності шин. Завдання полягає в зниженні витрат палива легкових і комерційних автомобілів не менше ніж на 4 % за рахунок поліпшення характеристик шин;

- розробка поліпшеного енергозберігаючого клімат-контролю, що знижує додаткове навантаження. Обігрів, охолодження і інші функції комфорту істотно впливають на реальну дальність пробігу електромобілів.

**Висновки.** Таким чином, визначені перспективні напрями розвитку електричних транспортних засобів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Синергетичний автомобіль. Теорія і практика / [Бажинов О.В., Смирнов О.П., Серіков С.А., Двадненко В.Я.]. – Х.: ХНАДУ, 2011. – 236 с. Посилання на електронну версію: <http://files.khadi.kharkov.ua/mekhatroniki-transportnikh-zasobiv/avtomobilnoji-elektroniki/item/6156-synerhetychnyi-avtomobil-teoriia-i-praktyka.html>.

2. Кількість електромобілів у світі може збільшитися до 13 млн. Посилання на електронну версію: <https://tesla-club.com.ua/news/us/kilkist-elektromobiliv-u-sviti-mozhe-zbilshitisa-do-13-mln>.

3. Global electric car sales up in 2017, Norway has highest market share: IEA. Посилання на електронну версію: <https://www.thelocal.no/20180531/global-electric-car-sales-up-in-2017-norway-has-highest-market-share-iea>

4. Energy Management Program Service (EMPS). Посилання на електронну версію: <https://www.energy.va.gov/environment/>

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ГІБРИДНОЇ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ**

**Смирнов О.П.<sup>1</sup>, Кузьмук М.С.<sup>1</sup>, Какубава Реваз<sup>2</sup>**

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

<sup>2</sup>Грузинський технічний університет, Грузія

### **ВСТУП**

Вичерпання енергетичних ресурсів природи та глобальне потепління та забруднення навколишнього середовища пов'язане з постійним ростом парку автомобілів. Тому дослідження гібридних силових установок з метою підвищення їх енергоефективності є актуальною проблемою [1-3]. У зв'язку із цим провідні виробники автомобільних транспортних засобів прийняли концепцію створення екологічно чистого автомобілебудування у два етапи. На першому етапі планується розробка та виробництво гібридних транспортних засобів, на другій стадії – електромобілів.

У теперішній час низка виробників автомобілів ведуть роботу зі створення транспортних засобів, що застосовують гібридні силові установки, до складу яких входять двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ), електричний двигун і акумулятор енергії. Застосування цього накопичувача електричної енергії дозволяє забезпечити роботу силовій установки у незалежності від режиму руху автомобіля й тим самим забезпечити роботу ДВЗ на його самих ефективних режимах. Цій напрямку одержав останнім часом досить інтенсивний розвиток і поступово захоплює автомобільний ринок. Проте при значному ступені вивченості такого типу енергетичних установок, у теперішній час ще не розкриті всі потенційні можливості таких інженерних рішень. Тому ця проблема у теперішній час є актуальною й до кінця не вирішеними. Дослідження проведені на базі гібридної силовій установки автомобіля Toyota Prius, який знаходиться на кафедрі автомобільної електроніки ХНАДУ.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Метою дослідження є аналіз та дослідження енергетичної ефективності гібридної силовій установки, яка проведена на прикладі гібридної силовій установки Hybrid Synergy Drive автомобіля Toyota Prius. Силова установка автомобіля Toyota Prius використовує два джерела механічної енергії – бензиновий двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ) потужністю 57 кВт і електричний двигун, що отримує живлення від високовольтних акумуляторних батарей (ТАБ), що здатний розвивати максимальну потужність 50 кВт. Об'єднання цих двох незалежних джерел підвищує паливну економічність і зменшення шкідливих викидів в порівнянні зі звичайними автомобілями. Це досягається наступними енергозберігаючими властивостями гібридної силовій установки Hybrid Synergy Drive автомобіля Toyota Prius:

- зменшення втрат бензину досягається за рахунок відключення ДВЗ;
- використання кінетичної та потенційної енергії при сповільненні і гальмуванні автомобіля, яка зазвичай втрачається, перетворюючись у теплову енергію гальмівних колодок. Генератор і електричний двигун при цьому перетворює механічну енергію в електричну, яка потім використовується для руху автомобіля;
- система електричного приводу керується так, що при максимальних швидкостях автомобіля використовуються найбільш ефективні режими роботи ДВЗ;
- додаткова потужність від електричного двигуна використовується в процесі пришвидшення, коли ефективність ДВЗ невисока;
- оптимальна енергетична ефективність транспортного засобу досягається за рахунок використання електричного двигуна, який керує автомобілем коли ефективність ДВЗ низька.

Силовая установка Hybrid Synergy Drive автомобіля Toyota Prius – це трансмісія, що складається з електричного двигуна, генераторної установки і тягової акумуляторної бата-

реї. Основні складові гібридної силової установки автомобіля Toyota Prius зображені на рисунку. Механізм автоматичного розподілу потужності (планетарна передача) розподіляє потужність ДВЗ на два потоки. Частина механічної енергії ДВЗ передається на колеса транспортного засобу безпосередньо через механічну передачу. Друга частина механічної енергії ДВЗ перетворюється в електричну за допомогою генераторної установки. Електрична енергія прямує до електричного двигуна чи для зарядки високовольтної тягової акумуляторної батареї (ТАБ). При такому використанні механічної та електричної енергії немає необхідності в використанні зовнішнього джерела для зарядки ТАБ. Механізм розподілу потужності дозволяє ДВЗ функціонувати в його найефективніших режимах роботи, незалежно від швидкості автомобіля, віддаючи потужність для обертання коліс і водночас обертаючи ротор генератора.

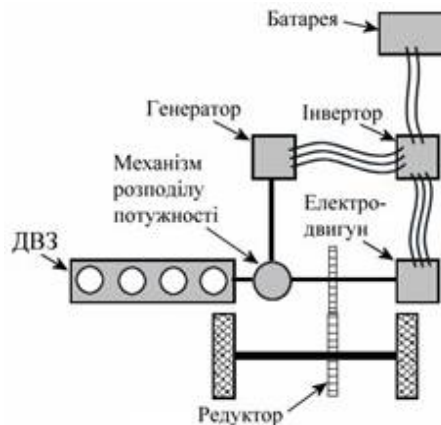


Рисунок 1 – Гібридна силова установка

При русі автомобіля Toyota Prius гібридна силова установка працює в різних експлуатаційних режимах:

- якщо енергоефективність ДВЗ невисока (при пуску, малих швидкостях), потужність підводиться від електричного двигуна, що використовує енергію збережену в ТАБ;
- якщо енергоефективність ДВЗ оптимальна, то частина механічної енергії з механізму розподілу потужності поступає для обертання коліс, а друга частина на генераторну установку для заряду тягової акумуляторної батареї;
- якщо автомобіль прискорюється, то необхідна додаткова потужність поступає з електричного двигуна, що отримує живлення від ТАБ і генераторної установки;
- якщо автомобіль сповільнюється або гальмує, то електричний двигун працює як генератор, що дозволяє перетворювати кінетичну та потенційну енергію автомобіля в електричну енергію, яка зберігається в батареї;
- якщо необхідно, то генераторна установка заряджає ТАБ для підтримання достатніх запасів енергії;
- якщо транспортний засіб не рухається та ДВЗ працює на неоптимальних режимах навантаження при невисокій швидкості, ДВЗ автоматично вимикається.

## ВИСНОВКИ

У процесі дослідження проведено дослідження гібридної силової установки на прикладі гібридної силової установки автомобіля Toyota Prius. Гібридна силова установка забезпечує роботу ДВЗ та електричного двигуна на режимах їх найбільшої ефективності.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Гібридні автомобілі / [Бажинов О.В., Смирнов О.П., Серіков С.А. та ін.]. – Х.: ХНАДУ, 2008. – 327 с. Посилання на електронну версію: <http://files.khadi.kharkov.ua/mekhatroniki-transportnikh-zasobiv/avtomobilnoji-elektroniki/item/6155-gibridnye-avtomobili-monografiya.html>.

2. Smyrnov O. Experimental research of power characteristics car TOYOTA Prius in the mode electromobile [Електронний ресурс] / O. Smyrnov, S. Klymenko // Автомобіль і електроніка. Сучасні технології: електронне наукове спеціалізоване видання. – 2014. – № 6. – С. 94–96. – ISSN 2226-9266 – Режим доступу к джерелу: [http://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P\\_SIS/AE14\\_1/14soptme.pdf](http://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_SIS/AE14_1/14soptme.pdf).
3. Синергетичний автомобіль. Теорія і практика / [Бажинов О.В., Смирнов О.П., Серіков С.А., Двадненко В.Я.]. – Х.: ХНАДУ, 2011. – 236 с. Посилання на електронну версію: <http://files.khadi.kharkov.ua/mekhatroniki-transportnikh-zasobiv/avtomobilnoji-elektroniki/item/6156-synerhetychnyi-avtomobil-teoriiia-i-praktyka.html>.

## **АНАЛІЗ СТАНУ ТА ЗАСОБІВ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В УКРАЇНІ**

**Темнова А.О.<sup>1</sup>, Мякушко Ю.О.<sup>1</sup>, Тарасова В.В.<sup>1</sup>,  
Aleksander Śladkowski<sup>2</sup>, Grzegorz Kubica<sup>2</sup>, Mirosław Witaszek<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Харківський національний університет Повітряних сил імені Івана Кожедуба, Інститут цивільної авіації, Україна, <sup>2</sup>Сілезький технологічний університет, Польща

### **ВСТУП**

Рівень розвитку енергетики має вирішальний вплив на стан економіки в державі, вирішення проблем соціальної сфери та рівень життя людини.

Метою соціальної держави, якою відповідно до Конституції є Україна, має бути всебічне забезпечення добробуту громадян. Однією із найважливіших складових добробуту у цивілізованих державах є забезпечення громадян теплом та електроенергією. Конституцією України передбачено право громадян на їх достатній життєвий рівень та безпечне для життя і здоров'я довкілля, що зобов'язує державу створити відповідні умови для розвитку економіки. Запорукою реалізації цих завдань має стати повне, надійне та екологічно безпечне задоволення потреб населення і суспільного виробництва в енергетичних продуктах.

Замість завдань енергозабезпечення кількісного розвитку, яким економіка України слідувала достатньо довго, енергетика повинна перейти на енергозабезпечення сталого розвитку економіки, на що орієнтовані сьогодні розвинуті країни світу.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Україна відноситься до енергодефіцитних країн, яка задовольняє свої потреби в паливно-енергетичних ресурсах (ПЕР) за рахунок власного їх видобутку менш, ніж на 50 %.

Основні стратегічні напрямки підвищення енергоефективності та реалізації потенціалу енергозбереження полягають в структурно-технологічній перебудові економіки країни та в створенні нормативних, нормативно-правових та економічних механізмів, що сприяють підвищенню енергоефективності та енергозбереженню.

До основних напрямків підвищення ефективності систем електроживлення споживачів відносяться:

- забезпечення відповідної надійності електроживлення;
- впровадження сучасних засобів обліку електричної енергії: цифрових лічильників, автоматизованих систем обліку;
- використання сучасного устаткування релейного захисту та автоматики;
- зниження втрат напруги в лініях електропостачання, заміна повітряних ліній на кабельні, використання при цьому сучасних матеріалів (наприклад, кабелів зі сшитого поліетилену, які виробляє завод «Южкабель»);
- використання сучасного електричного обладнання для внутрібудинкових мереж, для районних трансформаторних підстанцій;
- забезпечення найбільш ефективних режимів роботи електричного устаткування: виключення режимів холостого ходу та недовантаження трансформаторів, асинхронних двигунів водопостачальних насосів, підвищення коефіцієнта потужності електричних мереж за рахунок компенсації реактивної потужності;
- використання когенераційних установок та впровадження нетрадиційних джерел електричної енергії.

Проведена оцінка потенціалу енергозбереження України згідно [1, 4 – 7, 10 – 13, 17 – 19] на рівні базового 2000 р. показала, що його розміри становлять 145-170 млн. тон умовного палива або 42-48% від обсягу споживання первинних енергоресурсів.

Структура технологічно доступного потенціалу енергозбереження в Україні на рівні базового 2000 р. наведена в табл.1.

Таблиця 1 – Оцінка технологічно допустимого потенціалу енергозбереження на рівні базового 2000 р.

| Споживачі палива та енергії          | Паливо, млн. т.у.п. | Електрична енергія, млрд. кВт-год | Теплова енергія, млн. Гкал | Всього, млн. т.у.п. |
|--------------------------------------|---------------------|-----------------------------------|----------------------------|---------------------|
| ПЕК- всього                          | 13,7-20             | 17-22                             | 48-64                      | 27,5-38,2           |
| У тому числі:<br>-паливні галузі     | 3-4                 | 2-3                               | 3-4                        | 4,2-5,7             |
| -електроенергетика                   | 7,7-11              | 11-14                             | -                          | 11,3-15,6           |
| -транспорт енергоресурс              | 3,5                 | 4-5                               | 45-60                      | 12,0-16,9           |
| Промисловість: -всього               | 39,3-43,3           | 87,9-96,4                         | 99,4-113,5                 | 84,8-94,1           |
| У тому числі:<br>-межгалузеві заходи | 12-13               | 68-70                             | 47-50                      | 42,1-44,4           |
| -металургійний комплекс              | 9,5-10              | 6-7                               | 5-6                        | 12,3-13,3           |
| -машинобудування                     | 6,5-7               | 4-5                               | 4-4,5                      | 8,5-9,4             |
| -хімія та нафтохімія                 | 2,5-3               | 2,5-3,5                           | 8-9                        | 4,7-5,6             |
| -промисл. буд.матер.                 | 3,9-4               | 1,6-2                             | 5-6                        | 5,2-5,7             |
| -харчова                             | 3,5-4               | 1,9-2,0                           | 17-18,5                    | 7-7,8               |
| -інші галузі промисловості           | 1,4-2,3             | 3,9-6,9                           | 13,4-19,5                  | 5-7,5               |
| Комунально-побутове господарство     | 6,5-7               | 12-13                             | 40-45                      | 17,3-19             |
| Сільське господарство                | 4-5                 | 2-3                               | -                          | 4,7-6               |
| Транспорт                            | 9,3-9,8             | 1,8-5                             | 0,5-0,9                    | 10-11,6             |
| Будівництво                          | 0,5-0,8             | 0,2-0,4                           | 0,7-1,0                    | 0,7-1,1             |
| Разом                                | 73,3-85,9           | 120,9-139,8                       | 188,6-224,4                | 145-170             |

Оскільки будь-яка система електропостачання (СЕП) складається з трьох основних частин, а саме: генерувальна, передавальна та споживаюча, і кожна з них має свої особливості, то і питання енергозбереження необхідно розглядати в кожній частині СЕП окремо.

Класифікація технічних заходів підвищення ефективності роботи систем електропостачання в цілому може мати, наприклад, вид, який приведений на рис.2.

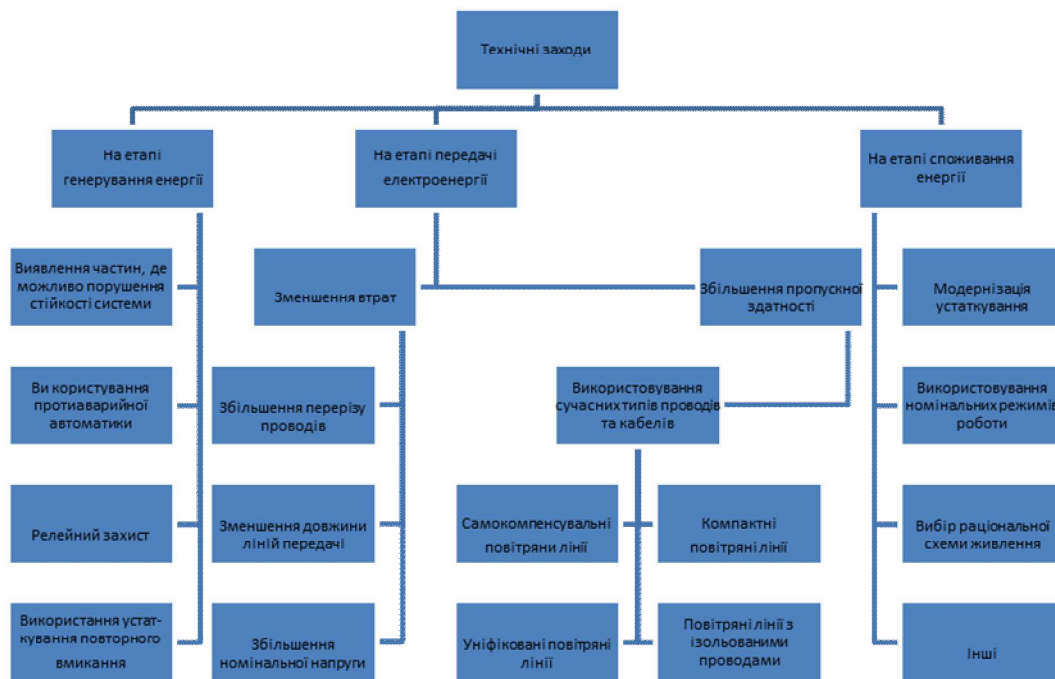


Рисунок 2 – Класифікація технічних заходів підвищення ефективності роботи систем електропостачання

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. В.Е. Шестеренко. Системи електроспоживання та електро-постачання промислових підприємств. – Вінниця, “Нова книга”, 2004. – 602с.
2. Дворівневий комерційний облік електроенергії. Газета “Електротема” № 18, вересень – жовтень 2014 р.
3. Новые энергозберегающие решения для отопления промышленных предприятий. “Деньги и технологии”, №1 - 2, 2005 год, с.22 – 25.
4. Концепція Державної енергетичної політики України на період до 2020 року. “Національна безпека і оборона”, №2, 2001р.
5. Газета “Время” № 89 от 10.08.2006.
6. Особенности современных автоматизированных систем коммерческого учета электроэнергии. “Деньги и технологии”, № 1 - 2, 2005 год, с.3, 13 –16, 38 – 40.
7. Закон України “Про енергозбереження”.
8. С.М.Новічонок, В.В.Тарасова, В.М.Комаров. Основи енергозбереження. Навч.-метод. посібник для студентів заочного навчання. – ХУПС, 2007.

## ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Трунова І.С.<sup>1</sup>, Бикова О.В.<sup>1</sup>, Kunicina N.<sup>2</sup>, Romanovs A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

<sup>2</sup>Riga Technical University, Latvia

### ВСТУП

Енергозбереження вже давно переросло в глобальну, нагальну проблему, яку необхідно вирішувати шляхом розробки і впровадження нових технологій. Недостача природного газу та електричних потужностей, глобальна світова боротьба з викидами парникових газів в атмосферу диктують важливість і необхідність кардинально змінити ставлення до вирішення проблеми енергозбереження.

Одним з найдієвіших способів скоротити вплив людини на навколишнє середовище є підвищення ефективності використання енергії. Саме тому питання постійної розробки і впровадження нових енергозберігаючих технологій на транспорті, енергозберігаючих технологій в теплопостачанні, освітленні, та ін., на даний момент є одним з найбільш важливих для всього світу.

Транспортний сектор має основоположне значення як для економіки, так і для особистого життя. Із зростанням населення і процесом глобалізації не дивно, що попит на транспорт буде зростати в найближчому майбутньому. Існує величезний потенціал прогресу в секторі технологій для транспорту. Оскільки виробники автомобілів вкладають значні кошти в дослідження і розробку технологій, щоб пропонувати все більш енергоефективні автомобілі.

### АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ДОСЯГНЕНЬ

Уряди прогресивних країн занепокоєні станом зовнішнього середовища, тому такі проекти, як зменшення шкідливих викидів автомобілів, зниження розходу нафтових та газових палив, стимулювання розвитку гібридних автомобілів та електромобілів, використання альтернативних екологічно чистих видів палива, мають національне значення.

Згідно зі сценаріями Європейської комісії, транспортні прогнози вказують на стійке зростання приватних автомобілів (European Strategic Transport Technology Plan (STTP) 2012). Схожий прогрес в галузі громадського транспорту і в авіаційному секторі. У 2050 році пасажирські перевози приватними автомобілями, як очікується, будуть в 9,1 разів більше, ніж громадські автомобільні перевезення та в 6,9 разів більші, ніж залізничні (рис.1) [1].

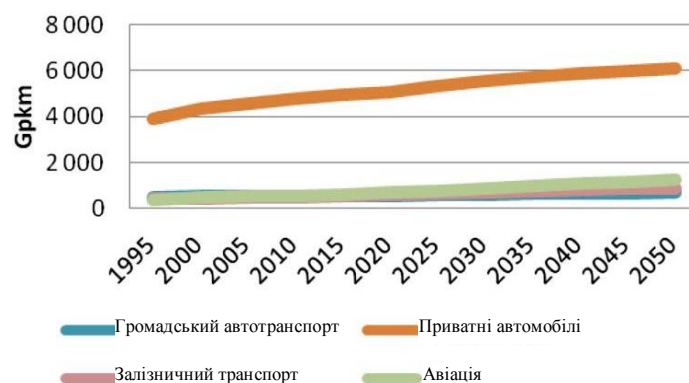


Рисунок 1 – Сценарій ЄС для пасажирських перевезень з 1995 по 2050 рік для громадського автомобільного транспорту, приватних автомобілів, залізниць і авіації (STTP 2012)

Світовий продаж електромобілів, які набагато ефективніші, ніж автомобілі з двигуном внутрішнього згоряння, в 2016 році зріс на 40% завдяки розширенню виробничих потужностей, більшого діапазону моделей і поліпшення характеристик транспортних засобів.

Для гібридних автомобілів важливо мати крім двигуна внутрішнього згоряння, також альтернативні силові установки. Використовуються такі силові установки як: електродвигуни (вентильні двигуни), маховичні двигуни, пневмодвигуни та ін. В якості джерел енергії використовують: акумуляторні батареї, паливні елементи, конденсатори, сверхпровідні електромагніти і маховики. В гібридних автомобілях для більш економної витрати палива та підвищення екологічної чистоти використовуються спеціальні високовольні акумуляторні батареї та тягові електричні двигуни. Але єдиної концепції до створення схемних рішень побудови гібридного автомобіля, поки що немає. Кожен виробник гібридних автомобілів має свою думку на процес виробництва силових установок для автомобілів [2].

Електромобілі мають ряд обмежень, що є неприйнятними для більшості споживачів. Найбільший недолік полягає в тому, що середній електромобіль може проїхати приблизно 150-200 км до наступної перезарядки. Зарядка займає кілька годин, акумулятори працюють погано в холодну погоду, мають обмежений термін експлуатації і є дорогими. Обмежений запас ходу є одним з головних недоліків електромобіля, який безпосередньо залежить від ємності акумуляторної батареї (АКБ). Але окрім характеристик АКБ існує безліч додаткових чинників, що зменшують заявлений виробниками пробіг електромобілів. Тому у всьому світі активно розробляються різні способи і методи збільшення запасу ходу екологічно чистих автомобілів, а також нові альтернативні джерела енергії. [3].

### **АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ**

Одними з найбільш багатообіцяючих альтернативних джерел енергії є водневі паливні елементи. На відміну від АКБ, що перезаряджаються, паливні елементи мають ту перевагу, що їх не треба перезаряджати – вони можуть відразу почати поставляти енергію, як тільки вона знадобиться. Тобто якщо їх застосовувати, наприклад, в області засобів транспорту, то з боку споживача змін майже не буде. На відміну ж від сонячної енергії та енергії вітру паливні елементи можуть виробляти енергію постійно і куди менше залежать від зовнішніх умов.

Паливні елементи відносяться до хімічних джерел струму. Вони здійснюють пряме перетворення енергії палива, в електрику, минаючи малоефективні, що йдуть з великими втратами, процеси горіння. Це електрохімічний пристрій у результаті високоефективного «холодного» горіння палива безпосередньо виробляє електроенергію. Принцип воднево-кисневого паливного елемента представлено у 1839 році Grove в Англії.

В середині березня 2008 року в Японії під патронатом Міністерства економіки, торгівлі і промисловості пройшов семінар під назвою Hydrogen & Fuel Cell Demonstration Project (JHFC). На цьому заході виказували свою думку автомобілебудівники і учені з провідних університетів. Основною проблемою збору були автомобілі на водневих паливних елементах. Представники METI, Toyota, Nissan, Honda, Nippon Oil і Tokyo Gas говорили про те, що 2015 рік повинен був стати ключовим для автомобілів з живленням подібного типу. В порівнянні з іншими «зеленими автомобілями», що працюють на електроніці або гібридних двигунах, вони ще далекі від того, щоб стати комерційним товаром. Фахівцям ще потрібно допрацювати надійність пристроїв, знизити їх вартість і продумати всю водневу інфраструктуру (заправні станції та ін.) [4].

У 2016 році прем'єр-міністр Японії Сіндзо Абе заявив про наміри свого уряду розпочати перехід до водневої економіки при поступовій відмові від вуглеводневого палива. До 2030 року в Японії планується 800000 автомобілів з водневими двигунами.

Американська пивоварня Anheuser-Busch (що володіє брендами Budweiser і Stella Artois) має намір розвозити свої вантажі по країні на екологічно чистих електричних вантажівках, що працюють на водні. Замовлення на 800 електричних фур на водневих паливних елементах отримала компанія Nikola Motors. Фахівці з логістики американської пивоварні зараз співпрацюють з інженерами автовиробника в частині доопрацювання двигунів під потреби і особливості майбутніх перевезень.

Передбачається, що перевезення будуть здійснюватися на модифікації базової моделі Nikola One, представленої в 2016 році. Запас ходу у цієї вантажівки варіюється в діа-

пазоні 1287–1931 км, на заправку водневим паливом йде близько 20 хвилин. За попереднім підрахунком, якщо перевести близько 800 одиниць автопарку на водневе паливо і електрику, то такий перехід дозволить знизити обсяг вихлопів в логістичному колі на 18%, що еквівалентно переводу на нешкідливі види палива 13000 легкових автомобілів. Якщо ж компанія виконає поставлене завдання до 2025 року перевести весь автопарк на поновлювані види енергії, то обсяг викидів буде скорочено на 25%.

На Пекінському автосалоні китайський стартап Aiways показав електричний суперкар RG (названий на честь колишнього глави Audi Motorsport Роланда Гумперта). Виробництво купе з силовою установкою на метиловому спирті планують налагодити на заводі в Німеччині до 2019 року [1].

Проблема застосування водневих паливних елементів у великій кількості полягає в тому, що родовищ водню не існує. Звісно водень присутній в навколишньому світі, але у вигляді сполук – в основному з вуглецем і киснем. Щоб отримати водень у вільному вигляді, потрібно ці сполуки зруйнувати, для чого необхідно затратити енергію, причому при нинішньому рівні розвитку технологій енергію набагато більшу, ніж ми зможемо потім отримати, коли утилізуємо водень.

Для тотального переходу на водень будуть потрібні не тільки енергоресурси для його виробництва, але і розвинена інфраструктура для його транспортування і зберігання. Одна з головних причин негативного ставлення суспільства до водневої революції полягає в тому, що водень дуже летючий і вибухонебезпечний. Там, де буде зберігатися, транспортуватися або використовуватися водень, необхідна наявність високочутливих газоаналізаторів, які просигналять про найменшу витік. Хоча деякі розробники та прихильники активного використання водню стверджують, що небезпека перебільшена.

## **ВИСНОВОК**

Екологічні обмеження існуючих альтернативних видів біопалива вимагають більш інноваційних рішень. В майбутньому паливні елементи можуть знайти широке застосування в області технологій засобів транспорту. Незважаючи на те, що в даний момент використання паливних елементів в якості головного джерела енергії вимагає великих грошових вкладень, в разі виявлення дешевших і ефективних каталізаторів, стабільних мембран з високою провідністю і альтернативних джерел водню, водневі паливні елементи можуть придбати високу економічну привабливість.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Energy efficiency of engines and appliances for transport on land, water, and in air // Матеріали сайту – 2016. – Режим доступу: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles>.
2. Бажинов О.В. Гібридні автомобілі / О.В. Бажинов, О.П. Смирнов, А.В. Гнатов., А.В. Колесніков – Харків: ХНАДУ, 2008 – 327 с.
3. Аргун Щ. В. Вітрогенераторна установка, як додаткове джерело електричної енергії для електромобіля / Щ.В. Аргун, О.Д. Голіков // Автомобиль и электроника. Современные технологии: электронное научное специализированное издание. – Х.: ХНАДУ, 2017. – № 12. – 6–11.
4. BP 2015. Energy outlook 2035 // Матеріали сайту – 2015. – Режим доступу: <http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/energy-outlook-2035.html>. [www.bp.com/energy-outlook](http://www.bp.com/energy-outlook).

## **Секція 2**

# **ТРАНСПОРТНА ІНФРАСТРУКТУРА, РОЗВИТОК МЕРЕЖІ ЗАРЯДНИХ СТАНЦІЙ ДЛЯ ЕКОМОБІЛІВ. ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ТРАНСПОРТІ**

## **ВИЗНАЧЕННЯ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ДЛЯ УНІФІКАЦІЇ ПРОЦЕСУ РОЗРОБКИ ВЕБ-РЕСУРСІВ МАЛОГО ПІДПРИЄМСТВА**

**Алексієв В.О., Горяїнов В. М.**

Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця, Україна

### **ВСТУП**

Малий бізнес у ринковій економіці завжди виступає провідним сектором, який визначає темпи економічного і соціального розвитку країни [1, 2]. Невеликі підприємства, що забезпечують товарами та послугами автотранспортну галузь, мають схожі певні показники розвитку та потреби у засобах просування на конкурентному ринку. Веб-сайт або веб-ресурс малого підприємства є важливою ланкою, не тільки як рекламна платформа, а й як засіб взаємодії із споживачами товарів та послуг. У свою чергу, залучення засобів Інтернет-магазину дозволяє налагодити продаж на рівні всієї країни.

Сучасні засоби інформаційних технологій надають різноманіття методів та засобів щодо побудови веб-ресурсів, а технології хмарних сервісів забезпечують їх надійну роботу та масштабування. Однак, постає питання щодо оптимізації вибору проектних рішень для розгортання веб-ресурсів малого підприємства та визначення певного колу інструментальних засобів, що дозволять створити відповідні системи не залучаючи послуги сторонніх веб-розробників. Безумовно, розробка веб-систем за замовленням у веб-компанії є ефективною, однак залучення послуг сучасних Інтернет-сервісів та хостинг-компаній надають конкурентні переваги відповідно до зниження витрат на створення, розгортання та супровід веб-ресурсів.

Мета роботи – визначення ефективних методів та засобів для уніфікації процесу розробки веб-ресурсів малого підприємства. Об'єкт дослідження – процеси створення та забезпечення життєвого циклу веб-ресурсу. Предмет дослідження – інструментальні засоби побудови сучасних веб-рішень рівня малого підприємства.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

У якості веб-ресурсу для забезпечення ефективного функціонування малого підприємства у сучасному бізнес-просторі, частіше застосовуються рішення на рівні інформаційного веб-сайту або промо-сайту для проведення рекламних компаній, чи виконується розгортання Інтернет-магазину. У загальному випадку веб-ресурс автотранспортної компанії, авторемонтного підприємств тощо, може поєднувати рішення для декількох із зазначених напрямів. Веб-ресурс є своєрідним інтерфейсом між підприємством та його оточенням – партнерами, постачальниками, клієнтами. Слід відзначити, що, навпроти, веб-сервіси частіше розгортаються на рівні великих підприємств і організацій, наприклад, сервіс корпоративної пошти, CRM-система (Customer Relationship Management) тощо [3]. Такі рішення потребують іншого підходу до створення та впровадження, відповідно до вимог масштабування, складності розробки та підтримки.

Зараз все більше малих підприємств починає використовувати веб-ресурси для обміну інформацією та оптимізації своєї роботи з клієнтами [4]. Структурована інформація веб-сайту дає змогу партнерам і клієнтам отримати повне уявлення про підприємство та його діяльність. Споживач одержує з комерційних та інформаційних Інтернет-ресурсів багато корисних даних, з яких можна дізнатися щодо цін на товари та послуги, знайти партнерів, замовити обладнання тощо [5]. Веб-сайт є ефективним доповненням до рекламної кампанії, забезпечуючи можливість зворотного зв'язку й інтерактивної роботи з даними підприємства. Однак, не тільки окремий веб-ресурс може забезпечити лояльність клієнтів, а повністю комплексна присутність підприємства у середовищі Інтернет, включно на майданчиках соціальних мереж. Наприклад, розумним доповненням до Інтернет-магазину мають рекламні компанії у мережах Facebook, Instagram та ін.

Розробка веб-ресурсу починається із визначення цілей, задач та загального напрямку щодо формування контенту сайту, який має забезпечити конкурентні переваги відповідного підприємства. Наступний крок – це вибір доменної зони, що є порівняно технічним рішенням, однак, надійний реєстратор DNS-ім'я, забезпечить стабільність рішення у подальшому розвитку компанії. Поруч із цим відповідний реєстратор може надати послуги надання SSL-сертифікату для забезпечення кібербезпеки сайту. У разі потреб формування веб-ресурсу на рівні надання переважно інформаційних послуг, а не розгортання сайту електронної комерції, доцільним є залучення безкоштовного сертифікату Let's Encrypt (<https://letsencrypt.org/>).

Наступний етап поєднує: розробку дизайну, підготовку контенту сайту, створення макету та ін. Виконання цих кроків можна замовити спеціалізованій компанії чи веб-студії, однак є можливість залучення сервісів, наприклад, Wix (<https://www.wix.com/>), Tilda (<https://tilda.cc/>) та подібні, що дає змогу отримати контроль над виконанням завдань створення дизайну та наповнення сайту контентом. Поруч із цим, застосування рішень на базі систем управління контентом CMS (Content Management System) дозволить поруч із залученням готових шаблонів дизайну, виконувати контроль над змістом та мати можливість вдосконалення безпосередньо логіки роботи сайту. Зараз на ринку інформаційних систем є доступними багато, як цілком відкритих рішень, так й комерційних систем. Для рівня малого підприємства буде цікавим залучення таких вільних систем, як WordPress (<https://wordpress.org/>), Joomla (<https://www.joomla.org/>) та Drupal (<https://www.drupal.org/>).

Порівняльний аналіз визначених CMS-систем слід виконувати відповідно до спрямованості та контенту веб-ресурсу, що розроблюється. Наприклад, рішення WordPress задовольнить більшість вимог до зручного використання системи та містить зручні засоби роботи з панеллю адміністрування сайту, Joomla буде більш приваблива для структурованих сайтів, що близькі до порталу, а Drupal надає можливості зручного управління спільнотою відвідувачів, адміністраторів та модераторів сайту. Однак, відповідні оцінки переважно є осередковими, а вважаючи, наприклад, розвинену інфраструктуру проекту та вимоги до продуктивності хостингу, можна виділити WordPress, як порівняно універсальне рішення для створення відносно простого веб-сайту. У свою чергу, для розгортання Інтернет-магазину можна застосувати розширення WooCommerce (<https://woocommerce.com/>) або застосувати відповідну спеціалізовану систему CMS, наприклад, OpenCart (<https://www.opencart.com/>), PrestaShop (<https://www.prestashop.com/>), Magento (<https://magento.com/>) та подібні. У разі вибору спеціалізованої системи зросте складність розробки та підтримки веб-ресурсу, однак, такі системи надають розширений функціонал та перспективи подальшого масштабування.

Після вибору платформи для веб-ресурсу слід обрати ефективні засоби для його розгортання й підтримки. Звичайне розміщення свого серверу або залучення виділеного хостингу (Dedicated) не є ефективним для малого підприємства стосовно до організаційних та економічних завад відповідної архітектури. Найбільш привабливим рішенням є залучення хостингу, що поділяється між клієнтами серверу (Shared), включно з підтримкою провайдером інфраструктури обраної CMS, а у разі розгортання спеціалізованих засобів, оптимальним вибором стає залучення ресурсів хостингу віртуальних машин VPS (Virtual Private Server). У разі потреби масштабування ресурсів, що розгортаються слід обирати рішення хмарних обчислень (Cloud Computing) [6, 7].

Залучення сучасних ресурсів Інтернет-послуг та інструментальних засобів інформаційних технологій дозволяє знизити витрати на створення та розгортання веб-ресурсу. Для оцінки ефективності такого впровадження доцільно виконувати моніторинг роботи веб-сайту та збирати необхідні метрики щодо його доступності, ефективності й надійності. Наприклад, отримати статистичні дані щодо роботи веб-застосунку можна за допомогою засобів Google Analytics [8]. Загальна оцінка проектних рішень щодо розробки веб-ресурсу має ґрунтуватися на засадах методу експертних оцінок та ефективність відповідного впровадження слід враховувати на основі комплексної оцінки [9] показників якості

роботи сайту та враховувати витрати на підтримку його роботи, ризики щодо навантажень та кіберзагроз, а також залучення рекламних компаній щодо SEO-оптимізації (Search Engine Optimization) та постійних заходів спрямованих на покращення контенту.

### **ВИСНОВКИ**

Зараз невеликі підприємства автотранспортної галузі мають достатні засоби на базі інформаційно-комунікаційних технологій щодо прискорення інформаційного розвитку транспортної інфраструктури країни. Надання новітніх веб-ресурсів зацікавленим споживачам, перевізникам, пасажиром тощо дозволить отримати синергетичний ефект у напрямку розвитку економіки країни в цілому. Такого ефекту можна досягти за рахунок покращення інформаційних зв'язків між зацікавленими сторонами. У свою чергу, це сприятиме впровадженню нових сервісів рівня порталу, що будуть у змозі агрегувати відкриті дані та надавати загальні інформаційні послуги щодо рішення завдань управління дорожнім рухом, сприяти узгодженості надання послуг та ін.

Сучасні інструментальні засоби веб-технологій, наявні сервіси Інтернет-послуг хостинг-компаній надають підґрунття щодо інформаційного розвитку малого бізнесу. Виконання маркетингових досліджень, залучення ресурсів електронної комерції та, взагалі, розгортання веб-ресурсу малого підприємства фактично задовольняє вимогам швидкого виходу на ринок із новою послугою чи сервісом. Наприклад, розвиток мережі зарядних станцій для екомобілів напряду може залежити від наявної інформації у мережі Інтернет щодо розташування станцій і технологій, які вони забезпечують та прозорості даних щодо цін на відповідні послуги та енергоресурси.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Воротіна Л. І. Малий бізнес та підприємництво в ринкових умовах господарювання / Л. І. Воротіна. – Європейський університет, 2006. – 211 с.
2. Дикань О. В. Розвиток малого бізнесу в Україні: проблеми та шляхи забезпечення / О. В. Дикань // Вісник економіки транспорту і промисловості. - 2017. - Вип. 57. - С. 58-66.
3. Алексієв В. О. Інформаційний розвиток порталу віртуального управління процесами транспортного обслуговування / В. О. Алексієв, О. П. Алексієв // Інформаційні технології: проблеми та перспективи: монографія: / за заг. ред. В. С. Пономаренка. – Х.: Вид-во: Рожко С. Г., 2017. – Розд. 2. – С. 32 – 47.
4. Басюк Т.М. Принципи побудови системи аналізу та просування інтернет ресурсів / Т.М. Басюк // Вісник Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2012.– № 784. – С.43–48.
5. Ашманов И. Оптимизация и продвижение сайтов в поисковых системах / И. Ашманов, А. Иванов. – СПб.: Питер, 2011. – 464 с.
6. Верескун М. В. Методи оцінки ефективності впровадження інформаційних систем на промислових підприємствах / М. В. Верескун // Теоретичні і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності. – 2015. – Вип. 1(1). – С. 21-26.
7. Савчук Т. О. Розробка критерія оцінювання ефективності роботи хмарного застосунку / Т. О. Савчук, А. В. Козачук // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2015. - № 5(2). – С. 20-26.
8. Кучковський В.В. Застосування методів Інтернет-маркетингу для аналізу Web-ресурсів в межах регіону / В.В. Кучковський, В.А. Висоцька, С.З. Нитребич, Р.М. Оливко // Інформаційні системи та мережі. Вісник Національного університету “Львівська політехніка”. – № 832. – Львів, 2015. – Стор. 129-164.
9. Даник Ю. Г. Математична модель багатокритерійного оцінювання ефективності інтернет-сайтів цільового спрямування / Ю. Г. Даник, О. О. Писарчук, О. В. Лагодний, О. В. Випорхонюк // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія : Технічні науки. - 2016. - № 1. - С. 114-120.

## **ЗАГАЛЬНА КЛАСИФІКАЦІЯ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО АВТОМОБІЛЬНОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ГРОМАДСЬКОГО КОРИСТУВАННЯ**

**Войтків С.В.**

ТзОВ "Науково-технічний центр "Автополіпром", Україна

### **ВСТУП**

Автомобільні пасажирські транспортні засоби громадського користування (АПТЗ ГК), обладнані електричним тяговим приводом і призначені для здійснення міських перевезень пасажирів, на даний час об'єднані у два класи – тролейбуси та електробуси [1]. Основними класифікаційними ознаками такого поділу АПТЗ ГК являються:

- тип тягового приводу – електричний;
- тип джерела електричної енергії (ДЕЕ) – до недавнього часу зовнішнє (дводорогова електрична мережа) для тролейбусів та внутрішнє ((автономне – накопичувачі електричної енергії (НЕЕ)) – для електробусів.

Проте, за останнє десятиліття у конструкції тролейбусів та електробусів були внесені суттєві зміни, які призвели, практично, до появи ідентичних типів АПТЗ ГК – тролейбусів з автономним ходом та електробусів з динамічною підзарядкою НЕЕ від тролейбусної дводорогової електричної мережі [2, 3]. Крім того, з'явилися електробуси, обладнані різними системами підзаряджання НЕЕ на зупинках або під час руху за маршрутом або системами заміни розряджених НЕЕ, зазвичай, блоків тягових акумуляторних батарей (АКБ) на заряджені [4, 5]. У зв'язку з цим, терміни "тролейбус" та "електробус" перестали бути однозначними і являються уже мало інформативними, за ними не можливо ідентифікувати їх конструкцію бодай за основними елементами та характерними особливостями.

### **ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ**

Огляд, аналіз та вибір найбільш характерних і визначальних класифікаційних ознак електричних АТЗ ГК. Розроблення загальної класифікації АПТЗ ГК з електричним тяговим приводом за вибраними класифікаційними ознаками.

### **КЛАСИФІКАЦІЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ АТЗ ГК**

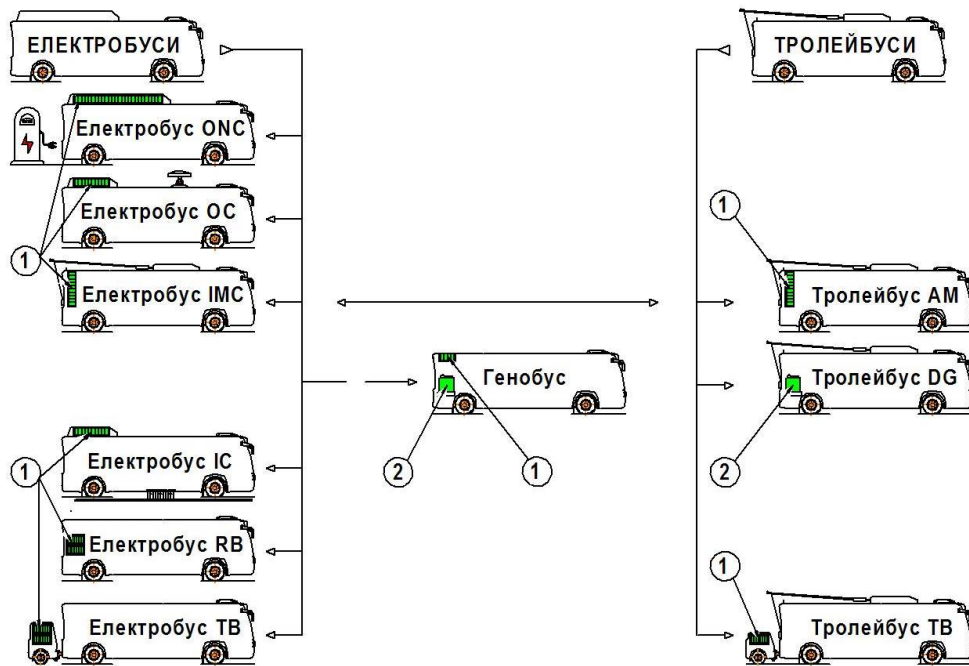
Класифікація АПТЗ ГК, обладнаних електричним тяговим приводом (ЕТПр) можлива за великою кількістю класифікаційних ознак – загальних, які стосуються різних типів автомобільних транспортних засобів (АТЗ), та специфічних, характерних тільки для певних типів АТЗ. На даний час до електричних АПТЗ ГК відносяться два їх типи – тролейбуси та електробуси.

Найвагомішими характерними класифікаційними ознаками для тролейбусів та електробусів, які мають найбільший вплив на їх конструкції, являються, окрім типу тягового приводу, наступні:

- тип ДЕЕ за розміщенням – внутрішнє (НЕЕ) або зовнішнє;
- наявність ДЕЕ кількох різних типів;
- тип системи заряджання/ підзаряджання НЕЕ;
- тип системи заміни блоків розряджених НЕЕ за їх розміщенням.

До електричних АПТЗ ГК повинен бути віднесений ще один їх тип. Мова йде про генобуси – автобуси, обладнані гібридним послідовним тяговим приводом, адже вони, фактично, як і електробуси, теж обладнані електричним тяговим приводом. Генобуси відрізняються від електробусів лише тим, що мають два внутрішні ДЕЕ – дизель-генераторну установку та НЕЕ, тобто блок АКБ.

Пропонована загальна класифікація АПТЗ ГК з електричним тяговим приводом, зроблена на основі прийнятих визначальних класифікаційних ознак, наведена на рисунку 1.



ОНС (overnight charging) – повільна зарядка НEE у нічний час в АТП;

ОС (opportunity charging) – ультрашвидка зарядка НEE на зупинках;

ІМС (in-motion charging) – динамічна зарядка під час руху по ділянці двоконтактної підвісної електричної мережі; ІС (induction charging) – індукційна зарядка НEE на відповідних ділянках дороги;

RB (replacement block) – система замінних блоків НEE; ТВ (trailed block) – система причіпних блоків НEE; АМ (autonomous move) – система автономного ходу; DG (diesel generator) – дизель-генераторна установка; 1 – НEE (акумуляторні батареї); 2 – дизель-генераторна установка

Рисунок 1 – Загальна класифікація міського електричного автомобільного пасажирського транспорту громадського користування

Як видно з рисунка 1, конструкції електробуса ІМС та троллейбуса АМ за типами та кількістю ДЕЕ практично ідентичні. Основна відмінність їх конструкцій полягає у різних ємностях та потужностях блоків АКБ, розміщених у їх кузовах, та довжинах шляху, які вони можуть подолати на автономних ДЕЕ. Таким чином, визначальними ознаками електробуса ІМС та троллейбуса АМ являються величина електричної енергії блоків АКБ та довжина пробігу на тому чи іншому ДЕЕ:

- для електробуса ІМС

$$w_{акб}^e \gg w_{акб}^m, \quad (1)$$

де  $w_{акб}^e$  – електрична енергія АКБ електробуса ІМС, кВт·год.;

$w_{акб}^m$  – електрична енергія АКБ троллейбуса АМ, кВт·год.;

або

$$L_{акб}^e \gg L_{здее}^e, \quad (2)$$

де  $L_{акб}^e$  – пробіг електробуса ІМС при живленні ТЕД від АКБ, км;

$L_{здее}^e$  – пробіг електробуса ІМС при живленні ТЕД від зовнішнього ДЕЕ, км;

- для троллейбуса АМ

$$L_{акб}^m \ll L_{здее}^m. \quad (3)$$

Довжина пробігу при живленні тягового електричного двигуна (ТЕД) від НEE складає  $L_{акб}^e = (0,6 - 0,7)L_m$  для електробусів ІМС та  $L_{акб}^m = (0,3 - 0,4)L_m$  для троллейбусів АМ ( $L_i$  – довжина маршруту в одному напрямку).

## **ВИСНОВКИ**

Запропонована загальна класифікація електричних АПТЗ ГК забезпечує їх чітку ідентифікацію за конструкцією і можливість коректного розгляду та порівняння їх технічних параметрів та експлуатаційних характеристик.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. ДСТУ UN/ECE R 107-01:2008 Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження транспортних засобів категорій M2 та M3 стосовно їхньої загальної конструкції (Правила ЕЭК ООН № 107-01:2004, IDT). – К.: Держспоживстандарт України, 2009.– 202 с.
2. Электробус... Опыт эксплуатации в России / Фролов Д.С. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://docplayer.ru/78755124-Elektrobus-opyt-ekspluatacii-v-rossii.html>.
3. Электробус – технические особенности вариантов исполнения / Корольков С. [Электронный ресурс]. – 2017. // Режим доступа: [http://www.mosgortrans.ru/fileadmin/projects/electrobus/HTC\\_08.09.2017/Electrotransservice.pdf](http://www.mosgortrans.ru/fileadmin/projects/electrobus/HTC_08.09.2017/Electrotransservice.pdf).
4. Электромобили за рубежом // Автомобильная промышленность. – М.: Машиностроение, 1979. – № 5. – С.31-33.
5. Войтків С.В. Електробус із замінним блоком акумуляторних батарей / С.В. Войтків // Заявка на корисну модель № u 2018 09606 від 24.09.2018 р.

## **ПРО ПЕРСПЕКТИВУ ВИКОРИСТАННЯ ПРИВАТНИХ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ДЛЯ ЗАРЯДКИ ЕКОМОБІЛІВ В УКРАЇНІ**

**Галько С.В.<sup>1</sup>, Довгальок С.М.<sup>2</sup>, Жарков А.В.<sup>3</sup>, Жарков В.Я.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Таврійський державний агротехнологічний університет,

<sup>2</sup>Харківський національний технічний університет «ХПІ», <sup>3</sup>ТОВ «ЮБС – Холод», Україна

### **ВСТУП**

Світові продажі електричних і гібридних авто з кожним роком збільшуються мінімум удвічі. Найбільше електромобілів в Китаї. На другому місці – Європа, особливо скандинавські країни. За результатами продажів 2017 року на дорогах Землі роз'їжджало 3,1 млн. електромобілів. Перше півріччя 2018 року додало до цієї цифри ще 800 тисяч. До кінця поточного року очікується, що кількість екомобілів перетне позначку в 5 млн.

Україна - в п'ятірці країн щодо ринку екомобілів. У 2017 р. українці купили 2697 авто – це в 2,3 рази більше ніж в 2016-м. Загалом в Україні за даними МВС станом на 1.05.2018 р. зареєстровано 7439 екомобілів, що майже вдвічі перевищує показник минулого року (до 2016 р. - 418 од., 2016 р. – 1521 од., 2017 р. - 3818 од.), повідомляє Autogeek.

Близько 56% екомобілів були зареєстровані в Києві, 1106 машин - в Одеській області, і 949 - в Харківській. Водночас зазначається, що в Україні відчувається гостра нестача швидких зарядних станцій - їх в десять разів менше, ніж звичайних.

Відсутність інфраструктури є одним із головних бар'єрів для розвитку ринку електромобілів в Україні. Та й вартість самих "батареї" завелика. Але вже помітні зміни на краще – заправок стає все більше. За їх будівництво взялися великі корпорації, зокрема – ДТЕК. По Одеській, Київській та Харківській областях вже є непогане охоплення. Напевно, саме тому «зелені авто» тут продаються успішніше.

Головною перевагою електромобілів є можливість заряджати їх в будь-якому місці, де є звичайна побутова електромережа. Для цього використовується зарядний пристрій, вмонтований в кожен електромобіль, і зарядний шнур. Самий простий спосіб зарядки електромобіля в гаражі від звичайної розетки 220/230 Вольт, 16 Ампер. Розрізняють 4 режими «заправки бака» електромобіля (в англоязычній термінології Mode) [1].

Mode 1 - самий базовий. Зарядка змінним струмом від побутової електромережі. Він не гарантує безпеки у випадку перегріву кабелю / розетки чи короткого замикання, а тому не рекомендований в сучасних електромобілях. Час зарядки стандартного електрокара з батареєю в 20-25 кВт\*год. становить 6-8 годин.

Mode 2 те ж саме, але з застосуванням фірмового кабелю з захистом, який за допомогою простих світових індикаторів інформує про протікання зарядки.

Mode 3 - зарядка більшим змінним струмом з використанням окремої спеціальної розетки, яка по суті є зарядною станцією. В залежності від типу кабелю і розетки, може видавати від 7,2 до 43 кВт. Відповідно, тривалість «заправки» стандартного електрокара становить від 4 годин до декількох хвилин.

Mode 4 - самий швидкий спосіб зарядки електромобіля з використанням джерела постійного струму, але не більше 1-2 швидкої зарядки на тиждень [1].

В Україні нараховується 1179 станцій підзарядки електромобілів (в 2015 р. було 62 станції, в 2016 р. – 287, в 2017 р. – 577). Особливо активно мережа електрозаправок розвивається в Чернігівській, Полтавській і Харківській областях. Також відносно рівномірно покрита зарядками Західна Україна. Наявність електрозаправок уже чітко простежується вздовж головних автомагістралей: траси Київ-Полтава-Харків, Київ-Одеса, Харків-Дніпро-Запоріжжя-Мелітополь-Азовське море. Інфраструктуру зарядних станцій в Україні складають як станції, спеціалізовані тільки на підзарядці електрокарів, відомих АЗС, так і позамережні зарядки біля ресторанів, готелів та ін. закладів. Окремим способом зарядки електрокара є система «зарядки» від сонячних батарей.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

На сьогодні всього в Україні налічується 6,5 млн. приватних домогосподарств (ПДГ). З них на 30.09.2018 р. 6031 ПДГ оснащені даховими сонячними електростанціями (СЕС), загальною потужністю 121 МВт, що працюють за «зеленим» тарифом (табл.1) [2].

Таблиця 1 - Динаміка збільшення кількості приватних СЕС за 2014-2018 рр.

| Рік      | Кількість, од. | Потужність, МВт | Зростання, МВт |
|----------|----------------|-----------------|----------------|
| 2014     | 21             | 0,1             | 0,1            |
| 2015     | 244            | 2,2             | 2,1            |
| 2016     | 1109           | 16,7            | 14,5           |
| 2017     | 3010           | 51              | 34,3           |
| 30.09.18 | 6031           | 121             | 70             |

Українці з 2015 року інвестували в приватні СЕС 120 млн. євро і встановили сонячні панелі загальною потужністю більше 120 МВт.

На кінець третього кварталу 2018 року беззастережним лідером по приватним СЕС є Київська область (727 СЕС), потім Дніпропетровська (694 СЕС). Першу трійку замикає Тернопільська область (522 СЕС). Услід йдуть Кіровоградська (401), Івано-Франківська (363), Херсонська (359), Закарпатська (337) та інші регіони. Розриви між ними мінімальні. Нажаль, у Запорізькій обл. на 30.09.2018 р. налічувалось всього 56 приватних СЕС, це – найгірший показник, якщо не рахувати Луганськ (8 СЕС) [2].

Ті приватні домогосподарства, які вмонтували сонячні електростанції у 2017-2019 рр., можуть продавати надлишкову частину електроенергії по тарифу 0,18 євро/кВт.год. до 2030 року. Переважна більшість ПДГ надають перевагу мережним СЕС, щоб заробити на відпущеній електроенергії [3,4].

Переходити на «сонячну» електроенергію також допомагає влада на місцях. Зокрема, на Львівщині з обласного бюджету ПДГ повертають 10% суми кредиту на сонячні панелі, а на Житомирщині – 20% суми кредиту. У м. Хмельницькому та м. Броди (Львівська обл.) з міського бюджету повертають 10% вартості робіт із встановлення СЕС.

Стрімкий попит населення на «сонячну» електроенергію пояснюється прийнятим у 2015 р. Законом України № 514-VIII, яким надано вигідний «зелений» тариф із прив'язкою до курсу євро. Це означає, що ПДГ може продавати надлишок згенерованої «чистої» електроенергії в мережу і швидко повертати кошти, вкладені у СЕС без застережень щодо інфляції. Держава викупує за стимулюючим «зеленим» тарифом тільки надлишки електроенергії - різницю між відпущеною в електромережу сонячною електроенергією і власним споживанням. Чим вище потужність СЕС, тим більше електрики може продати її власник. А значить - тим швидше він зможе повернути кошти, які були вкладені в придбання устаткування [4].

Проведено кореляційний аналіз добових графіків навантаження (ДГН) приватних СЕС нашого міста (рис.1) між собою та еквівалентного ДГН СЕС<sub>екв</sub> з ДГН автозаправочної станції «Гефест» літнього дня (рис.2) [3,4,5].

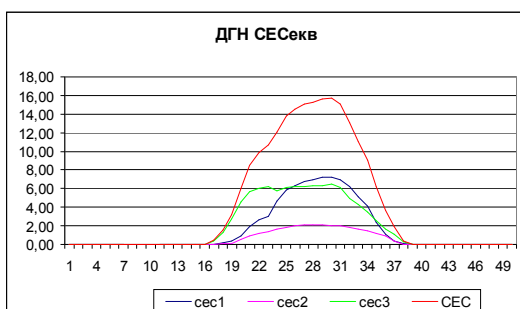


Рисунок 1 - ДГН СЕС<sub>екв</sub> 3-х приватних СЕС

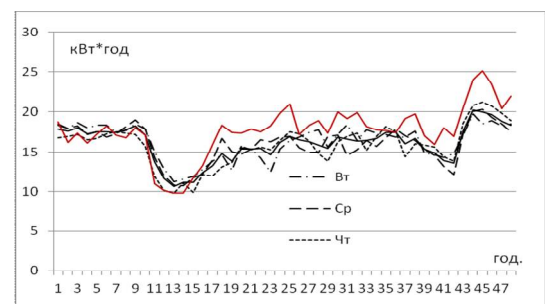


Рисунок 2 - ДГН АЗС «Гефест»

В табл. 2 наведені розраховані енергетичні показники кожної СЕС [4,6]: коефіцієнт максимальної потужності  $K_m$  та коефіцієнти використання встановленої потужності за добу  $K_{ВВПд}$  і за рік  $K_{ВВПр}$ , а також коефіцієнт парної кореляції СЕС2 і СЕС3 з СЕС1.

Таблиця 2 - Енергетичні показники СЕС1, СЕС2, СЕС3 за 03.10.2017 р.

| Показник                                           | СЕС <sub>1</sub> | СЕС <sub>2</sub> | СЕС <sub>3</sub> |
|----------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Орієнтація                                         | південь          | південь          | схід-захід       |
| $P_{вст}, \text{кВт}$                              | 20               | 5,2              | 30               |
| $P_{макс}, \text{кВт}$                             | 7                | 2,25             | 7,1              |
| $K_m = P_{макс} / P_{вст}$                         | 0,35             | 0,43             | 0,237            |
| $W_d, \text{кВт.год}$                              | 60,88            | 25,07            | 88,77            |
| $K_{ВВПд} = W_d / 24P_{вст}$                       | 0,139            | 0,201            | 0,123            |
| $W_p, \text{кВт.год}$                              | 17611            | 7080             | 27738            |
| $K_{ВВПр} = W_p / 8760P_{вст}$                     | 0,101            | 0,155            | 0,106            |
| Коеф. парної кореляції з СЕС <sub>1</sub> $r_{xy}$ | $r_{xy} =$       | 0,986945         | -                |
|                                                    | $r_{xy} =$       | -                | 0,936412         |

Коефіцієнт кореляції Пірсона  $r_{xy}$  визначається за формулою

$$r_{xy} = \frac{\sum (x_i - \bar{x}) \times (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \times \sum (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

де  $x_i$  - значення змінної  $x$ ;  $y_i$  - значення змінної  $y$ ;  $\bar{x}$  - середнє арифметичне значення для змінної  $x$ ;  $\bar{y}$  - середнє арифметичне значення для змінної  $y$ .

Із табл. 2 слідує: найбільш високі енергетичні показники у СЕС2 з орієнтацією на південь, у СЕС1 - дещо менші, а у СЕС3, з орієнтацією «схід-захід», показники найнижчі.

Коефіцієнт кореляції Пірсона за світовий день між ДГН СЕС<sub>екв</sub> (див рис. 1) та автотранспортною станцією «Гефест» (див. рис. 2) розрахований за формулою 1, становить  $r_{xy} = 0,8536$ , тобто маємо високий кореляційний зв'язок.

**Висновки.** На базі приватних СЕС може бути створена локальна мережа ефективних станцій для заряду акумуляторів електромобілів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. <https://ecotechnica.com.ua/stati/1718>
2. <https://prel.prom.ua/n223975>
3. Жарков В.Я. Проблема інтегрування приватних сонячних електростанцій в розподільні електричні мережі / В.Я. Жарков, А.В. Жарков // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. Вип.187 «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України».-Харків: ХНТУСГ, 2017.- С.44-45.
4. Жарков А.В. Кореляційний аналіз ДГН приватних дахових СЕС та переробних підприємств міста щодо їх інтеграції в локальну електромережу/ А.В. Жарков// Збірник статей: «Розвиток науки в ХХІ столітті» 1 ч.- Харків: Знання, 2018. – С. 44-58.
5. Жарков В.Я. Присадибна сонячна електростанція з фотоелектричними модулями циліндричної форми/ В.Я.Жарков, С.В. Галько, А.В. Жарков // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. Вип.165 «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України».- Харків: ХНТУСГ, 2015.- С.25-26.
6. Догалюк С.М. Оцінка ефективності використання відновлюваних джерел енергії в об'єднаній енергосистемі України / С.М. Догалюк, О.П. Лазуренко, Ш.Н. Саїдов, І.С. Яковенко// Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. Вип.196 «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». –Харків: ХНТУСГ, 2018.- С.45-50.

## **ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ**

**Павленко В.М., Калашніков Є.В., Свіріна Ю.Ю.**

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

### **ВСТУП**

Ефективність роботи автотранспортних засобів визначається ступенем безвідмовної роботи при виконанні транспортних послуг з мінімальними витратами при його функціонуванні [1]. Системи технічного обслуговування вже не так ефективні в наш час, як це було раніше. Століття стрімкого розвитку комп'ютерних технологій якісно відбивається на житті людини, привносячи зміни практично в будь-яку сферу його діяльності. Не виключенням є і автомобілі. І що найцікавіше - розробки в галузі нових інформаційних технологій знаходять своє втілення у виробництві автомобілів, створюючи потужний синергетичний ефект. Вже зараз на ринку присутній цілий модельний ряд авто, оснащених електронікою за останнім словом техніки.

Найчастіше автолюбители використовують відеореєстратор в зв'язці з автомобільним комп'ютером. Це дозволяє домогтися вичерпної інформації про дорожні умови під час водіння автомобіля. Серед основних характеристик бортового комп'ютера можна відзначити наступні: безпосереднє зняття інформації з встановлених датчиків (температура повітря, кількість обертів двигуна, швидкість і багато інших); об'єктивна оцінка витрат палива в умовах міської їзди, а також часу витрати заряду акумуляторної батареї; надання своєчасної інформації про заміну масла, дозаправлення паливом і багатьох інших; універсальні поради про можливість здійснення маневрів різного роду, виходячи з поточних умов.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Сучасний транспортний засіб є досить складним електротехнічним комплексом, який містить в собі процеси передачі та обробки електротехнічної інформації і робота якого залежить від безлічі параметрів, які в свою чергу відповідають за роботу великої кількості вузлів і агрегатів автомобіля. Організація діагностики всього електронного обладнання автомобіля в нашій країні знаходиться на високому рівні. Але технологічна недосконалість, застосовуваної елементної бази, призводить до появи відмов, а отже до необхідності своєчасного діагностування при організації технічного обслуговування. [2, 3].

Удосконалення і розвиток способів діагностування автомобілів в даний час є дуже актуальною. Проблема діагностики, в силу того, що існуючі програмні та програмно-технічні комплекси, використовуються стаціонарно і для одного виду діагностики найчастіше для одного автомобіля і в силу складності реалізації комплексної системи контролю та попередження несправностей. Одним з варіантів вирішення даного питання є використання експертних систем (ЕС), при якому процес розвитку моделі експертної системи проходить кілька етапів [4].

Для досягнення високої якості вирішення завдань необхідно вдосконалювати систему технічного обслуговування автомобілів з урахуванням розвитку комп'ютерних та інтелектуальних технологій сьогодення.

Загальне визначення, яке дають експертним системам є: експертна система це - система здатна замінити експерта-людини при вирішенні деяких завдань. Природним виглядає доповнення, пов'язане з орієнтацією завдань на певну предметну область. Не слід бути дуже досвідченим, щоб помітити дві крайності в такому визначенні: по-перше, очевидно, що немає систем, які змогли б замінити людину-експерта, якщо такий є і в ньому є потреба; по-друге, якщо мова йде про функції людини, нехай навіть обмежені, але

інтелектуальні, то будь-яка програмна система будучи використаною при вирішенні завдань може після деяких міркувань бути віднесена до експертних систем [5].

З приводу орієнтації ЕС, слід зазначити, що це не просто обмеження, а в більшій мірі принцип їх побудови, що враховує унікальність знань кожного експерта (механіка або системи діагностування), емпіричний спосіб пошуку рішень завдань і високу їх якість. У літературі наведено прямо або побічно багато визначень ЕС. Більш привабливими і конструктивними виглядають визначення ЕС через етапи еволюції вирішуваних завдань, або через набір функцій, які вона реалізує, або через склад основних компонент.

Основними компонентами ЕС є бази даних (БД) і бази знань (БЗ), блоки пошуку рішення (БПР), пояснення, вилучення і накопичення знань, навчання та організації взаємодії з користувачем. БД, БЗ і БПР утворюють ядро ЕС яке представлено на рис. 1.

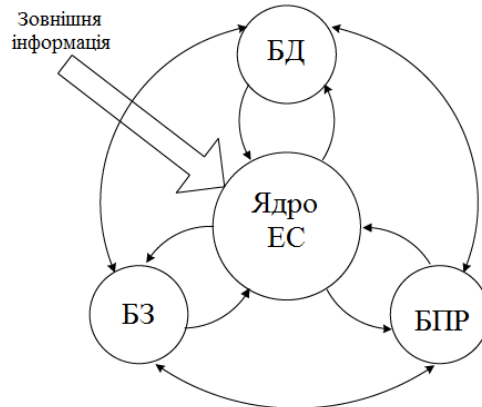


Рисунок 1 – Ядро експертної системи

Для конструювання ЕС використовуються різні інструментальні засоби: універсальні мови програмування, мови штучного інтелекту, інструментальні системи та середовища і системи-оболонки. Системи-оболонки є найбільш простим засобом формалізації (автоформалізації) експертних знань, практично не потребують участі посередників в особі інженера по знаннях або програміста при їх використанні. Інженер по знаннях тільки допомагає експерту вибрати найбільш підходящу для його проблемної області оболонку.

Узагальнена структура експертної системи представлена на рис. 2 [6]. Слід врахувати, що реальні експертні системи можуть мати більш складну структуру, однак блоки, зображені на рис. 2, неодмінно присутні в будь-якій експертній системі, оскільки являють собою негласний канон на структуру сучасної експертної системи.

Визначимо основні терміни в рамках даного модуля.

Користувач – це фахівець автомобільної галузі, для якого призначена система, зазвичай його кваліфікація недостатньо висока, і тому він потребує допомоги і підтримки своєї діяльності з боку ЕС.

Інженер по знаннях - фахівець зі штучного інтелекту, який виступає в ролі проміжного буфера між експертом і базою знань.

Інтерфейс користувача – комплекс програм, що реалізують діалог користувача з ЕС як на стадії введення інформації, так і отримання результатів.

База знань – сукупність знань предметної області, записана на машинний носій в формі, зрозумілій експерту і користувачу (зазвичай на мові, наближеній до природної). Паралельно такому "людському" уявленню існує БЗ у внутрішньому "машинному" поданні.

Розв'язувач – програма, що моделює хід міркуванні експерта на підставі знань, наявних в БЗ (яка створюється на базі знань механіків, який приймають безпосередню участь в обслуговуванні автомобілів).

Підсистема пояснень - програма, що дозволяє користувачеві отримати відповіді на питання; "Як була отримана та чи інша рекомендація?" і "Чому система прийняла таке рішення?"

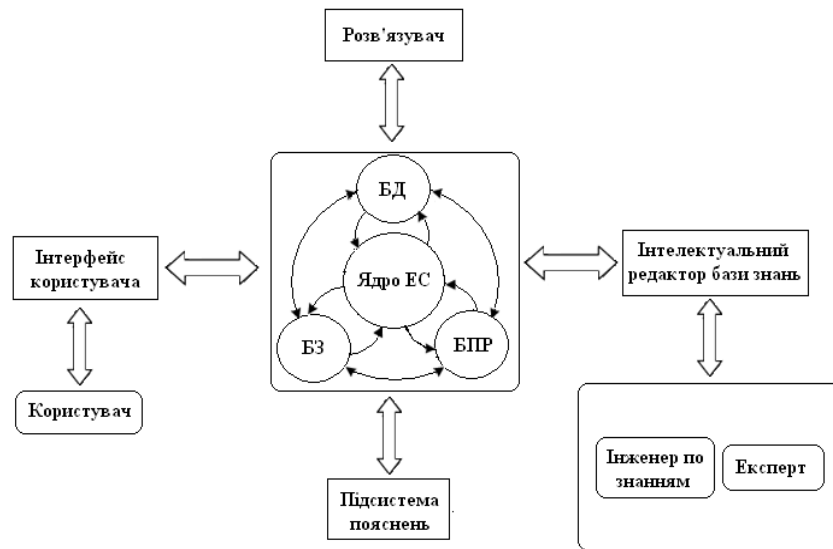


Рисунок 2 – Узагальнена структура ЕС

Відповідь на питання "як" - це трасування всього процесу отримання рішення із зазначенням використаних фрагментів БЗ, тобто всіх кроків ланцюга висновків. Відповідь на питання "чому" - посилання на умови, які безпосередньо передували отриманому рішенню, тобто відхід на один крок назад.

Інтелектуальний редактор бази знань – програма, що представляє інженеру по знаннях можливість створювати БЗ в діалоговому режимі. Включає в себе систему вкладених меню, шаблонів мови представлення знань, підказок ("help" – режим) та інших сервісних засобів, що полегшують роботу з базою.

Таким чином, при створенні ЕС основні зусилля повинні бути сконцентровані на проектуванні БЗ, в рамках якого вибирається мова представлення знань, способи логічного висновку тощо. Тобто, незважаючи на те, що за своєю суттю ЕС це програмний продукт, розробка нової ЕС сильно відрізняється від написання нової програми. У випадку ж якщо в якості інструментального засобу використовується оболонка ЕС, етап програмування взагалі виключається з процедури створення ЕС.

## ВИСНОВКИ

Детальний розгляд експертної системи (класифікація ЕС, етапи створення та їх алгоритмізація), як спосіб отримання, аналізу та обробки діагностичної інформації дав змогу визначити, що експертна система є оптимальним варіантом обробки та зберігання інформації, яка в подальшому може бути використана за потребою людиною або машиною для вирішення потреб діагностування та обслуговування автомобілів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Говорущенко Н.Я. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта) / Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко. – Х.: ХГАДТУ, 1998. – 468 с.
2. Интеллектуальные транспортные системы [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://m2m-t.ru/solutions/its/> – Загл. с экрана.
3. Ощепкова Е. А. Информационные технологии на автомобильном транспорте / Е. А. Ощепкова Кемерово: КуЗГТУ, 2012. – 144 с.
4. Частиков А.П. Разработка экспертных систем. Среда CLIPS / А.П. Частиков, Т.А. Гаврилова, Д.Л. Белов – СПб. : БХВ- Петербург, 2003. – 396 с.
5. Нейлор К. Как построить свою экспертную систему: Пер, с англ. / К. Нейлор – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 286 с
6. Введения в экспертные системы [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.habarov.spb.ru/new\\_es/exp\\_sys/es01/es1.htm](http://www.habarov.spb.ru/new_es/exp_sys/es01/es1.htm)

## **ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ СУЧАСНИХ ЗАРЯДНИХ СТАНЦІЙ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ**

**Серіков Г.С.<sup>1</sup>, Іллічов А.С.<sup>1</sup>, Mohamed Bushara<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

<sup>2</sup>University of Gezira, Судан

### **ВСТУП**

Об'єкт дослідження – модуль автоматичної зарядки електромобілів.

Мета роботи – дослідження та розробка автоматичної зарядної станції електромобілів.

Метод дослідження – статистичний аналіз електричних характеристик зарядного модуля електромобіля та мережевого джерела живлення.

Автоматизація процесів зарядки електромобілів за допомогою модулю контролю дозволяє суттєво підвищити якість обслуговування транспортних засобів. При застосуванні модулів автоматичної зарядки з'являється можливість виявлення аварійних режимів роботи мережі живлення та контролю стану ізоляції дротів мережі живлення.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

За допомогою отриманих даних з'являється можливість проведення попереднього технічного огляду, що суттєво підвищує безпеку використання транспортних засобів.

Результати науково-дослідної роботи упроваджені в технології автоматизації контролю процесу заряджання електромобілів.

Автоматизація процесів при заряджанні електромобілів та контроль аварійних режимів роботи мережі живлення із забезпеченням функціонала моніторингу.

Призначення:

- виключення «людського фактору» при визначенні параметрів заряджання електромобілю;

- автоматизація процесу заряджання електромобіля;

- зниження ризику ураження електричним струмом при пошкодженій ізоляції дротів.

Опис автоматизованого модулю заряджання електромобіля.

Місце заряджання електромобілів оснащується стаціонарним пунктом автоматичної системи живлення зарядного пристрою.

Система автоматизації будується на базі мікроконтролерного блоку контролю підключення електромобіля до зарядного модуля.

Вимоги до мережі живлення автоматичної зарядної станції:

1 - можливість підтримки діапазону струмів від 8 А до 48 А;

2 - присутність дроту заземлення;

3 - рівень діючого значення напруги 210 – 230 В.

На рисунку 1 наведена структурна схема автоматичної зарядної станції електромобілів.

Характеристики встаткування.

Стаціонарне встаткування автоматичної зарядної станції використовується для встановлення рівня струму заряджання тягової батареї електромобіля.

Стаціонарне встаткування автоматичної зарядної станції призначено для встановлення в будь-якому місці, де існує електричне підключення до мережі живлення 220 В змінного струму. При встановленні на відкритому просторі необхідна наявність захисного укриття, що укриває від прямого влучення дощу.

Стаціонарне встаткування автоматичної зарядної станції у режимі реального часу:

- визначає наявність підключення електромобіля до зарядної станції;

- визначає стан підключення електромобіля до зарядної станції (підключена, не підключена та заряджається);

- визначає параметри процесу заряджання (струм та час заряджання);

- робить збір і обробку інформації, що надходить від аналогових і цифрових датчиків;
- виявляє аварійні режими роботи (пошкодження ізоляції та втрати струму, відсутність заземлення мережі живлення).

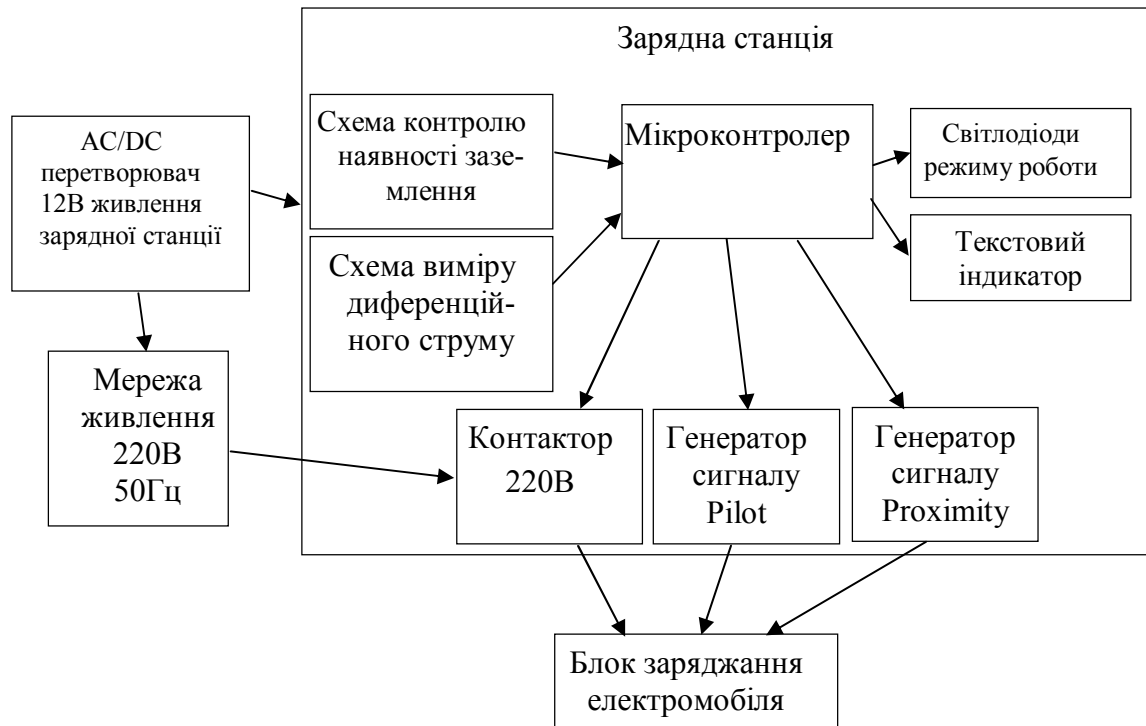


Рисунок 1 – Схема структурна автоматичної зарядної станції електромобілів

АС/DC перетворювач.

Система містить у собі захист по живленню. АС/DC перетворювач перетворює вхідну напругу змінного струму у вихідну напругу постійного струму іншої величини. Залежно від схеми підключення застосовується АС/DC перетворювач із гальванічною розв'язкою. DC/DC перетворювач повинен відповідати технічним параметрам, зазначеним у таблиці 1.

Таблиця 1 – Технічні параметри АС/DC перетворювача

| Параметр             | Значення    |
|----------------------|-------------|
| Вхідний струм макс.  | 100 мА      |
| Вихідний струм макс. | 1,5 А       |
| Вхідна напруга       | 100 – 230 В |
| Вихідна напруга      | 12 В        |

Зарядна станція відповідає технічним параметрам, зазначеним у таблиці 2.

Таблиця 2 – Параметри зарядних станцій

| Параметр                                  | Значення                  |
|-------------------------------------------|---------------------------|
| Стандарт підключення до електромобіля     | J1772                     |
| Кількість виходів                         | 1 шт.                     |
| Діапазон встановленого струму             | 8 - 45А                   |
| Відображення режиму роботи                | Рідинно-кришталевий екран |
| Тип живлячої напруги                      | Змінна                    |
| Напруга живлення                          | від 210 В до 230 В        |
| Власний струм споживання зарядної станції | 300 мА (від 12В)          |
| Робоча температура                        | -30...+40 °С              |

## **ВИСНОВКИ**

В роботі розроблена система автоматичної зарядки електромобілів, що дозволяє суттєво підвищити зручність користування зарядною станцією та покращити процес експлуатації електромобіля в цілому.

Наявність аналогового датчику струму дозволяє швидко виявити процес втрати струму через пошкоджену ізоляцію, що запобігає ураженню електричним струмом власника електромобіля.

Наявність цифрових датчиків присутності заземлення дозволяє проводити діагностику мережі живлення та виявляти неправильне підключення лінії мережі живлення.

В випадку визначення відсутності заземлення зарядна станція автоматично переходить в режим зниження струму до мінімально встановленого, що складає 8 А, повідомляє про це на рідинно-кришталевому індикаторі.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Бажинов О.В. Конверсія легкового автомобіля в гібридний. /Бажинов О.В., Дзадненко В.Я., Хакім М., – Харків: ХНАДУ, 2014. – 200 с.
2. Бажинов О.В. Синергетичний автомобіль. Теорія і практика / Бажинов О.В., Смирнов О.П., Серіков С.А., Дзадненко В.Я., – Харків: ХНАДУ, 2011.–236.
3. Калантаров П. Л., Цейтлин Л. А. Расчет индуктивностей: Справочная книга. – 3-е изд., перераб. и доп. Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1986.

## СИСТЕМА GPS МОНІТОРИНГУ ТА ДИСПЕТЧЕРИЗАЦІЇ ТРАНСПОРТУ

Серіков Г.С.<sup>1</sup>, Щербак М.П.<sup>1</sup>, Dmitry Hehenia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

<sup>2</sup>Білоруський національний технічний університет, Білорусь

### ВСТУП

Мета роботи: підвищення рівня оперативного керування автотранспортом, збільшення ефективності використання автомобілів, економія коштів на утримання рухомого складу організації, підняття рівня виробничої дисципліни на підприємстві.

Задачі дослідження: визначення координат місцезнаходження транспортного засобу, його напрямків, швидкості руху і інших параметрів: витрата палива, температура та інших.

Об'єкт дослідження – система GPS моніторингу транспорту. Предмет дослідження – розробка, створення, випробування, моделювання та статистичний аналіз інформації, отриманої з датчиків системи. Методи досліджень: загальні методи аналітичних досліджень.

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Проведений аналіз схемних рішень побудови система GPS моніторингу та диспетчеризації транспорту. Розроблено схему електричну принципову, програму керування та друковану плату пристрою. Проведено експериментальне дослідження системи, що підтвердили її працездатність. Доведена ефективність роботи системи. Визначено вплив від впровадження системи.

У зв'язку з підвищенням вартості паливо-мастильних матеріалів, контроль їх використання стає все більш актуальним.

В теперішній час на ринку виробників систем моніторингу транспорту досить багато пропозицій. Вони дозволяють вимірювати як основні параметри стану транспортного засобу, так і декілька допоміжних специфічних. До основних параметрів можна віднести: швидкість автомобіля, дані про стан запалення, рівень палива в баках, активність систем різноманітних спеціальних механізмів, що передаються в інтерфейс диспетчера, що зображено на рисунку 1.



Рисунок 1 – Інтерфейс контролю показників роботи автомобіля



Рисунок 2 – GPS термінал автомобіля

Необхідно враховувати, що системи теледиспетчеризації встановлюються не тільки на транспортні засоби (вантажівки й автобуси), але й на вантажну спецтехніку, таку як: кар'єрні самоскиди та екскаватори. Це накладає певні додаткові вимоги щодо контролю їхнього стану. Таким чином для забезпечення широкого кола функціональних можливостей необхідно використовувати вже існуючі електронні модулі на сучасній елементній ба-

зі. Це дозволить створити уніфікований блок, що встановлюється на різні типи транспортних засобів.

На кожен автомобіль встановлюється GPS термінал, зображений на рисунку 2.

Термінал вираховує по сигналам GPS супутників свої координати, швидкість руху, висоту над рівнем моря та напрям руху (рисунок 3). Крім того, термінал може отримувати інформацію від різних систем та датчиків автомобіля. Всі автомобілі відображаються на моніторі диспетчера в режимі реального часу (рисунок 4).

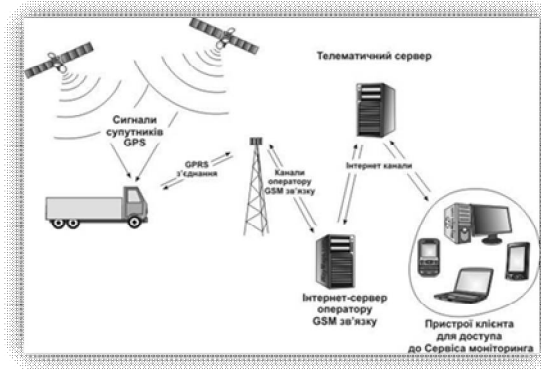


Рисунок 3 – Загальна схема функціонування системи GPS моніторингу транспорту

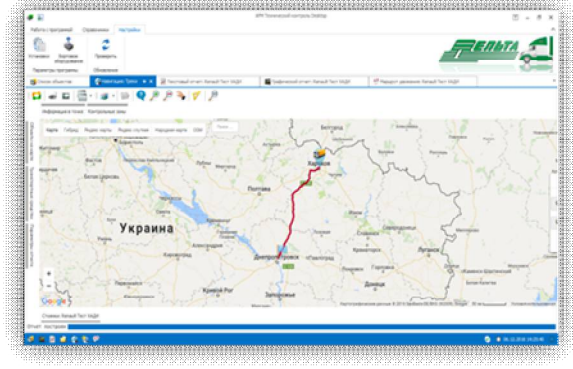


Рисунок 4 – Інтерфейс контролю маршруту пересування автомобіля

Устаткування центрального диспетчерського пункту включає в себе: сервер баз даних, робоче місце адміністратора системи і канал зв'язку з мобільними об'єктами. В якості апаратної частини сервера баз даних пропонується використовувати спеціалізований сервер з великим об'ємом дискового простору і оперативної пам'яті для зберігання і обробки даних. Для стабільної роботи комплексу серверне та комунікаційне обладнання повинне бути підключене до електромережі через безперебійні джерела живлення. Сервер розташований в локальній мережі підприємства, що забезпечує незалежний контрольований доступ до даних з робочих місць операторів комплексу. Всі дані, що надходять, проходять попередню обробку і фільтрацію, після чого розміщуються в базі даних (рисунок 3).

За рахунок оперативної диспетчеризації значно зменшується не тільки час реакції автотранспорту, а і середній пробіг автомобіля до місця призначення, що, в свою чергу, призводить до значної економії палива та коштів на технічне обслуговування авто.

Ще однією істотною перевагою системи є протиугінна безпека. Постійний контроль транспорту дозволяє швидко визначити місцезнаходження викраденого транспорту. До того ж, GPS моніторинг дозволяє отримувати SMS на мобільний телефон у разі виходу автомобіля із зони спостереження, що дозволяє уникнути відхилення транспорту від встановленого маршруту, порушення графіка або попадання в аварію.

Для більш високої ефективності контролю використання паливо-мастильних матеріалів на АЗС і мобільних паливозаправниках можна також використовувати систему видачі палива, що персоналізується. Таким чином повністю замикається цикл використання палива, починаючи від його приймання на склад і закінчуючи його витратою на виконання робіт, що зображене на рисунках 5 та 6.

Розглянувши причини збільшення транспортних витрат, вважаємо, що саме побудова комплексної системи управління транспортно-експедиційним підприємством ліквідує недоліки контролю організації роботи і допоможе виділити основні пріоритети для розвитку.

Вважаємо, що саме система GPS контролю транспорту розкриває реальний потенціал будь-якого автотранспортного підприємства. Автоматизований спосіб обліку, заснований на системі GPS контролю, приведе до істотної економії і підвищить рентабельність.

GPS модулі, встановлені на автомобілях підприємства, дозволяють постійно контролювати пересування транспорту підприємства. Завдяки цьому фіксуються всі незаплановані відхилення від наміченого маршруту руху автомобілів, незаплановані зупинки (час

і місце). При цьому всі дані про рух автомобілів зберігаються, доступні для перегляду, аналізу і формування різних звітів.



Рисунок 5 – Персоналізована система видачі палива



Рисунок 6 – Картка видачі палива

Щодо ефективності впровадження системи GPS контролю, то потрібно зауважити наступне. Практика комплексного впровадження GPS системи показала, що як мінімум 20% збитку підприємство несе саме через відсутність ефективного контролю.

### **ВИСНОВКИ**

Ефект від впровадження системи GPS моніторингу та диспетчеризації з'являється відразу за трьома напрямками:

- економічний - впровадження систем GPS моніторингу на підприємствах знижує вартість утримання рухомого складу;
- операційний - працівник, який не займається під час роботи рішенням особистих питань, встигає за робочий день виконати більше виробничих завдань; крім того, значно підвищується ефективність використання автотранспорту за рахунок його диспетчеризації, зменшується середній пробіг і час реакції;
- моральний - підвищується загальний рівень виробничої дисципліни, причому не тільки в транспортному підрозділі, а й в цілому по підприємству.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. <http://www.gpsm.com.ua/gpsm-gps/58-systema-kontrol-gpsm.html>
2. <http://www.gps.ru.net/monitoring1.htm>
3. <http://gpsua.com/software/>
4. <http://service-gps.com/84-gps-monitoring-kommunalnogo-transporta.html>
5. <http://autovision.com.ua/teletrack---sistema-spytnikovoi-gps-navigacii-monitoringa-i-dispetcherizacii-transporta.html>

### **Секція 3**

## **МОДЕЛЮВАННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ В АВТОМОБІЛЕБУДУВАННІ І ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМАХ. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМИ СИСТЕМАМИ**

## РОБАСТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИМИ РЕЖИМАМИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

**Бажинова Т.А.**, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенка, Украина

### ВВЕДЕНИЕ

Важным свойством систем энерго- или ресурсосберегающего управления является робастность. Робастными принято считать системы, обладающие высокой эффективностью при номинальных условиях функционирования и приемлемой эффективностью при отклонении от номинальных условий в заданных допустимых пределах [1]. Действие дестабилизирующих факторов приводит к изменению значений одного или нескольких параметров в математической модели, описывающей динамические режимы расхода электроэнергии электромобилем. Такие дестабилизирующие факторы называют параметрическими или параметрическими возмущениями. Параметрические возмущения оказывают влияние на существование решения задачи энергосберегающего управления силовой установкой электромобиля. Поэтому при отклонении параметров модели в заданных допустимых пределах требуется за счет изменений некоторых ограничений задачи гарантированно получать решение ЗОУ.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Динамические режимы расхода электроэнергии электромобилем описываются системой дифференциальных уравнений. Объект управления необходимо перевести из начального состояния в конечное

$$z(t_0) = z_0 \rightarrow z(t_k) = z_k \in x^k \quad (1)$$

при фиксированном временном интервале

$$t \in [t_0, t_k] \quad (2)$$

ограничении на управляющее воздействие

$$\forall t \in [t_0, t_k]: u(t) \in [u_{low}, u_{high}] \quad (3)$$

и лимите энергии

$$\int_{t_0}^{t_k} u^2(t) dt \leq I_p \quad (4)$$

с минимумом функционала

$$J = \int_{t_0}^{t_k} u^2(t) dt \rightarrow \min, \quad (5)$$

где  $a_i, b_i, i = \overline{1, m}$  – векторы параметров модели для  $i$ -ой зоны;  $z(t)$  – вектор фазовых координат;  $u(t)$  – управляющее воздействие;  $z_i^l$  – границы зон линеаризации;  $t_i$  – границы временного интервала  $i$ -ой зоны;  $t_i^m$  – время, необходимое для обеспечения робастности управления;  $t_i^s$  – расширенные границы временного интервала;  $[t_0, t_k]$  – временной интервал управления;  $[u_{low}, u_{high}]$  – ограничение на управляющее воздействие;  $J$  – минимизируемый функционал,  $I_p$  – допустимое значение функционала.

Необходимо найти:

– оптимальную управляющую программу

$$u^*(\cdot) = (u^*(t), t \in [t_0, t_k]) \quad (6)$$

– траекторию изменения фазовых координат при этой программе

$$z^*(\cdot) = (z^*(t), t \in [t_0, t_k] / u^*(t)), \quad (7)$$

– и значение функционала затрат.

При решении задачи управления необходимо задание массива исходных данных

$$\vec{R} = \begin{pmatrix} R_1 \\ R_2 \\ \dots \\ R_m \end{pmatrix} = \begin{cases} (a_1, b_1, z_0, z_1, u_{low}, u_{high}, t_0, t_1); \\ (a_2, b_2, z_1, z_2, u_{low}, u_{high}, t_1, t_2); \\ \dots \\ (a_n, b_n, z_{n-1}, z_n, u_{low}, u_{high}, t_{n-1}, t_n). \end{cases} \quad (8)$$

В зависимости от ситуации предлагается менять основную цель решения ЗОУ – перевод объекта из начального состояния в конечное с минимумом затрат энергии при соблюдении строгих ограничений [2, 3]. В качестве дополнительных целей могут рассматриваться следующие: неперевышение лимита энергии, вывод объекта на заданный режим за фиксированный временной интервал и т.д.

Под робастным управлением силовой установкой электромобиля будем понимать такое управление, при котором обеспечивается основная цель при соблюдении строгих ограничений за счет отклонения от нестрогих, в зависимости от дополнительной цели и интенсивности параметрических возмущений. Целью робастного оптимального управления является обеспечение достижения цели управления при всех возможных значениях параметров за счет увеличения временного интервала управления. Время, необходимое для обеспечения робастности управления, рассчитывается при помощи имитационного моделирования на этапе полного анализа силовой установки электромобиля [4, 5, 6].

Условие робастности выполняется, если для всех возможных ситуаций основная цель достигается. В качестве критерия робастности можно рассматривать попадание в  $\chi^k$ . За счет ослабления нестрогих ограничений можно добиться того, чтобы при всех параметрических возмущениях существовало решение ЗОУ.

## ВЫВОДЫ

Параметры  $a_i$  и  $b_i$  могут меняться под воздействием ДФ (т.е. представляют собой случайные величины), то целью робастного оптимального управления является обеспечение достижения цели управления при всех возможных значениях параметров за счет увеличения временного интервала управления на время  $t_i^r$ . Время, необходимое для обеспечения робастности управления, рассчитывается при помощи имитационного моделирования на этапе полного анализа тяговой системы электромобиля.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Орлов, С.А. Технологии разработки программного обеспечения / С.А.Орлов. – СПб.: Питер, 2002. – 464 с.
2. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации / С. Осовский; пер. с польского И.Д. Рудницкого. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.: ил.
3. Пупков, К.А. Интеллектуальные системы / К.А. Пупков, В.Г. Коньков. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 348 с.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В ЕЛЕКТРИЧНИХ КОЛАХ ТА В ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМАХ

**Беленський О.О., Грязнов І.А., Тарасова В.В.,** Харківський національний університет Повітряних сил імені Івана Кожедуба, Інститут цивільної авіації, Україна

Залежно від умов експлуатації і характеру роботи електроустановки а також по іншим, у тому числі випадковим причинам, режими в електричних колах можуть змінюватися. Електромагнітні процеси, які протікають в електричних колах при переході від одного сталого режиму до іншого, називають перехідними процесами.

Електричні струми, напруги в колі під час перехідного процесу називають перехідними струмами і напругами.

Перехідні процеси виникають в електричних колах унаслідок зміни електрорушійних сил (ЕРС), напруги, прикладеної до кола, або у зв'язку із зміною його параметрів – опорів, індуктивності або ємності.

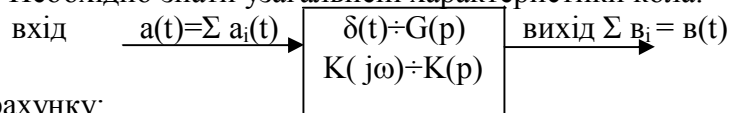
Безпосередніми причинами виникнення перехідних процесів можуть бути комутаційні зміни режимів, тобто включення (вмикання) і виключення (вимикання) джерел живлення, приймачів електричної енергії, короткі замикання на ділянках електричних кіл, зміни механічного навантаження електродвигунів і багато що інше.

Класифікація методів розрахунку перехідних процесів в лінійних електричних колах приведена на рис.1.

I. Прямі. Необхідно знати схему кола ( R, L, C).

| <u>Класичний</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                | <u>Якісний</u>                                                                                                                                                                                                        | <u>Операторний</u>                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зручний для аналізу схем, які підключені до постійної або гармонічної напруги і мають в своєму складі 1 – 3 реактивних елементів                                                                                                                                                                | Застосовується для аналізу схем (з постійною напругою), які мають у своєму складі не більше двох реактивних елементів                                                                                                 | Зручний при розрахунку схем з негармонічними періодичними ЕРС та струмами, які мають у своєму складі більше трьох реактивностей                                                                                                                                                      |
| Послідовність розрахунку                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 1.Складаємо диференціальне рівняння для значень струмів (напруг) схеми після комутації.<br>2.Знаходимо його рішення у вигляді суми примушеної та вільних складових.<br><u>Переваги:</u> Можливо розраховувати складні схеми.<br><u>Недоліки:</u> Складні перетворення та математичні розрахунки | Без складання диференційного рівняння одразу записуємо рішення у вигляді суми примушеної та вільних складових.<br>$u(t) = u_{прим}(t) + u_{вільне}(t) =$ $= u_{прим}(\infty) + A_1 e^{p_1 t} + \dots + A_n e^{p_n t}$ | 1. Перетворюємо схему в операторну форму.<br>2. Для операторної схеми після комутації записуємо алгебраїчні рівняння, які одразу враховують початкові умови.<br>3. Знаходимо рішення для одержаних алгебраїчних рівнянь у виді зображень.<br>4. За зображеннями знаходимо оригінали. |

II. Суперпозиційні. Необхідно знати узагальнені характеристики кола.



Послідовність розрахунку:

1. Представити вхідний сигнал у вигляді суми стандартних складових.

2. Визначити відгук схеми на кожну складову.
3. Визначити вихідний сигнал як суму відгуків на кожну складову.

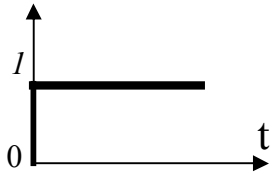
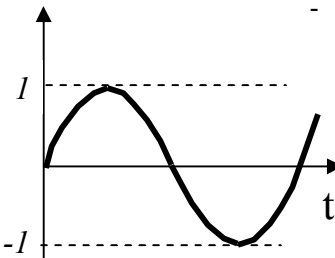
| Часовий метод                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Спектральний                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Стандартні входні сигнали</p> <p>а) <math>1(t)</math> – одинична функція вмикання.</p>  $I(t) = \begin{cases} 0, & t < 0 \\ 1, & t \geq 0 \end{cases}$ <p>б) <math>\delta(t)</math> – дельта – імпульс</p>  $\delta(t) = \begin{cases} 0, & t < 0 \\ \infty, & t = 0 \\ 0, & t > 0 \end{cases}$ <p>Метод зручний для аналізу схем з нульовими початковими умовами при впливі імпульсних сигналів складної форми.</p> | <p><math>a(t) = 1 \cdot \sin \omega t</math></p>  <p>- одиничне гармонічне коливання</p> <p>Метод використовується для дослідження питань проходження сигналів складної форми через електричне коло.</p> |

Рисунок 1 – Класифікація методів розрахунку перехідних процесів в лінійних електричних колах

Перехідні процеси відбуваються не тільки в електричних колах, но також і в системах електропостачання, як в умовах нормальної експлуатації (наприклад, пуск та зупинки обладнання), так і в аварійних режимах (наприклад, при короткому замиканні).

Перехідні процеси в системах електропостачання можна розрізнити за видом збурень (мале, велике, тривале тощо). При цьому в залежності від виду збурення виникають свої завдання. Так, у нормальному режимі системи при малих його збуреннях виникає необхідність перевірки статичної стійкості синхронних двигунів, синхронних компенсаторів і великих груп асинхронних двигунів, які маючи потужність, зіставлену з потужністю генераторів, що їх живлять, можуть виявитися нестійкими. Ця нестійкість виявляється у виді специфічного явища – лавини напруги.

Пуски двигунів, різкі коливання моменту на їх валу тощо призводять зміни величини та фази напруги у вузлах навантаження. Вплив різких змін режиму двигунів, як правило, помітно виявляється в розподільчих мережах у вигляді коливань напруги.

Усі порушення режиму наприкінці можуть суттєво позначитися на режимі всієї системи електропостачання, на її надійності і стійкості.

Частіше всього при розрахунках перехідних процесів в системах електропостачання використовують метод розрахункових кривих.

Знання перехідних процесів дає можливість визначити параметри відповідних елементів, або використати спеціальні схеми вмикання, щоб зменшити кидки струму та напруги, або регулювати тривалість перехідного процесу. Для силових електричних кіл знання величин струмів і напруг в перехідних процесах необхідно, в першу чергу, для правильного вибору захисної і комутаційної апаратури.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Ф.Є. Євдокимов. Теоретичні основи електротехніки. – Київ: Вища школа, 1993. – 448 с.
2. В.Е. Шестеренко. Системи електроспоживання та електропостачання промислових підприємств. – Вінниця, “Нова книга”, 2004. – 602 с.

## **РОЗРАХУНОК ЕКВІВАЛЕНТНОЇ ВИТРАТИ ПАЛИВА ЕЛЕКТРОМОБІЛЯМИ**

**Борисенко А.О., Коржов А.Г.**

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

### **ВСТУП**

Дослідження присвячено вирішенню важливого та актуального науково-прикладного завдання, яке пов'язане з підвищенням ефективності використання електромобілів за рахунок визначення їх еквівалентної витрати палива при експлуатації в різних країнах. Електромобілі є перспективними транспортними засобами, які підвищують економічність та екологічна безпека транспортних перевезезасобів є основним напрямом розвитку автомобілебудування. Крім цього, витрата енергоносіїв (палива та електричної енергії) є визначальним показником при покупці автомобіля або електромобіля. Споживачі віддають перевагу більш економічним та екологічно чистим автомобілям. Тому провідні виробники автотранспортних засобів виводять на ринок електромобілі власного виробництва. Але для споживачів витрата електричної енергії електромобілями у різних режимах руху не завжди сприятлива, тому цю енергію виробники електромобілів перераховують у еквівалентну витрату палива. А цей показник для кожної країни буде різним, тому що в різних країнах ціна на енергоносії (паливо та електрична енергія) мають різні значення.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Метою дослідження є розрахунок та визначення енергетичної ефективності електромобілів при їх експлуатації в різних країнах шляхом розрахунку еквівалентної витрати палива.

Збільшення цін на енергоносії обумовлює причини, за якими споживачі обирають економічні транспортні засоби. Тому на сьогоднішній час електромобілі становляться достойними конкурентами звичайних автомобілів з ДВЗ. За прогнозами експертів, до 2023 р. частка транспорту на електричній тязі може досягти 30 %. Для того, щоб водії оцінили дійсну економічність сучасних серійних електромобілів, які надходять на ринок України та на ринки інших країн, проведене дане дослідження.

Для рішення даної проблеми на кафедрі автомобільної електроніки розроблені методологічні основи оцінки паливної економічності електромобілів. Для визначення еквівалентного розходу палива електромобілів розроблена спеціальна методика, що перераховує витрати електроенергії, що витрачає тягова акумуляторна батарея, у еквівалентну витрату палива [1-3].

Для порівняння еквівалентної витрати палива обрані найбільш розповсюджені електромобілі: Tesla Model S, Nissan Leaf та BMW i3. Результати розрахунку при їх експлуатації на території різних країн згідно цінам на електричну енергію та паливо наведено на рисунку.

За результатами проведеного розрахунку еквівалентної витрати палива електромобілів Tesla S, Nissan Leaf та BMW i3 на території різних країн можна дійти до наступного висновку:

- еквівалентна витрата палива електромобілів, які експлуатуються на у різних країнах може відрізнятися майже у 4 рази;
- еквівалентна витрата палива електромобілів на території України у 3,2 разів нижче ніж у США;
- найбільша еквівалентна витрата палива електромобілів отримана для наступних країн: США, Німеччина та Данія;
- найнижча еквівалентна витрата палива електромобілів отримана для Казахстані та Україні;

- у всіх країнах вартість експлуатації електромобілів нижче ніж автомобілів аналогічного класу з ДВЗ.
- самим економічним електромобілем серед досліджуваних є BMW i3;
- самим неекономічним електромобілів для більшості країн (крім України та Фінляндії) є електромобіль Tesla S.

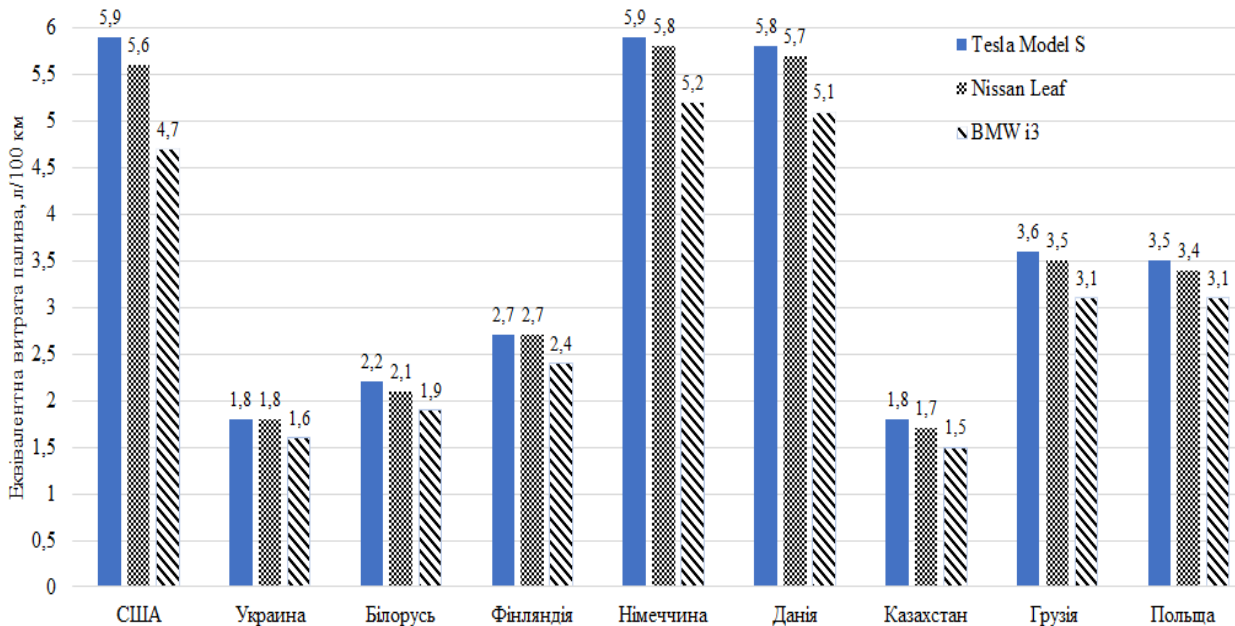


Рисунок – Результати розрахунку еквівалентної витрати палива Tesla S, Nissan Leaf та BMW i3 при їх експлуатації у різних країнах

Необхідно відмітити, що спеціалісти довідкового видання Kelly Blue Book прогнозують, що електромобілі за залишковою вартістю будуть поступатися автомобілям з двигуном внутрішнього згоряння після п'яти років експлуатації. Так передбачається, що, наприклад, Nissan Leaf через п'ять років експлуатації у США буде мати ринкову ціну близько 20 % від своєї первинної ціни. Для порівняння, ціна бензинового аналога Nissan Sentra через п'ять років складає близько 35...40 % від ціни нового автомобіля.

**Висновки.** За результатами проведеного розрахунку витрат енергоносіїв електромобілями Tesla S, Nissan Leaf та BMW i3 на території України можна зробити висновок, що вартість 10 км добового пробігу у вибраних електромобілів приблизно однакова, але вже при пробігу 50...100 км різниця буде складати від 13% до 17 %. Електромобілю BMW i3 буде достатньо всього 40 грн для подолання відстані в 100 км и це кращий результат серед електромобілів, що досліджувались.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Смирнова А.О. Методика оцінки паливної економічності гібридних автомобілів / А.О. Смирнова // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Автомобіле- та тракторобудування. – Х.: НТУ «ХПІ». – 2013. - № 30 (1003), – С. 114-120.
2. Смирнов О.П. Розрахунок еквівалентної витрати палива електромобілями у різних країнах / О.П. Смирнов, О.Б. Богаєвський, А.О. Смирнова // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Автомобіле- та тракторобудування. – Х.: НТУ «ХПІ». – 2013. - № 29 (1002), – С. 114-119.
3. Борисенко А. О. Аналіз методів оцінки паливної економічності автомобілів [Електронний ресурс] / А. О. Борисенко // Автомобіль і електроніка. Сучасні технології: електронне наукове спеціалізоване видання. – 2013. – № 5, – С. 13–17. – Режим доступу: <http://www.khadi.kharkov.ua/index.php?id=2116>.

## ДОСЛІДЖЕННЯ БЛОКУ НАКОПИЧЕННЯ ДЛЯ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРОБУСУ НА СУПЕРКОНДЕНСАТОРАХ

Гнатов А.В.<sup>1</sup>, Підгора О.В.<sup>1</sup>, Аргун Щ.В.<sup>1</sup>, Lin Hengxi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

<sup>2</sup>Tianjin MingXI Science and Technology Co., Ltd, Китай

### ВСТУП

Міський транспорт являє собою систему з різних видів транспорту, що здійснюють перевезення населення міста, а також виконують ряд робіт, необхідних для нормальної життєдіяльності людей. Частка пасажирських міських перевезень в Україні становить приблизно 87%, приміських - 12%, міжміських - 1%, а міжнародних - 0,002%. Міські автобуси щодня проїжджають по 200 ... 250 км. Отже, стоїть завдання створити екологічно чистий автобус – електробус, який забезпечить необхідний пробіг без підзарядки [1].

В даній роботі проведений аналіз існуючих енергоефективних міських автобусів та розрахунок електробусу на суперконденсаторах для одного з пасажирських громадський маршрутів м. Харкова.

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Пропонується, на базі автобуса «Богдан А091» зробити електробус, що буде мати замість ДВЗ блок ультраконденсаторів та апаратуру управління ним. Два електричні двигуни розміщуються безпосередньо на осі обертання коліс. Зарядний пристрій розташовано на даху електробуса, що забезпечить безпечний заряд ультраконденсаторів на зупинках громадського транспорту [2-5].

Для коректного представлення даних, вибрано один маршрут в м. Харків, («Пролетарська» – «Проспект Гагаріна», маршрут № 147). Довжина шляху в одну сторону дорівнює 20,4 км. Час руху становить 55 хв. Кількість зупинок 36. В Харкові на цьому маршруті ходить дизельний автобус «Богдан» А092. На один маршрутний проїзд витрачається 6,7 л дизельного пального. За один день автобус робить 10 таких поїздок. Ціна 1 л дизельного пального 29 грн. Витрати на паливе на один день складають 1943 грн. Обравши електробус, на якому стоять акумуляторні батареї, ємністю 120 кВт·год, на один робочий день електробус витратить 120 кВт. Ціна 1 кВт електроенергії для промислового споживання дорівнює 1,68 грн. Відповідно, на один робочий день буде витрачено 202 грн. на електричну енергію.

На базі проведених в роботі досліджень була створена модель силової установки електробуса на суперконденсаторах для міських перевезень у програмному середовищі MathLab [6], приклад схеми зображено на рис. 1. Завдяки цьому ми можемо спостерігати за роботою силової установки при різних навантаженнях.

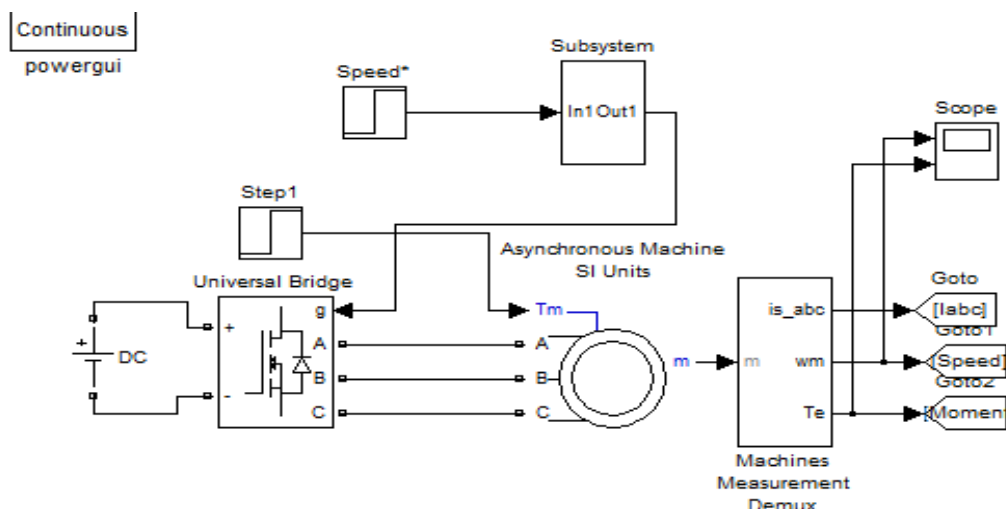


Рисунок 1 – Модель силової установки електробуса

В основі вище приведеної схеми лежить векторний принцип управління асинхронним двигуном, який полягає в тому, що виконується контроль не тільки за величиною і за частотою напруги живлення, а також і за фазами. Перевагами векторного управління є висока точність регулювання швидкості, плавний старт і плавне обертання двигуна у всьому діапазоні частот, швидка реакція на зміну навантаження: при зміні навантаження практично не відбувається зміни швидкості, збільшений діапазон управління і точність регулювання.

Блоки Universal Brige та DC - це блоки живлення та перетворення напруги, що подається до двигуна, а блок Asynchronous Machine є блоком, що імітує асинхронний двигун. До блока Universal Brige надходить імпульс широкої модуляції який використовує асинхронна машина, що надходить з блоку Subsystem. Завдяки блокам Step1 та Speed ми можемо задавати навантаження та швидкість. Блок Goto забезпечує всю необхідну інформацію для обчислень блоком Subsystem. Завдяки блоку Scope ми маємо нагоду прослідити в реальному часі за швидкістю, моментами та токами асинхронного двигуна.

### **ВИСНОВКИ**

У роботі проведено розрахунок електробуса на суперконденсаторах для маршруту м. Харкова, («Пролетарська» – «Проспект Гагаріна», маршрут № 147). Довжина шляху в одну сторону дорівнює 20,4 км, час руху – 55 хв, кількість зупинок 36. Запропоновано, замість накопичувача електроенергії на основі Li-Ion акумуляторів (термін дії складає 3 роки) поставити блок суперконденсаторів (термін служби 15 років). Номінальна потужність тягового електродвигуна 60 кВт, максимальна потужність – 120 кВт (або два по 60 кВт). Як накопичувачі електричної енергії пропонується використовувати модуль 14×30ЭК404 потужністю 90 кВт. Максимальний пробіг автобуса при повній зарядці модуля накопичення енергії складає 5 км.

Визначено необхідне значення енергії для циклу прискорення до швидкості 55 км/год та гальмування для міського електробуса Богдан А091, вагою 8 т. На такий цикл електробус витрачає 1,44 МДж. Розраховано витрати на паливо (електроенергію) на один день роботи, які складають: дизельний автобус – 1943 грн; гібридний автобус – 1146 грн., електробус – 202 грн.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Гнатов А. В. Автобусный транспорт, назначение и классификация. Электробус на суперконденсаторах / А. В. Гнатов, А. В. Підгора // Автомобиль и электроника. Современные технологии: электронное научное специализированное издание. – Х.: ХНАДУ, 2017. – № 11. – С. 5-12. – ISSN 2226-9266– Режим доступа: [http://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P\\_SIS/AE17\\_1/1.1.pdf](http://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_SIS/AE17_1/1.1.pdf)
2. Сучасні технології на автобусному транспорті. Матеріали IV-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції [“Сучасні технології та перспективи розвитку-автомобільного транспорту”] (14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця) / А.В. Гнатов, Щ.В. Аргун, О.В. Підгора. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 139 с. С. 93 – 97.
3. Оцінка електричного автобуса з суперконденсаторним блоком накопичення енергії. Автомобіль і електроніка. Сучасні технології [Збірка матеріалів V Міжнародної науково-технічної Інтернет-конференції] (20-21 листопада 2017 р., м. Харків) / А. В. Гнатов, О.В. Підгора, С. Барудов. – Харків : ХНАДУ, 2017. – 184 с. – С. 95 – 97.
4. Гнатов А.В. Електробус на суперконденсаторах для міських перевезень / А.В. Гнатов, Щ.В. Аргун, О.В.Бикова, О.В.Підгора // Вісник ХНАДУ. – 2016. – № 72. – С. 29–34.
5. Гнатов А. В. Електромобілі – майбутнє, яке вже настало / А. В. Гнатов, Щ. В. Аргун, О. А. Ульянець // Автомобиль и электроника. Современные технологии: электронное научное специализированное издание. – Х.: ХНАДУ, 2017. – № 11. – С. 24-28. – ISSN 2226-9266– Режим доступа: [http://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P\\_SIS/AE17\\_1/1.4.pdf](http://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_SIS/AE17_1/1.4.pdf)
6. Building Your Own Drive. 2017 Available online: <https://www.mathworks.com/help/physmod/sps/powersys/ug/building-your-own-drive.html?requestedDomain=true>.

## ТЕНДЕНЦИИ В СФЕРЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

**Горяинов А.Н.**

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства  
имени Петра Василенко, Украина

### ВВЕДЕНИЕ

С каждым годом увеличивается объем информации, связанный с развитием интеллектуальных транспортных систем. Увеличивается количество конференций, создаются медийные ресурсы, рекламируются новые технологии. Для Украины важным является быть в курсе основных событий относительно новинок технологий. По возможности вклиниваться в процессы обсуждений, генерации идей, апробации новинок и т.п. Ярким примером в этом является обсуждение и планирование реализации такой технологии как Hyperloop [1].

В Украине еще не оформились профессиональные, научные, образовательные и другие виды центров, которые бы целенаправленно занимались вопросами интеллектуальных транспортных систем. Сама отрасль транспорта в Украине находится на переломном этапе. Акцент сейчас делается на транспортной инфраструктуре. В меньшей степени уделяется внимание вопросам транспортных технологий. Поэтому необходимы объединяющие публикации и исследования, которые бы систематизировали современные тенденции.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Рассмотрим тенденции в области средств массовой информации.

В рамках Евросоюза выпускается журнал Intelligent Transport (Интеллектуальный транспорт) [2]. Данное название журнала появилось достаточно недавно. Ранее журнал назывался Eurotransport. Общая продолжительность существования журнала более 15 лет. Как отмечается в описании самого журнала, распространение технологий привело к необходимости переименовать журнал. Главными рубриками журнала являются: Smart Cities (умные города), Digitalisation (цифровизация или диджитализация), Intermodality (интермодальность), Ticketing and Payments (билеты и платежи), Safety and Security (безопасность и защищенность), The Passenger (пассажир), The Fleet (парк, флот), Business Models (бизнес-модели), Regulation and Legislation (регулирование и законодательство).

На постсоветском пространстве выпускается журнал «Интеллектуальные транспортные системы России» [3]. Журнал выходит с 2016 года с периодичностью 1 раз в квартал. Сама идея создания журнала возникла на одном из форумов, посвященных интеллектуальным транспортным системам. Рубрики журнала: Новости, Специальный репортаж, Интервью, Обзор, Технологии, ИТС регионам, Городская среда, Международный опыт, Умная логистика, Экспертное мнение.

Сгруппируем информацию о вопросах, которые рассматривались на конференции The 2018 Intelligent Transport Conference [4] – табл. 1.

Таблица 1 – Основные вопросы в области интеллектуального транспорта [4]

| Секция                                                            | Обсуждаемые вопросы                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Plenary sessions<br>(пленарные заседания)                         | 1. How to deal with a congested traffic hub<br>2. Using blockchain as a platform for a multimodal ticketing system<br>3. Are the public ready for AI (artificial intelligence)?                                                                                                                     |
| Mobility for Today and Tomorrow<br>(мобильность сегодня и завтра) | 1. Cyber security in the transport sector<br>2. Smarter-planned infrastructure<br>3. The road to zero – the evolution of rapid charge electric buses<br>4. The role of the Internet of Things (IoT) in the future of transport<br>5. The role of city simulation in delivering intelligent mobility |

|                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                        | 6. What is the role of ride-sharing in a multimodal society?<br>7. Next generation scheduling in public transport: a real-life case study<br>8. The importance of a new digital infrastructure<br>9. The pivotal role of transport in creating a smart city<br>10. How to deliver a nation-wide multimodal travel planner app for the future that the customer appreciates<br>11. The practical application of MaaS<br>12. How the future of mobility is solving the first- and last-mile problem                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Technology and the Passenger Experience (технологии и опыт пассажиров) | 1. Data, Privacy and trade-offs: Implications and challenges for future mobility landscapes<br>2. Using Technology to build a Smarter Transport Economy<br>3. Presenting multimodal journey information and improving passenger experience<br>4. Case study: How we could increase patronage through customer digital tools: leveraging the mobile device<br>5. Mobile app solutions to increase engagement, reduce costs and increase speed: transit ticketing with Google Pay<br>6. Providing the ticketing experience customers now demand<br>7. Technology: market for the suppliers' industry or real benefit for the customers?<br>8. The role of sustainable transport in reducing congestion and improving air quality<br>9. Case study: How to deliver first-class service disruption information<br>10. Case study: A real-life journey from door-to-door supported by a mobile contact strategy<br>11. BYOD (Bring Your Own Device) solutions<br>12. Converting the results of data analytics into actions<br>13. How to involve stakeholders in the design of public transport services and supporting technologies |

Отметим следующее (на основании табл.1):

- принцип мобильности является важной основой для рассмотрения ИТС;
- доминирующими являются вопросы, связанные с городом и пассажирами;
- осуществляется поиск решений по использованию баз данных и различной информации, которые существуют у отдельных участников и элементов ИТС.

Далее остановимся на материалах работы [5]. Работа посвящена вопросам взаимодействия ИТС и подключенной среды (the connected environment). Автором [5] выделены тенденции в ИТС. Сформулируем их следующим образом:

- в области обнаружения и обработки изображений все чаще используются видеокамера и радиочастотная идентификация (RFID). Получаемые данные позволяют характеризовать транспортный поток (состав потока, скорость, типы транспортных средств). Распознавание автомобильных знаков посредством видеокамер или идентификация транспортных средств (ТС) по индивидуальным меткам позволяет определять выбранные маршруты движения и время в пути;

- использование мобильных телефонов в различных коммуникационных системах создает предпосылки для анализа условий движения, и даже поведения в период поездок. Однако эти данные, в большинстве своем, носят личностный характер и имеют ограниченное использование;

- увеличение источников сбора данных позволило уточнить используемые модели оценки условий движения и расширить их возможности для обработки новых типов данных;

- методы передачи собранных данных эволюционировали от проводных к оптоволоконным и далее к беспроводным (3G, 4G, WiFi и др) с облачными платформами;

- распространение информации и стратегий управления эволюционировали от традиционных дорожных знаков и радиовещания до переменных знаков сообщений, мобильных приложений, а также информации в самом транспортном средстве;

- выделились две принципиальные группы в рамках ИТС: Advanced Traveler Information Systems (ATIS) (расширенные информационные системы путешественников) и Advanced Management Systems (AMS) (расширенные системы управления).

В качестве перспективных направлений выделяются следующие [5]:

1. Анализ общественного мнения и восприятия на основании киберисточников (Analyzing public attitudes and perceptions from cyber sources).

Наряду с физическими данными, которые собираются различными датчиками, перспективным является сбор данных из киберисточников (например, социальных сетей). Алгоритмы должны позволять обнаруживать социальные события (например, перегруженность после футбольного матча) или выявлять отношение общественности к транспортной системе. Также по определенным данным социальных сетей можно оценивать степень и серьезность проблем с дорожным движением.

2. КСФ моделирование сетевого трафика (CSP traffic network modeling)

КСФ - кибер, социальное (человеческое поведение) и физическое пространства (CSP - cyber, social (human behavior) and physical spaces). Чтобы лучше включать данные из пространств КСФ (CSP) и других многопользовательских данных, должна быть разработана модель КСФ для обеспечения объединения и слияния данных. В будущем следует рассмотреть иерархическую модель сети трафика, которая объединяет физические, семантические, логические и перцептивные сети.

3. Модели потоков в подключенных средах (Flow models under connected environments)

Термины: VACS - Vehicle Automation and Communication Systems (Системы автоматизации и коммуникации транспортных средств); CAVs - connected automated vehicles equipped with VACS (подключенные автоматизированные транспортные средства, оснащенные VACS); RHVs - regular human-piloted vehicles (регулярно пилотируемые транспортные средства)

По мере того, как будет расти популярность VACS, будут применяться в связанных средах комбинации CAVs и RHVs. Поскольку поведение и характеристики CAVs существенно отличаются от поведения RHVs, важно понимать характеристики такого смешанного потока транспортных средств для использования в ИТС.

## **ВЫВОДЫ**

1. За последние два-три года существенно поменялось представление об интеллектуальных транспортных системах и отдельных элементах и подсистемах таких систем. Уровень информации о технологических достижениях в этой области стал выходить на первые места в информационных лентах.

2. В перспективе будет наблюдаться интеграция ИТС с социальными сетями, появятся более совершенные модели ИТС.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Міністерство інфраструктури України і Hyperloop Transportation Technologies підписали Меморандум про взаєморозуміння і співробітництво. 14.06.2018 <https://mtu.gov.ua/news/29901.html>

2. Intelligent Transport (formerly Eurotransport) <https://www.intelligenttransport.com/>

3. Интеллектуальные транспортные системы России <https://itsrussiaforum.ru/magazine/>

4. The 2018 Intelligent Transport Conference (01-02 November, London) <https://www.intelligenttransport.com/intelligent-transport-conference/programme/>

5. Agachai Sumalee, Hung Wai Hoa. Smarter and more connected: Future intelligent transportation system. IATSS Research. Volume 42, Issue 2, July 2018, Pages 67-71 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0386111218300396>

## **МОДЕЛЮВАННЯ ЗМІНИ РІВНЯ ВТОМИ ВОДІЯ В ДОРОЖНЬОМУ ЗАТОРІ**

**Гюлєв Н.У., Лобашов О.О.**

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

### **ВСТУП**

Зростання рівня автомобілізації призводить до насичення і перенасичення транспортної системи міста транспортними потоками. Це призводить до перевищення інтенсивності руху над пропускною спроможністю вулично-дорожньої мережі та до появи черг автомобілів і транспортних заторів, особливо, на перехрестях доріг в ранкові та вечірні пікові періоди. Затори є проблемою практично всіх великих і найбільших міст.

Транспортна система являє собою складну, самоорганізується систему зі своїми особливостями і характеристиками. Активним елементом цієї системи є водій, від стану яких значною мірою залежить ефективність її роботи [1, 2].

Залежно від емоційного стану змінюються і психофізіологічні показники роботи водія. Негативні емоції, викликані надмірним обмеженням свободи діяльності водія і незадовільним станом організації дорожнього руху призводять до порушення режиму роботи водія, його емоційної напруги і, в кінцевому рахунку, до розвитку втоми і до підвищення ймовірності скоєння дорожньо-транспортної пригоди [3–5].

### **МЕТА І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ**

Метою дослідження є моделювання впливу транспортного затору на функціональний стан водія.

Для її досягнення поставлені наступні завдання: вибір і обґрунтування методу оцінки рівня втоми і розробка моделі зміни рівня втоми середньостатистичного водія.

### **МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Експериментальні дослідження полягають у фіксуванні електрокардіограми водіїв при вході в транспортний затор, в самій пробці і при виході з неї.

Автори праць [6, 7] запропонували інтегральний критерій оцінювання функціонального стану людини – рівень стомлення ( $P_c$ ).

Основою визначення рівня стомлюваності оператора є аналіз функціонування серцево-судинної системи людини. При цьому аналізується нерівномірність серцевих скорочень (R-R інтервали).

В основі методики закладена теорія прямо пропорційної залежності нерівномірності кардіоінтервалів і рівня втоми, який в літературних джерелах часто називають показником активності регуляторних систем організму.

Він обчислюється в умовних одиницях (за Баєвським Р. М.) за спеціальним алгоритмом [8]. Його обчислюють за алгоритмом, що враховує п'ять критеріїв:

$$P_c = |A| + |B| + |C| + |D| + |E|, \quad (1)$$

де  $A$  – сумарний ефект регуляції (за показниками математичного очікування);

$B$  – функція автоматизму (за середнім квадратичним відхиленням, за варіаційним розмахом і за коефіцієнтом варіації);

$C$  – вегетативний гомеостаз (за комплексом показників: варіаційним розмахом, амплітудою моди, індексом напруженості регуляторних систем);

$D$  – стійкість регуляції (за коефіцієнтом варіації);

$E$  – активність підкіркових нервових центрів. (визначають на основі відносних потужностей дихальних хвиль і хвиль першого та другого порядку з виділенням станів вираженого і помірного посилення активності підкіркових нервових центрів).

### ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Для розроблення регресійної моделі середньостатистичного водія залучалися водії з усіма типами нервової системи. В експериментальних дослідженнях брали участь водії всіх вікових груп і категорій.

Експериментальні дослідження становили собою фіксування електрокардіограми водіїв під час входження в транспортний затор, у затору і під час виходу з нього.

Для складання математичної моделі впливу транспортного затору на стан водія було обрано модель нелінійного виду. Розмір вибірки визначався відповідно до рекомендацій, викладених в роботі [9]. Під час розроблення моделі було використано відомі методи статистики й регресійного аналізу.

Коефіцієнти регресії обчислювалися за допомогою методу найменших квадратів [10], а їхня значущість – за допомогою критерію Стюдента [10].

$$P_{ск} = 0,018 \cdot B_{\epsilon} + 1,278 \cdot T_3^{0,41} + 0,291 \cdot P_{сн}, \quad (2)$$

де  $P_{ск}$  – рівень стомлення водія під час виходу із затору, ум. од. ;

$B_{\epsilon}$  – вік водія, роки;

$T_3$  – тривалість транспортного затору, хв;

$P_{сн}$  – рівень стомлення під час входження в транспортний затор, ум. од.

Параметри моделі і її статистична оцінка наведено в табл. 1–3.

Таблиця 1 – Характеристики моделі змінювання функціонального стану водія

| Фактори                                | Позначення, розмірність | Межі вимірювань | Коефіцієнт | Стандартна похибка | Критерій Стюдента |           |
|----------------------------------------|-------------------------|-----------------|------------|--------------------|-------------------|-----------|
|                                        |                         |                 |            |                    | розрахунковий     | табличний |
| Вік водія                              | $B_{\epsilon}$ , роки   | 19–67           | 0,018      | 0,006              | 2,98              | 2,0       |
| Тривалість затору                      | $T_3$ , хв              | 2–20            | 1,278      | 0,122              | 10,48             | 2,0       |
| Рівень стомлення при входженні у затор | $P_{сн}$ , ум. од.      | 2,2–52,8        | 0,291      | 0,066              | 4,36              | 2,0       |

З табл. 1 зрозуміло, що в моделі (2) значущими виявилися тільки три фактори. Про їх значущість свідчить перевищення розрахункового значення критерію Стюдента над табличним і відсутність нуля в довірчих інтервалах коефіцієнтів моделі (табл. 2).

Таблиця 2 – Довірчі інтервали коефіцієнтів моделі

| Фактори                                             | Нижня межа | Верхня межа |
|-----------------------------------------------------|------------|-------------|
| Вік водія                                           | 0,006      | 0,031       |
| Тривалість затору зведена в ступінь 0,41            | 1,039      | 0,172       |
| Рівень стомлення при входженні у транспортний затор | 0,160      | 1,518       |

Таблиця 3 – Результати статистичного оцінювання моделі

| Показники                       | Значення |
|---------------------------------|----------|
| Критерій Фішера: розрахунковий  | 3091,00  |
| Коефіцієнт множинної кореляції  | 0,96     |
| Середня помилка апроксимації, % | 19,28    |

Перевищення розрахункового значення критерію Фішера над табличним, що дорівнює 1,36, свідчить про високу інформаційну здатність моделі. Значення коефіцієнта множинної кореляції, що дорівнює 0,96, свідчить про тісний взаємозв'язок між включеними в модель факторами і вихідною функцією.

Адекватність розробленої математичної моделі оцінювалася за допомогою показника середньої похибки апроксимації, який дорівнює 19,28 %.

Також виявлено, що під час перебування в транспортних заторах функціональний стан водіїв з різним темпераментом змінюється по-різному. Було встановлено, що в деяких випадках значення рівня стомлення при виході з транспортного затору виявилися меншими ніж початкові значення при входженні в транспортний затор. Це свідчить про те, що у водіїв деяких темпераментів в транспортному заторі функціональний стан не погіршується.

### **ВИСНОВКИ**

Проведені дослідження і складена регресійна модель свідчить про об'єктивне і негативному впливі транспортного затору на функціональний стан водія. В результаті розробки регресійної моделі виявлені найбільш значущі фактори, що впливають на стан водія в транспортному заторі.

Розроблена модель, правильно відображаючи вплив транспортного затору на функціональний стан водія, може бути застосована для практичного використання в першому наближенні.

Для уточнення отриманих закономірностей подальші дослідження необхідно проводити з метою моделювання впливу заторів на водіїв різних темпераментів.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Гаврилов Е. В. Системология на транспорте / Под заг. ред. М. Ф. Дмитриченка. – Київ : Знання України, 2008. – кн. 5 : Ергономіка. – 256 с.
2. Мишурин В. М. Психофизиологические основы труда водителей автомобилей : / В. М. Мишурин, А. Н. Романов, Н. А. Игнатов. – Москва : МАДИ, 1982. – 254 с.
3. Лобанов, Е. М. Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя [Текст] / Е. М. Лобанов. – М.: Транспорт, 1980. – 311 с.
4. Lagarde E. Emotional stress and traffic accidents: the impact of separation and divorce / E. Lagarde, J. F. Chastang, A. Gueguen, M. Coeuret-Pellicer, M. Chiron, S. Lafont // Epidemiology. – 2004. – № 15. – P. 762–766.
5. Muttart J. W. Evaluation of the influence of several variables upon driver perception response times. York, England / J. W. Muttart // In Proceedings of the 5th International Conference of the Institute of Traffic Accident Investigators. – 2001. – P. 116–129.
6. Баевский Р. М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р. М. Баевский, О. Н. Кириллов, С. З. Клецкин. – Москва : Наука, 1984. – 222 с.
7. Парин В. В. Космическая кардиология / В. В. Парин, Р. М. Баевский, Ю. Н. Волков, О. Г. Газенко. – Ленинград : Медицина, 1967. – 206 с.
8. Баевский Р. М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии / Р. М. Баевский. – Москва : Медицина, 1979. – 298 с.
9. Митропольский А. К. Техника статистических вычислений / А. К. Митропольский. – Москва : Наука, 1971. – 576 с.
10. Завадский Ю. В. Решение задач автомобильного транспорта и дорожно-строительных машин с помощью регрессионного анализа / Ю. В. Завадский. – Москва : МАДИ, 1981. – 116 с.

## **АНАЛІЗ НЕСТАЦІОНАРНОСТІ ВИХІДНОГО СИГНАЛУ ВИМІРЮВАЛЬНОГО КАНАЛУ ТИСКУ ТЕХНІЧНО СКЛАДНИХ ОБ'ЄКТІВ**

**Коваль А.О., Коваль О.А., Мінка С.В.**

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

Найбільш поширеними у складі вимірювальних інформаційних систем технічно складних об'єктів (ТСО) є вимірювальні канали тиску (ВКТ) різного призначення, які потребують неперервного контролю їх метрологічних характеристик з високою достовірністю. В останній час велика увага приділяється бездемонтажному контролю, з допомогою якого оцінюються похибки вимірювань та їх тренд тільки датчиків тиску без зв'язку їх з вимірювальною лінією. Існуючі підходи не дають можливості прогнозувати та оцінювати метрологічні характеристики всього ВКТ з урахуванням взаємодії датчиків тиску та вимірювальної лінії і при цьому характеристики останніх вважаються незмінними в процесі експлуатації, тобто не враховується вплив нестационарності елементів ВКТ.

Отже, основним недоліком існуючих методів контролю метрологічних характеристик ВКТ на ТСО є їх локальність і відсутність прогнозування їхнього змінювання в процесі експлуатації [1]. На цей час не існує єдиного підходу до побудови вимірювальних каналів тиску, які б визначали свої ДХ в автоматичному або автоматизованому режимах в масштабі часу близькому до реального.

Класичний підхід вимагає дослідження характеристик технологічного процесу, що реалізується на об'єкті і створює вхідну дію для ВКТ. Вхідна дія буде розглядатись з точки зору особливостей вимірювання тиску та визначення метрологічних характеристик ВКТ. При цьому необхідно врахувати змінювання модельних характеристик ВКТ в процесі його експлуатації, тобто в результаті його нестационарності. Характер роботи багатьох ТСО такий, що вхідна дія, яка поступає на вимірювальну лінію, є нестационарною. Інерційність існуючих ВКТ приводить до згладжування вихідного сигналу ВКТ, який використовується для обробки, але цей сигнал в багатьох випадках залишається нестационарним.

Оцінка стаціонарності на сьогоднішній день здійснюється з допомогою статистичних пакетів, які основну увагу приділяють класичним методам математичної статистики - кореляційному, регресійному, факторному аналізу та іншим. Ці методи, однак, неможливо ефективно застосовувати для поточного (автоматичного, без участі експерта) аналізу даних. Крім того, системи, що ґрунтуються на статистичній обробці інформації, вимагають від аналітиків апріорних припущень про моделі та спеціальної підготовки вихідних даних (наприклад, формування вибірок), певний вибір моделей із сукупності допущених (для перевірки адекватності опису даних) і, нарешті, професійної інтерпретації результатів. Методи традиційної математичної статистики, що лежать в основі статистичних пакетів, корисні головним чином для перевірки заздалегідь сформульованих гіпотез і для попереднього аналізу, що становить основу оперативної аналітичної обробки даних (OLAP) [2] і зовсім не придатні для поточного автоматичного аналізу вимірювальних даних.

В даній роботі для обробки вимірювальних даних використовувались інтелектуальна система аналізу даних на основі нейронних мереж [3, 4], в основу роботи якої покладено технології Data Mining [3, 4, 5]. Data Mining – це технологія пошуку в великих об'ємах даних неочевидних, об'єктивних закономірностей, періодичностей, трендів, інтервалів стаціонарності, а також їх перевірки на нових вимірювальних вибірках. Знайдені закономірності не виявляються стандартними статистичними методами обробки вимірювальної інформації або навіть досвідченими експертами і тому наперед не можуть вважатись очевидними. Вони будуть цілком відповідати дійсності на відміну, наприклад, від висновку експерта, яке ґрунтується на суб'єктивному і, як наслідок, обмеженому баченні ситуації.

В результаті попередніх статистичних оцінювань було встановлено, що у більшості отриманих вимірюваних часових рядів тиску можна виділити систематичну складову (яка

включає декілька компонент) і випадкову помилку (залишок, шум), яка утрудняє виявлення регулярних компонентів. Як правило, тренд являє собою загальну систематичну лінійну або нелінійну компоненту, яка змінюється в часі. Інерційність технологічних процесів реалізується через цей еволюторний елемент часового ряду.

В окремих технологічних процесах можна виявити певні цикли. Сезонна складова – це періодично повторювана компонента. Її зміна описується, як правило, двома моделями: адитивною і мультиплікативною. Більшість систематичних складових вихідного сигналу ВКТ складаються із тренда, більш-менш регулярних циклічних коливань щодо тренда й періодичної компоненти.

Для виявлення тренду було використано два основні підходи: оцінювання регресії в часі та обчислення послідовних різниць (Differencing). При оцінюванні залежності регресії від часу використовувались лінійний, квадратичний (парабола) та експонентний тренди. Також в процесі досліджень отриманих вимірних вирізок фрагментів вихідного сигналу вимірювального каналу оцінювались послідовні різниці. Застосування цих підходів дозволило вибрати з вимірювальних даних тренд, тобто одержати стаціонарні залишки за умови відсутності періодичної й циклічної складових. При використанні процедур видалення тренда було важливо розрізняти характер тренда, що видаляється. Він може бути детермінованим або стохастичним (випадковим). Дослідження показали, що близько 97% отриманих в результаті експериментів часових рядів є стаціонарними щодо деякого детермінованого тренда – TS ряди (TS – trend stationary). Часові ряди зі стохастичним трендом, який видаляється тільки диференціюванням, становили лише 3% - DS (difference stationary) ряди. Дослідження засвідчили той факт, що вхідний сигнал є нестаціонарним. Він містить декілька складових з законами розподілу близькими до нормального та змінними середніми значеннями та дисперсіями в часі. Кількість складових як і їх параметри змінюються в часі в процесі роботи ТСО. Встановлено, що у вихідному сигналі присутні декілька складових параметри яких (середнє значення та тренд) міняються в часі. Разом з тим на гістограмі складові не вирізнялись, що свідчить про те що складові вихідного сигналу мають змінні в часі середнє значення і дисперсію, тобто існує нестаціонарність сигналу. Це змушує здійснювати статистичну обробку на окремих часових фрагментах вихідного сигналу. Даний вихідний сигнал являє собою випадковий процес, який розподілений за законом близьким до нормального з середнім значенням 16 МПа. Однак гістограма цього процесу свідчить наявність в сигналі двох складових з середніми значеннями близькими до 15.98 МПа та 16.045 МПа. Характер автокореляційної функції свідчить про наявність циклічної компоненти у вибраному часовому фрагменті. Оскільки модель тренду нам не відома, то найпростіше оцінити тренд і циклічну компоненту можна за допомогою ковзаючого середнього. Після згладжування вихідного сигналу ковзаючим середнім прямокутного вікна тривалістю 10 с (2000 вимірів) вже можна виділити циклічні складові і приблизно оцінити тренд. Оцінка періоду флуктуацій згладженого сигналу показала наявність двох періодичних складових. Автокореляційна функція згладженого сигналу має вигляд, який характерний для часового ряду з трендом. Автокореляційна функція не наближається до нуля з ростом лагу  $k$  (лаг – кількість інтервалів аналізу на даній часовій вибірці). Для оцінки та видалення трендів з часових вибірок вихідного сигналу ВКТ використовувався метод найменших квадратів.

Візуальне вивчення графіків дозволило припустити що тренд цього ряду носить лінійний характер. Визначений тренд описується виразом:

$$P(t) = t \cdot 5.7 \cdot 10^5. \quad (1)$$

Таким чином, з вибраного часового фрагменту вихідного сигналу ВКТ необхідно видалити тренд (1). Автокореляційна функція обробленого сигналу на тривалості фрагменту в 12 хв змінюється від 1 до 0.985, що свідчить про наявність залишків нестаціонар-

ності. Подальший аналіз показав, що залишки нестационарності складають: по флуктуаціям середнього значення та дисперсії 0.15% а по флуктуаціям амплітуди 0.3%.

Загалом вихідний сигнал вибраного фрагменту часової вимірної вибірки після проведеної обробки на усунення нестационарності можна вважати квазістационарним. Це також підтверджує спектр обробленого сигналу, кількість його складових практично не змінилось і він тільки незначно змістився.

Таким чином, в результаті проведених досліджень вихідного сигналу ВКТ на стаціонарність встановлено що:

- вихідний сигнал ВКТ є нестационарним флуктуючим процесом;
- причина нестационарності вихідного сигналу обумовлена специфікою роботи ТСО;
- вихідний сигнал ВКТ складається з багатьох часових фрагментів сталих амплітуд, тривалість цих фрагментів різна і складає від одиниць секунд до 30 хв;
- нестационарність вихідного сигналу ВКТ усувається з використанням методу згладжування ковзаючим середнім та методу найменших квадратів на тривалості всієї вимірної вибірки (але при цьому буде втрачена інформативність сигналу і появиться додаткова похибка вимірювань тиску) або на тривалості окремих часових фрагментів, що вирізані із вимірної вибірки;
- усунути нестационарність вихідного сигналу ВКТ повністю неможливо, рівень залишків носить як суб'єктивний так і об'єктивний характер: він визначається як рівнем підготовки дослідника, так і можливостями програмного забезпечення, яке використовується, і становить 0.3...0.7%;
- за результатами досліджень встановлено, що інтервал стаціонарності вихідного сигналу ВКТ визначається тривалістю часового фрагменту сталої амплітуди і лежить в межах 5с...25 хв.;
- з метою автоматизації обробки часових фрагментів сталої амплітуди і усунення нестационарності вихідного сигналу ВКТ необхідно додатково розробляти нечіткі вимірювальні алгоритми.

Отримані результати аналізу нестационарності вихідного сигналу вимірювального каналу тиску технічно складних об'єктів можуть бути використані при моделюванні та проектуванні вимірювальних інформаційних систем технічно складних об'єктів.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. А. О. Коваль, О. А. Коваль Просторово розподілені інтелектуальні вимірювальні інформаційні системи: монографія / А. О. Коваль, О. А. Коваль – Х. : Видавництво "Лідер", 2017, - 146 с.
2. Saggin B. Dynamic error correction of a thermometer for atmospheric measurements / B. Saggin, S. Debei, M. Zaccariotto // Measurement. – 2015. – № 30. – P. 223–230.
3. Cessac B. Neural Networks as dynamical systems / Cessac. // International Journal of Bifurcations and Chaos. – 2014. – №6. – С. 1585–1629.
4. Gonzalez C. Instance-based learning: integrating sampling and repeated decisions from experience / Gonzalez. // Psychol. Rev.. – 2015. – №118. – С. 523–551.
5. МИ 1317-2004 ГСИ. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров // ФГУП ВНИИМС. – 2004.

## ФАКТОРИ ВИБОРУ ПАСАЖИРОМІСТКОСТІ АВТОБУСУ НА МІСЬКИХ МАРШРУТАХ

Понкратов Д. П., Давідіч Н.В.

Харківський національний університет міського господарства  
імені О.М. Бекетова, Україна

Питання оптимізації вибору пасажиромісткості автобусів є важливим з точки зору прийняття обґрунтованих рішень щодо організації перевізного процесу. Ухвалення рішень має спиратись на знання загальних закономірностей, що зумовлюють цей процес.

Кожен маршрут міського пасажирського транспорту характеризується значним набором параметрів. З наукової точки зору важливим є встановлення факторів, що зумовлюють вибір пасажиромісткості та встановлення їх впливу, як за напрямком, так й силою. Раніше проведені дослідження показують, що основним фактором, який визначає вибір місткості транспортних засобів міського пасажирського транспорту, є величина пасажиропотоку [1-3]. Проте величина пасажиропотоку хоча є вагомим фактором вибору пасажиромісткості автобусів, проте не єдиним.

Для оцінки впливу факторів вибору пасажиромісткості автобусу використовували оптимізаційну модель, що наведена у праці [4]. Методика проведення дослідження передбачала проведення модельного експерименту шляхом поетапного варіювання двох факторів при сталих значеннях інших параметрів. Як керовані змінні було розглянуто величину пасажиропотоку на найбільш завантаженому перегоні маршруту, довжину маршруту та середній дохід пасажирів. Величину пасажиропотоку на найбільш завантаженому перегоні маршруту варіювали на чотирьох рівнях: 400; 1200; 2000; 3000 пас./год. Довжину маршруту розглядали у діапазоні від 3 до 20 км, а середній дохід пасажирів – від 3000 до 10000 грн./міс. Інші параметри перевезень приймали за середніми значеннями для автобусних маршрутів у м. Харкові. Результати розрахунків наведені у табл. 1, 2.

Таблиця 1 – Залежність оптимальної пасажиромісткості автобусу від величини пасажиропотоку на найбільш завантаженому перегоні та довжини маршруту

| Максимальний пасажиропотік ( $F_{\max}$ ), пас./год | Довжина маршруту, км |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------------------------------------|----------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
|                                                     | 3,0                  | 4,7 | 6,4 | 8,1 | 9,8 | 11,5 | 13,2 | 14,9 | 16,6 | 18,3 | 20,0 |
| 400                                                 | 37                   | 46  | 50  | 52  | 54  | 55   | 56   | 57   | 58   | 59   | 59   |
| 1200                                                | 64                   | 73  | 80  | 89  | 92  | 94   | 95   | 97   | 98   | 99   | 99   |
| 2000                                                | 88                   | 104 | 119 | 115 | 118 | 121  | 123  | 125  | 126  | 127  | 128  |
| 3000                                                | 114                  | 117 | 128 | 144 | 145 | 148  | 150  | 152  | 154  | 155  | 156  |

Таблиця 2 – Залежність оптимальної пасажиромісткості автобусу від величини пасажиропотоку на найбільш завантаженому перегоні маршруту та середнього доходу пасажирів

| Максимальний пасажиропотік ( $F_{\max}$ ), пас./год | Середній дохід пасажирів, грн./міс. |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
|                                                     | 3000                                | 3700 | 4400 | 5100 | 5800 | 6500 | 7200 | 7900 | 8600 | 9300 | 10000 |
| 400                                                 | 67                                  | 62   | 56   | 53   | 50   | 46   | 46   | 46   | 40   | 38   | 38    |
| 1200                                                | 110                                 | 103  | 98   | 91   | 91   | 91   | 75   | 68   | 68   | 68   | 68    |
| 2000                                                | 141                                 | 132  | 120  | 117  | 109  | 98   | 98   | 98   | 98   | 98   | 95    |
| 3000                                                | 170                                 | 180  | 162  | 159  | 155  | 155  | 155  | 155  | 155  | 155  | 155   |

Графічну інтерпретацію отриманих результатів зображено на рис. 1, 2.

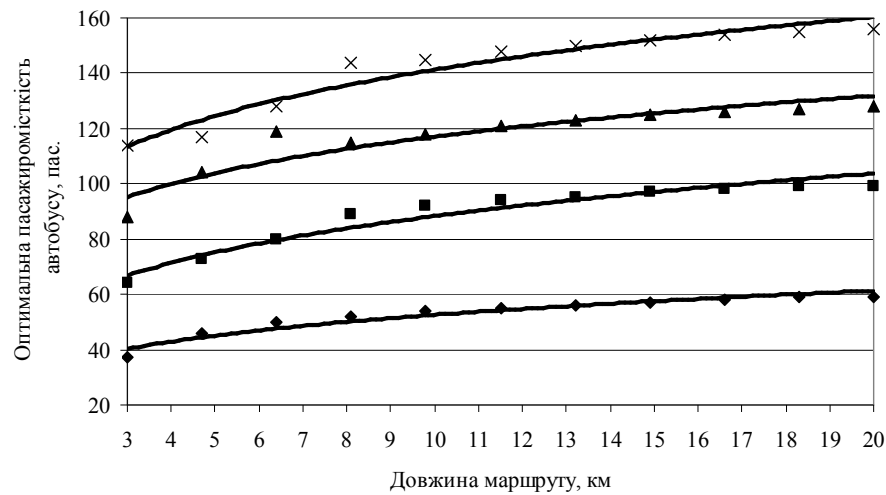


Рисунок 1 – Графік залежності оптимальної пасажиромісткості автобусу від довжини маршруту, при:

◆ -  $F_{\max} = 400$  пас./год; ■ -  $F_{\max} = 1200$  пас./год;  
 ▲ -  $F_{\max} = 2000$  пас./год; × -  $F_{\max} = 3000$  пас./год.

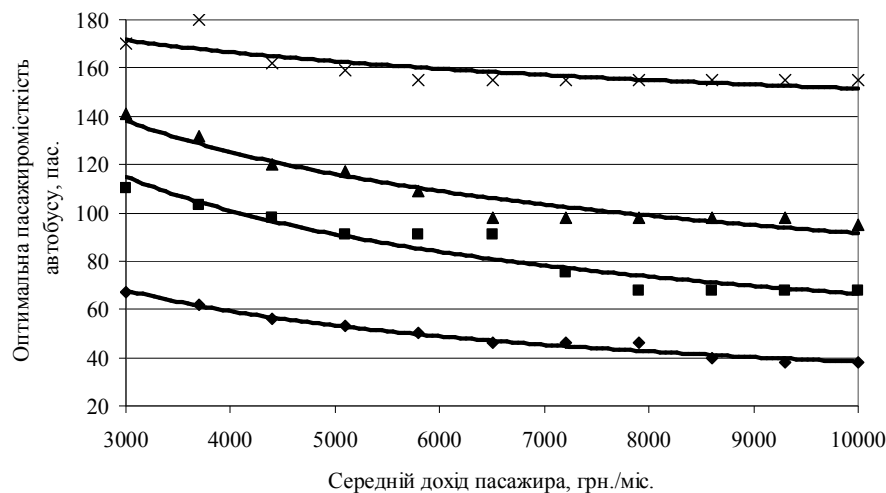


Рисунок 2 – Графік залежності оптимальної пасажиромісткості автобусу від величини середнього доходу пасажирів, при:

◆ -  $F_{\max} = 400$  пас./год; ■ -  $F_{\max} = 1200$  пас./год;  
 ▲ -  $F_{\max} = 2000$  пас./год; × -  $F_{\max} = 3000$  пас./год.

З рис. 1 можна зробити висновок, що зі зростанням довжини маршруту збільшується й оптимальна пасажиромісткість автобусу. Наприклад, за величини пасажиропотоку на найбільш завантаженому перегоні маршруту 1200 пас./год та довжині маршруту 3 км оптимальна пасажиромісткість автобусу складає 64 пас. (середній клас пасажиромісткості), а при цій ж потужності пасажиропотоку та довжині маршруту 20 км оптимальна пасажиромісткість становить 99 пас. (великий клас пасажиромісткості). Тобто така зміна довжини маршруту призводить до збільшення оптимальної пасажиромісткості автобусу на 54,69 %.

Іншим показником, що впливає на оптимальну пасажиромісткість автобусу, є величина середнього доходу пасажирів (рис. 2). У математичній постановці завдання вибору пасажиромісткості автобусу у праці [4] цей показник визначає вартісну оцінку витрат тра-

транспортного часу пасажирів та величину грошових втрат пасажирів, зумовлених розвитком транспортної стомлюваності пасажирів внаслідок пересування.

Результати розрахунку показують, що зі зростанням середнього доходу пасажирів зменшується оптимальна пасажиромісткість автобусу. Так, наприклад, за величини пасажиропотоку на найбільш завантаженому перегоні маршруту 1200 пас./год та середнього доходу пасажирів 3000 грн./міс. оптимальна пасажиромісткість автобусу складає 110 пас. (великий клас пасажиромісткості), а при цій же потужності пасажиропотоку та величині середнього доходу пасажирів 10000 грн./міс. оптимальна пасажиромісткість становить 68 пас. (середній клас пасажиромісткості). У відносному вираженні зміна середнього доходу пасажирів у зазначеному діапазоні призводить до зменшення оптимальної пасажиромісткості автобусу на 38,18 %. Такий перебіг подій може бути пояснений тим, що застосована оптимізаційна модель передбачає мінімізацію сукупних витрат перевізника та пасажирів. Зміна доходу пасажирів розглядається за постійних складників витрат транспортного підприємства на забезпечення процесу перевезень. За таких умов більший пріоритет надається соціальній стороні питання. Тобто зі збільшенням доходів пасажирів спостерігається зсув у бік забезпечення більшої якості перевезень. Це досягається за рахунок організації перевезень пасажирів автобусами меншої пасажиромісткості у більшій кількості порівняно з меншим рівнем доходів пасажирів. Така зміна параметрів перевезень забезпечує менші інтервали руху та сприяє скороченню витрат часу очікування пасажирів на зупинних пунктах маршруту. У свою чергу, підвищення якості транспортних послуг робить такий маршрут більш привабливим з боку пасажирів. Як наслідок, більша кількість пасажирів буде обирати такий маршрут, що позначиться на зростанні обсягів перевезень.

Таким чином, на підставі проведених досліджень встановлено, що вагомими факторами вибору пасажиромісткості автобусу є довжина маршруту та рівень доходів пасажирів. За однакових параметрах пасажиропотоку, на маршрутах більшої протяжності оптимальна пасажиромісткість автобусів зростає. Разом з цим, зростання рівня доходів населення, за умовної сталості величини витрат перевізника, робить більш вагомим соціальний аспект перевізного процесу. Це вимагає засвоєння заданих пасажиропотоків автобусами меншої пасажиромісткості, але з залученням більшої кількості рухомих одиниць.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Jara-Díaz S. Towards a general microeconomic model for the operation of public transport / S. Jara-Díaz, A. Gschwender // *Transport Reviews*. – 2003. – Vol. 23. – № 4. – pp. 453-469.
2. Moccia L. Improved models for technology choice in a transit corridor with fixed demand / L. Moccia, G. Laporte // *Transportation Research Part B: Methodological*. – 2016. – Vol. 83. – pp. 245–270.
3. Jara-Díaz S. R. The effect of financial constraints on the optimal design of public transport services / S. R. Jara-Díaz, A. Gschwender // *Transportation*. – 2009. – Vol. 36. – № 1. – pp. 65-75.
4. Доля В. К. Цільова функція вибору пасажиромісткості транспортних засобів на міських маршрутах / В. К. Доля, Д. П. Понкратов // *Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту*. – 2016. – № 161. – С. 44-52.

## **ІНТЕРПОЛЯЦІЯ КРИВОЇ НАМАГНІЧУВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ КУБІЧНОГО СПЛАЙНУ**

**Рожков П.П.<sup>1</sup>, Рожкова С.Е.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова

<sup>2</sup>Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

### **ВСТУП**

Сучасні гібридні автомобілі та електромобілі – це складні електромеханічні системи, ефективність функціонування якої суттєво залежить від оптимального вибору параметрів тягового двигуна [1]. При проектуванні таких автомобілів слід враховувати особливості режимів роботи тягового двигуна, його взаємодії з тяговою акумуляторною батареєю, з метою збільшення пробігу без перезарядження.

### **АКТУАЛЬНІСТЬ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Останні теоретичні і експериментальні дослідження, відображені в публікаціях, свідчать про великий інтерес до створення електромобілів, які, при прийнятній ціні, мають високі експлуатаційні характеристики [2].

Вибір тягового двигуна, розрахунок його механічних та електричних характеристик, коефіцієнта корисної дії частіше за все виконується з використанням спрощених математичних моделей, які не враховують нелінійності кривої намагнічування сталі електричної машини [3].

Для збільшення адекватності математичної моделі вентильного двигуна при розв'язанні системи нелінійних рівнянь методом Рунга-Кута пропонується виконувати апроксимацію або інтерполяцію кривої намагнічування сталі електричної машини за допомогою вбудованих функцій сплайн-інтерполяції середовища MathCAD 2001 [4].

В разі використання інших методів розв'язання системи нелінійних рівнянь потрібне аналітичне подання кривої намагнічування та її похідної. Тому дослідження, пов'язані з інтерполяцією кривої намагнічування, вважаються досить актуальними.

### **ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ**

Метою є визначення інтерполяційного кубічного сплайну для кривої намагнічування різних електротехнічних сплавів.

Аналіз моделей апроксимації кривої намагнічування

До функції, що апроксимує характеристику намагнічування, пред'являються наступні вимоги:

- функція повинна давати найбільш точне наближення;
- оскільки функція використовується в операціях диференціювання, її похідна також повинна давати найбільш точне наближення;
- похідна функції повинна бути безперервною на досліджуваній області визначення;
- функція не повинна приводити до занадто складних розрахунків;
- функція повинна бути непарною;
- функція не повинна мати точок перегину на обох півосях.

У теперішній час відомі різні способи апроксимації, що стосуються як безпосередньо кривих намагнічування феромагнітних матеріалів, так і характеристик намагнічування електричних машин або окремих елементів їхніх магнітних ланцюгів (ярма, зубців тощо). Можливо, наприклад, застосування рівняння параболі

$$B_m = kH_m^{1/n} \quad (n = \text{var}),$$

що дає гарний збіг в області сильних полів і трохи гірше – в області слабких полів. Для області середніх полів (на «колiні» кривої) це просте рівняння становиться невідповідним.

Найкраще задовольняє вимогам до апроксимуючих функцій формула арктангенса з трьома коефіцієнтами та лінійним членом [5]

$$B = \alpha \cdot \arctg(\beta H) + \gamma H, \quad (1)$$

де  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  – коефіцієнти апроксимації.

Для визначення коефіцієнтів апроксимації  $\alpha$ ,  $\beta$  і  $\gamma$  цієї функції доцільно використати метод найменших квадратів.

Кубічна сплайн-інтерполяція

На кожному з  $n$  інтервалів відповідне значення магнітної індукції  $B$  для поточного значення напруженості магнітного поля  $H$  визначається за формулою

$$B = a_i (H - H_i)^3 + b_i (H - H_i)^2 + c_i (H - H_i) + d_i,$$

де  $i=1, 2, \dots, n$ .

Проведемо кубічну сплайн-інтерполяцію кривої намагнічування для сталі 3411(Э310). Експериментальні точки наведені в табл. 1. Коефіцієнти кубічного полінома наведені в табл. 2.

Таблиця 1 – Експериментальні точки кривої намагнічування для сталі 3411(Э310)

| №      | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7    | 8    | 9    | 10   | 11    |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|-------|
| H, А/м | 170 | 220 | 280 | 370 | 500 | 700 | 1000 | 2000 | 4000 | 9200 | 40000 |
| B, Тл  | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,6  | 1,7  | 1,8  | 1,9  | 2,0   |

Таблиця 2 – Коефіцієнти сплайн-інтерполяції кубічним поліномом

| №  | $a_i$         | $b_i$         | $c_i$        | $d_i$ |
|----|---------------|---------------|--------------|-------|
| 1  | -2,201595E-08 | 0             | 2,05504E-03  | 1,0   |
| 2  | -6,97507E-09  | -3,302392E-06 | 1,889921E-03 | 1,1   |
| 3  | 1,271832E-08  | -4,557905E-06 | 1,418303E-03 | 1,2   |
| 4  | 4,9763E-10    | -1,123958E-06 | 9,069355E-04 | 1,3   |
| 5  | 1,151004E-09  | -9,298818E-07 | 6,399364E-04 | 1,4   |
| 6  | -1,096386E-11 | -2,392797E-07 | 4,061041E-04 | 1,5   |
| 7  | 8,957113E-11  | -2,491472E-07 | 2,595761E-04 | 1,6   |
| 8  | -4,781919E-12 | 1,956624E-08  | 2,999514E-05 | 1,7   |
| 9  | 5,845073E-13  | -9,125268E-09 | 5,087709E-05 | 1,8   |
| 10 | 7,525671E-17  | 6,953721E-12  | 3,389537E-06 | 1,9   |

На рис. 1 представлено криву намагнічування сталі 3411(Э310), що побудована за допомогою сплайн-інтерполяції кубічним поліномом.

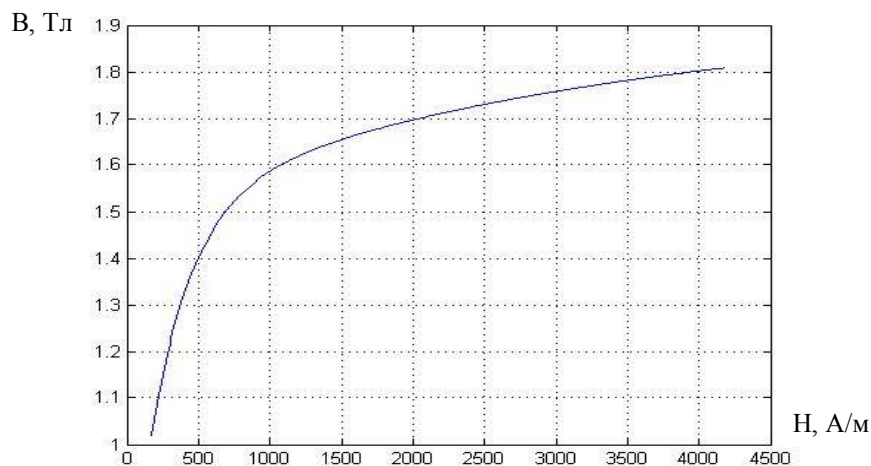
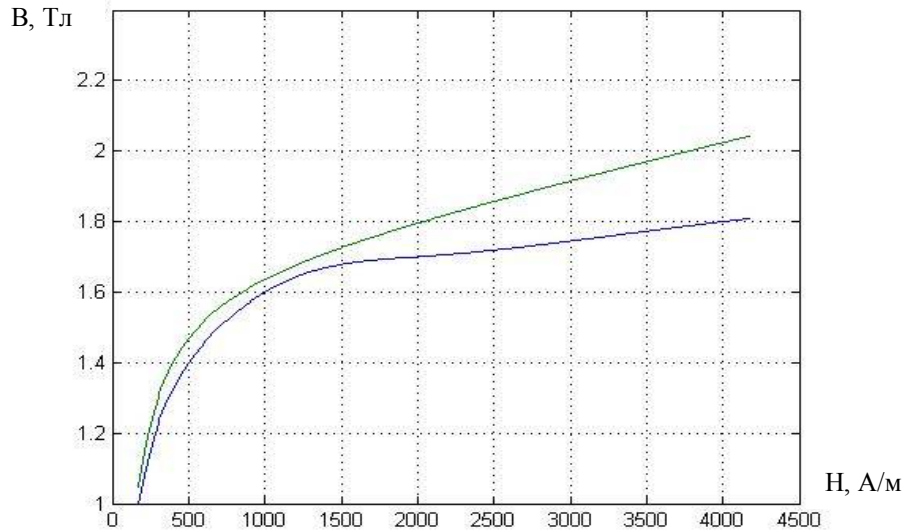


Рисунок 1 – Крива намагнічування сталі 3411(Э310)

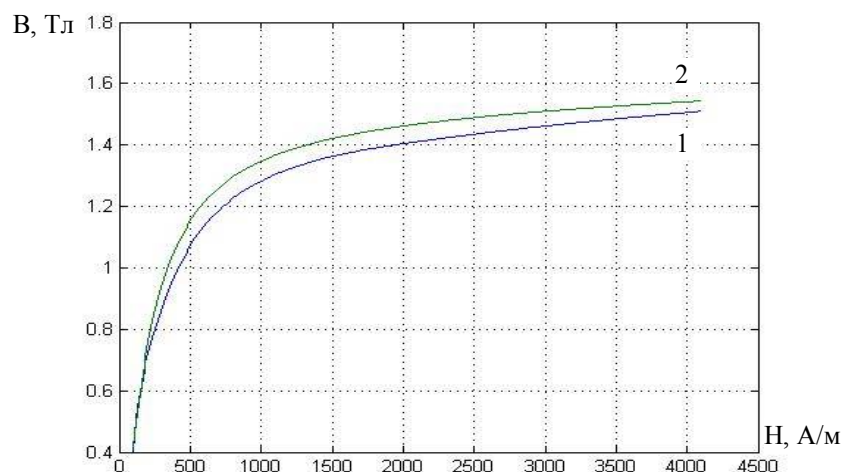
Проведемо порівняльний аналіз апроксимації кривої намагнічування для сталі 3411(Э310) за допомогою формули (1) з коефіцієнтами апроксимації  $\alpha=1,5536$ ,  $\beta=0,008687$ ,  $\gamma=9,1927 \cdot 10^{-5}$ , що були визначені за допомогою метода найменших квадратів та кривої, отриманої за допомогою кубічної сплайн-інтерполяції. Результати розрахунків представлені на рис. 2.



1 – кубічна сплайн-інтерполяція, 2 – апроксимація  
Рисунок 2 – Крива намагнічування сталі 3411(Э310)

Аналіз кривих на рис. 2 показує, що кубічна сплайн-інтерполяція точно влучає в опорні точки, а крива апроксимації, починаючи від значення  $H=1500$  А/м, все більше відходить від опорних точок.

Проведемо порівняльний аналіз апроксимації кривої намагнічування для сталі 1512(Э42) за допомогою формули (1) з коефіцієнтами апроксимації  $\alpha=0,97794$ ,  $\beta=0,475862$ ,  $\gamma=1,4048 \cdot 10^{-5}$  та кривої, отриманої за допомогою кубічної сплайн-інтерполяції. Результати розрахунків представлені на рис. 3.



1 – кубічна сплайн-інтерполяція, 2 – апроксимація  
Рисунок 3 – Крива намагнічування сталі 1512(Э42)

Аналіз кривих на рис. 3 показує, що крива кубічної сплайн-інтерполяції та крива апроксимації проходять досить близько одна біля одної і для сталі 1512(Э42) можна з невеликою похибкою вважати їх рівноцінними.

## **ВИСНОВКИ**

Кубічна сплайн-інтерполяція кривої намагнічування сталі має суттєву перевагу перед апроксимаційними формулами, оскільки точно влучає в точки інтерполяції для будь-яких ферромагнітних матеріалів і задовольняє усім вимогам до формул апроксимації.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Бажинов А. В. Разработка тягового электропривода гибридного автомобиля / А. В. Бажинов, В. Я. Двадненко, А. В. Колесников // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту: науково-виробничий збірник / АДІ «ДонНТУ». – Горлівка, 2009. – № 1.(8) – С. 118-122.
2. Лохнин В. В., Кузьмицкий Е. В. Тяговый вентильный электропривод на современных автотранспортных средствах // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 6-2. – С. 278-283.
3. Двадненко В. Я. Расчет основных характеристик тягового вентильного электродвигателя на базе автомобильного генератора, Автомобильный транспорт, вып. 35, – С. 80 – 86, 2014.
4. Рисованный С. В. Проектирование вентильных реактивных двигателей : монография / С. В. Рисованный, В. Б. Финкельштейн; Харьк. нац. ун-т гор. хоз-ва им. А.Н. Бекетова. – Х.: ХНУГХ, 2014. – 245 с.
5. Зарицкая Е.И., О.П. Никитин О.П., А.М. Олейников А.М. Статические характеристики намагничивания ферромагнитных материалов и их аппроксимация // Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України: Зб. наук. пр. — К.: ІЕД НАНУ, 2012. — Вип 31. — С. 134-138.

## **СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ЕНЕРГЕТИКИ ЕЛЕКТРОКВАДРОЦИКЛУ**

**Серікова І. О., Медведський К. І.**

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

### **ВСТУП**

Мета роботи – розробка електронної системи визначення остаточного заряду тягової батареї електроквадроциклу. Об'єкт дослідження – моніторинг електроенергетики квадроциклу. Предмет дослідження – статистичний аналіз споживаного струму та напруги.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Проведено аналіз існуючих систем, що виробляються сучасною промисловістю. Обґрунтовано розробку мікроконтролерної системи для збирання вимірної інформації. Розроблено мікроконтролерну систему, що складається з скануючої системи та блоку зберігання отриманих даних, робота якого заснована на мікроконтролерному керуванні. Розроблена електрична принципова схема запропонованої системи, виконані необхідні розрахунки. Створені друковані плати модулів системи та зібрано діючий прототип пристрою.

Науковцями кафедри автомобільної електроніки створено електроквадроцикл, тяговим приводом якого є вентильний двигун на базі генератору Г-290, а накопичувачами енергії – літій-марганцеві акумуляторні батареї, що застосовуються в електромобілях Nissan Leaf, кількістю 8 штук, ємністю 60 А/год кожна, загальна напруга АКБ складає 40 В в розрядженому стані, 67,2 В – в зарядженому.

Електроквадроцикл та його складові наведені на рисунку 1.



Рисунок 1 – Електроквадроцикл, вентильний двигун та літєва батарея

Для визначення ступеню розряду акумуляторної батареї та підвищення ефективності енергії, що використовується, вкрай необхідне застосування системи моніторингу електроенергетики квадроциклу. Ця система дозволяє оператору контролювати витрачання електричної енергії та спостерігати потоки електричної потужності між агрегатами електроквадроциклу в реальному режимі часу.

Була створена вимірвальна система, наведена на рисунку 2, що складається з датчиків струму в кожному плечі частотного перетворювача, а також датчиків фазних струмів.

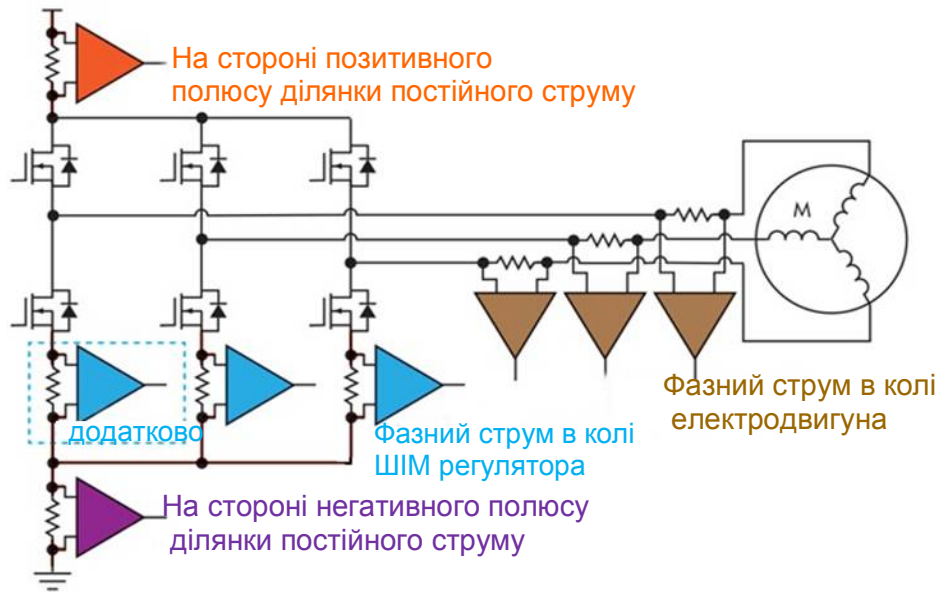


Рисунок 2 – Вимірвальна система моніторингу струмів у частотному перетворювачі електроприводу квадроциклу

Система цифрової обробки даних (рисунок 3) перетворює аналоговий сигнал з датчиків струму у цифровий вигляд. Це дозволяє проводити їхню обробку, аналіз та запам'ятовування на накопичувачах для подальшого аналізу.

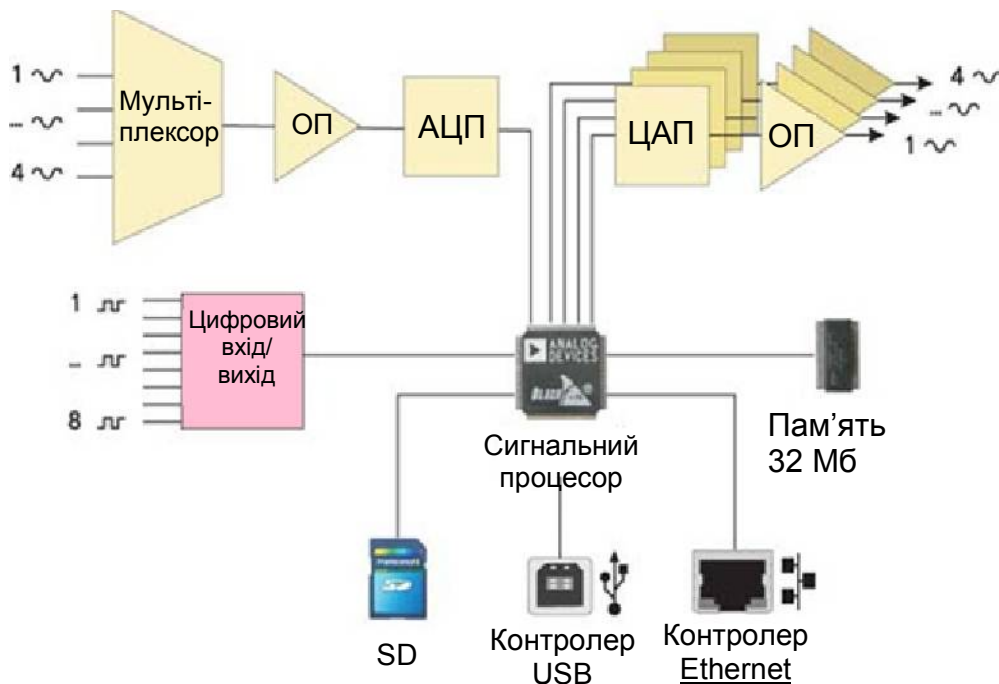


Рисунок 3 – Система цифрової обробки даних

Вибір режимів роботи компонентів системи моніторингу енергетики електрокварциклу здійснюється не тільки по технічних характеристиках, але й по можливості безвідмовної роботи в даних умовах експлуатації.

На основі розглянутих схемних рішень найбільш оптимальним варіантом для застосування в пропонованому датчику струму є мікросхема мікроконтролера з аналого-цифровим перетворювачем.

Найбільш зручним в якості чутливого елементу датчика струму є сенсор Холу. Він дозволяє позбавитися гальванічного зв'язку між силовим током та сигналом з датчика. На рисунку 4 зображений принцип дії датчика струму та його конструкція. Цей датчик може виміряти як прямий струм, так і зворотній. При відсутності струму на сигнальній лінії присутня половина від напруги живлення.

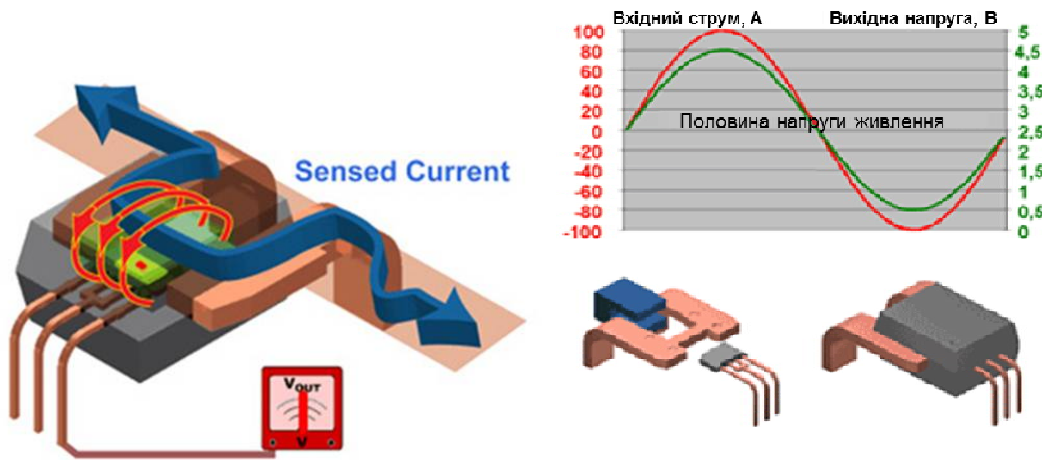


Рисунок 4 – Система цифрової обробки даних

### ВИСНОВКИ

У роботі проведений аналіз схемних рішень щодо створення системи моніторингу електроенергетики електроквадроциклу. Доведена доцільність використання цифрової системи моніторингу.

Запропоновано застосування датчиків струму з гальванічною розв'язкою. Розроблена електрична принципова схема запропонованого пристрою, виконані необхідні розрахунки.

Система моніторингу має наступні показники:

- споживана потужність – 3 Вт;
- діапазон визначення струму – 0...100 А.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Амбарцумян В.В. Экологическая безопасность автомобильного транспорта. – М.: Научтехлитиздат, 1999. – 208 с.
2. Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств / О. В. Алексеев, А. А. Головкин, И. Ю. Пивоваров, Г. Г. Чавка; Под ред. О. В. Алексеева. – М.: «Висш. шк.», 2000. – 240 с.
3. Сташенко В. Б. P-CAD. Технологія проектування печатних плат». – С-Пб.: БХВ-Петербург, 2003. – 720 с.

## **ПРИНЦИПИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ СУЧАСНОГО ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ**

**Серікова І.О., Ходак С.С.**

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

### **ВСТУП**

Об'єкт дослідження - ефективне використання тягового двигуна електромобіля. Предмет дослідження – векторне керування енергетичними параметрами тягового двигуна електромобіля.

Мета роботи – підтримка заданих параметрів двигуна електромобіля за допомогою векторного керування.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Проведено аналіз існуючих методів, що дозволяють істотно підвищити ефективність використання тягового двигуна електромобіля. Обґрунтовано застосування векторного керування енергетичними параметрами тягового двигуна електромобіля. Проаналізована робота системи визначення параметрів двигуна, що складається з датчиків струму, датчиків положення ротору, блоку нормування сигналу з датчика та мікроконтролерної системи. Проаналізовані можливі методи визначення положення ротору в момент пуску двигуна.

Використання частотного перетворювача спрямоване на розв'язок важливих задач. Вони полягають у здійсненні керування моментом і швидкістю електродвигуна. Дані вимоги вказують на необхідність обмежувати струм двигуна, а також момент припустимими значеннями. Це виконується в процесах пуску, гальмування, а також при змінах навантаження електромобіля. Робити це потрібно для того, щоб обмежувати динамічні ударні навантаження в механізмі перетворювача частоти. При цьому відзначаються перевантаження при роботі й необхідність в регулюванні моменту двигуна, яка виконується безупинно. Також виконання таких дій потрібно, коли необхідно точно підтримати зусилля на електроприводі електромобіля.

Існують різні методи частотного керування, які дозволяють розв'язати різні завдання при регулюванні швидкості й змінюванні моменту електродвигуна електромобіля, серед яких два основних методи – векторний і скалярний. Кожний з них має свої характерні риси, на яких слід зупинитися більш докладно.

Перший метод керування – скалярний. Особливість скалярного керування полягає в його поширеності. Зміна амплітуди, а також частоти живлячої напруги виступає в якості основного принципу, на якому ґрунтується даний метод.

Другий метод, що використовується за допомогою частотних перетворювачів в керуванні електротяговим пристроєм електромобіля – це векторний. Це такий метод керування синхронними й асинхронними двигунами, при якому формуються не тільки гармонійні струми (напруги) фаз, але й забезпечується керування магнітним потоком ротора, а саме, моментом на валу електродвигуна. Векторне керування застосовується у випадку, коли в процесі експлуатації навантаження може мінятися на одній і тій же частоті, тобто немає чіткої залежності між моментом навантаження й швидкістю обертання, а також у випадках, коли необхідно одержати розширений діапазон регулювання частоти при номінальних моментах.

Системи векторного керування розділяються на два класи – це бездатчикові та зі зворотним зв'язком. Область застосування дозволяє визначити застосування певного методу. Застосування бездатчикових систем можливе, коли швидкість обертів тягового двигуна електромобіля змінюється не більше чим 1:100, а точність підтримки швидкості становить не більше чим  $\pm 0,5 \%$ . При аналогічних показниках, що становлять 1:1000 і  $\pm 0,01 \%$  відповідно прийнято використовувати системи зі зворотним зв'язком.

Перевагами векторного методу керування є швидкість реакції щодо зміни навантаження, а в області малих частот обертання двигуна характеризується плавністю, відсутністю ривків. Увага залучає забезпечення на валу за умови нульової швидкості номінального моменту, якщо є датчик швидкості. Регулювання швидкості виконується при досягненні високої точності. Усі ці переваги стають важливими на практиці використання електромобілів.

Якщо в скалярних перетворювачах частоти об'єктом контролю і керування є тільки магнітне поле статора, то у векторних моделях об'єктом контролю і керування є й магнітне поле статора і ротора, а точніше – їхня взаємодія з метою оптимізації моменту обертання на різних швидкостях. Що стосується методів контролю й керування, то коли застосовується скалярний метод керування - використовується вихідна частота й струм частотного перетворювача, а у випадку з векторним керуванням - вихідна частота, струм і його фаза.

На рисунку 1 зображено одну з можливих схем керування частотним перетворювачем приводу електромобіля з застосуванням спостерігача стану.

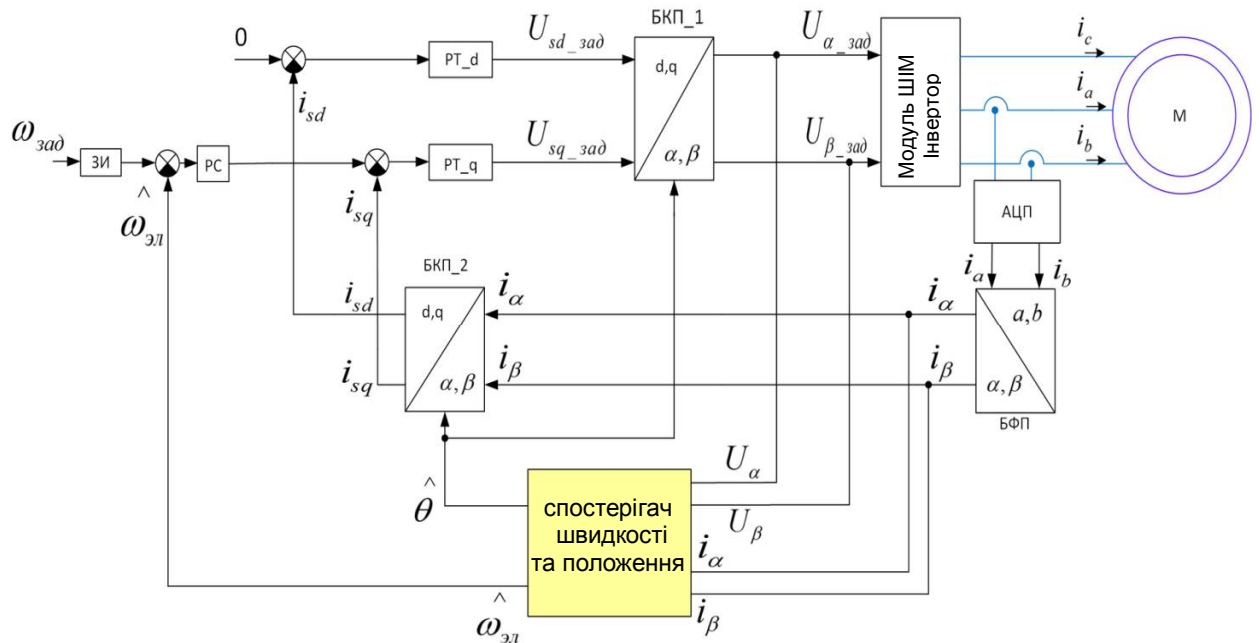


Рисунок 1 – Регулювач по швидкості та положенню ротора

На рисунку 2 показано спрощену класифікацію спостерігачів стану.

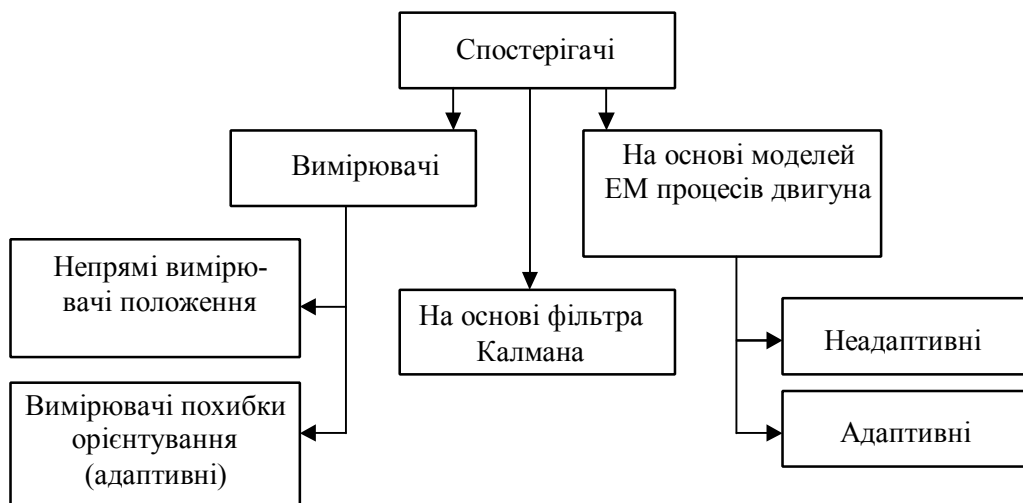


Рисунок 2 – Класифікація спостерігачів

Непрямі вимірники положення застосовуються в бездатчикових приводах. Для виміру положення ротора вони використовують магнітну неоднорідність властивостей двигуна. Метод високочастотної інжекції зводиться до генерації силовим інвертором високочастотного тестуючого сигналу й пошуку по реакції на цей сигнал реального положення ротора. Вимірювачі похибки орієнтування застосовуються в бездатчикових приводах та визначають положення обертової системи координат, використовуючи внутрішні сигнали системи керування, що залежать від помилки її орієнтування. Неадаптивні спостерігачі на основі моделей двигуна застосовуються в асинхронних приводах з датчиками швидкості або положення. Адаптивні спостерігачі на основі моделі двигуна можуть застосовуватися як у датчикових, так і в бездатчикових приводах.

### **ВИСНОВКИ**

У роботі було проведено обґрунтування використання векторного керування в частотних перетворювачах тягового електроприводу, що дозволяє суттєво підвищити ефективність використання енергії батареї електромобілю. Розглянуті принципи побудови модулів перетворювачів для живлення обмоток електродвигуна електромобіля та варіанти векторного керування, види спостерігачів. Проаналізовані способи, що дозволяють визначити положення ротору. З'ясовано, що векторне керування в частотних перетворювачах дозволяє суттєво підвищити ефективність використання енергії батареї електромобілю, що продовжує пробіг на одному заряді.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Електромобіль: техніка та економіка / В. А. Щетина та ін. Л. : 1987.
2. Кенио Т., Нагамори С. Двигуни постійного струму з постійними магнітами. М.: Энергоатомиздат. 1989 р. - 184 с.
3. Бражників А.В. Підвищення рівномірності обертання ротора четнофазного частотно-керованого електродвигуна // Збірник наукових праць «Підвищення ефективності роботи гірського встаткування при освоєнні родовищ корисних копалин». - Красноярськ: Видавництво ГАЦМиЗ, 1995. - С. 39-56.
4. Кочетков В.П., Бражников А.В., Дубровский І.І. Теорія електропривода. - Красноярськ: Видавництво Крпн, 1991. - 140 с.

## АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ВСЕКОЛІСНОГО КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Слинченко І.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Теорія криволінійного руху автомобіля є основною при вивченні питань стійкості та керованості, інтенсивний розвиток якої пов'язаний з необхідністю удосконалення експлуатаційних властивостей автомобіля.

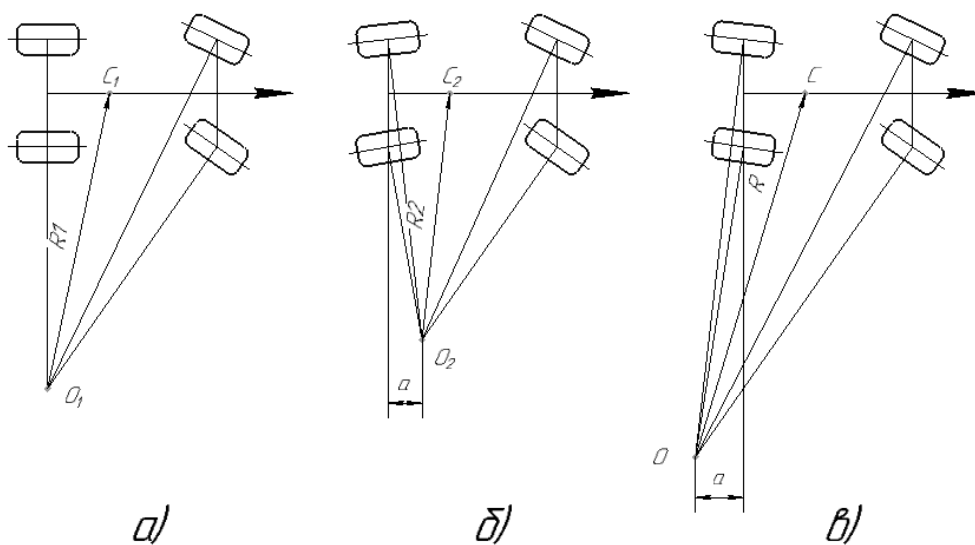
Мета дослідження – виявлення впливу впровадження всеколісного керування транспортних засобів на швидкість пересування, маневреність, стійкість та безпеку дорожнього руху.

### ОСНОВНИЙ МАТЕРІАЛ

В зв'язку з інтенсивним зростанням кількості автотранспортних засобів в містах і ускладненням умов маневрування, актуальною темою є застосування все колісного керування на цивільних автомобілях[1].

Дані системи масово встановлювали різні японські виробники: Nissan (Skyline GT-R), Honda (Prelude), Mazda (626), Mitsubishi (Galant, Sigma), Toyota (Celica). Докладні алгоритми функціонування цих систем управління невідомі, але можна виділити два основних підходи: в залежності від швидкості руху (Nissan, Mitsubishi, Mazda), або кута повороту керма (Honda). Найбільш просту за будовою систему запропонувала «Honda». Кінематичний зв'язок між передньою і задньою рульовими рейками здійснюється механічним способом, а переміщення рульових тяг задніх коліс задається ексцентриком узгоджувального механізму, який змушує колеса повертатися при малих кутах повороту рульового колеса спочатку в одну, а потім, по мірі збільшення кута повороту керма, в іншу сторону. Система «Honda» досить проста і недорога, важить всього 15 кг, однак, її ефективність і точність в роботі далекі від ідеалу[2].

1985 року компанія «Nissan» першою в світі почала серійний випуск автомобілів з усіма керованими колесами, застосувавши електро-гідравлічну систему під назвою «Hicas» на автомобілі «Skyline».



- а) – поворот тільки передніх коліс; б) – поворот передніх і задніх коліс в різні сторони;  
в) – поворот передніх і задніх коліс в одну сторону

Рисунок 1 – Зміна радіусу повороту при різних режимах руху (за умови жорстких коліс):

Використання системи все колісного керування надає ряд переваг.

При повороті коліс в протилежні сторони, пересування на невеликих швидкостях в умовах міста:

- менший радіус розвороту;
- менший кут повороту керма.

При повороті коліс в одну сторону, рух на високих швидкостях:

- більша стійкість в повороті, при перестроюванні зі смуги на смугу.

Дані системи мають недоліки:

- дороговизна;
- більші затрати на сервісне обслуговування транспортних засобів з системами все колісного керування відносно автомобілів без них;

В ряді випадків задні колеса легкових автомобілів розроблялись поворотними не стільки для підвищення маневреності, скільки для підвищення керованості при проходженні поворотів на високій швидкості або при перестроюванні з однієї смуги руху на іншу. Механічний, гідравлічний, або електричний рульовий приводи забезпечують поворот задніх коліс на невеликі кути ( $2-3^\circ$ ), що істотно покращує стійкість руху. На рис.1 показано зміну радіусу повороту при різних режимах руху[3].

На сьогодні передові виробники: Lexus, Mercedes-Benz, Audi, BMW, Infiniti, ACURA, Renault використовують дану технологію на серійних топових автомобілях модельних рядів. Наприклад, BMW Integral Active Steering (IAS) на 7 та 5 серіях встановлюється як додаткова опція. До 60 км/год, передні та задні колеса повертаються у протилежних напрямках, щоб зменшити радіус повороту і забезпечити точність кожного маневру. При швидкості більше 80 км/год передні та задні колеса повертаються в одну сторону, щоб забезпечити надзвичайно комфортний і чудовий відгук при керуванні на дорозі при зміні смуг[4].

Аналогічним чином працює і шасі Active Drive (AD) з чотирма колесами, що повертаються, на Renault Laguna GT.

Електронний блок керування 4-Wheel Active Steer (4WAS) від Infiniti розраховує бажану динаміку автомобіля із серії датчиків, включаючи швидкість руху автомобіля та кут руху, і спрямовує привід системи, щоб змінити кути повороту задніх коліс.

## **ВИСНОВКИ**

В результаті дослідження встановлено переваги використання всеколісного керування на автомобілях, позитивний вплив застосування системи на ефективність експлуатації транспортних засобів, їх маневреність, стійкість. Перспективним напрямом розвитку даних систем, є удосконалення їх інтелектуалізації, пошук нових режимів роботи системи для підвищення експлуатаційних властивостей автотранспортних засобів, комфорту та безпеки водіння.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. 4 wheel steer [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://carguts.ru> – 4-wheel-steer. – (дата звертання: 14.10.2018).
2. ІКТ ХНАДУ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ikt.khadi.kharkov.ua> – Інтелектуальні комп'ютерні технології на транспорті. – (дата звертання: 14.10.2018).
3. Клец Д.М. Покращення тактико-технічних властивостей засобів транспорту при русі в колоні: монографія / М.А. Подригало, О.С. Полянський, Д.М. Клец, та ін.. – Х.: Національна акад. НГУ, 2016 – 281 с.
4. Integral steering system explained [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.autoevolution.com> – integral-steering-system-explained. – (дата звертання: 15.10.2018).

## ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ДОПОМОГИ ПРИ ОБГОНІ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

Сушков І.М.<sup>1</sup>, Дзюбенко О.А.<sup>1</sup>, Oleksiy Antoshkiv<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

<sup>2</sup>Brandenburgische Technische Universität Cottbus (BTU), Німеччина

### ВСТУП

При русі на двосмугових дорогах, вантажні автомобілі своїми габаритами обмежують видимість дороги, через що водієві важко вибрати безпечний момент для початку обгону вантажного автомобіля. Внаслідок чого, в момент початку виконання маневру обгону, вони можуть зіткнутися із зустрічним транспортом.

### СТРУКТУРНА СХЕМА СИСТЕМИ

Система допомоги водію при обгоні вантажного автомобіля (ВА) складається з пристрою вимірювання відстані, елементу обробки сигналу та системного контролю (мікроконтролер), датчика швидкості ВА, пристрою виведення даних. Запропонована структурна схема представлена на рисунку 1.

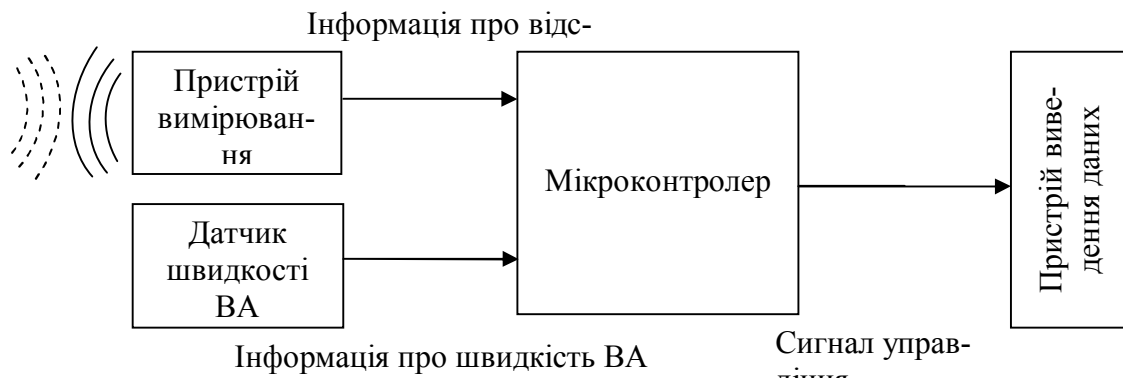


Рисунок 1 – Схема структурна, системи допомоги при обгоні вантажного автомобіля

Пристрій вимірювання відстані призначений для виявлення об'єктів що знаходяться попереду ВА та визначення відстані до них. В якості вимірювального пристрою використовується радар, а саме радар Delphi ESR 2.5. Радар Delphi ESR 2.5 має два діапазони виявлення, дальньої та середньої дії. З діапазоном дальньої дії, радар здатен виявляти об'єкти на відстані у 200 м, з  $20^\circ$ . У той час як діапазон середньої дії дозволяє виявляти об'єкти на відстані в 60 м, з кутом огляду  $90^\circ$  [1].

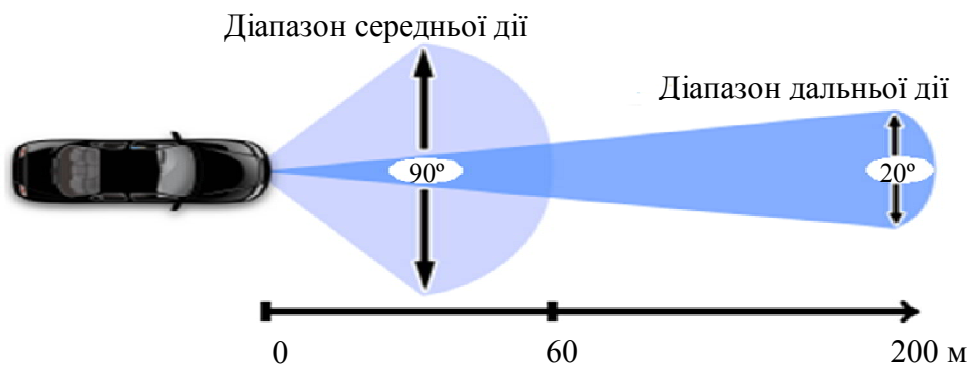


Рисунок 2 – Діапазони виявлення радара ESR 2.5

Мікроконтролер по закладеному алгоритму визначає момент часу, коли транспортний засіб, що рухається позаду, може виконати безпечний обгінний маневр даного ВА та

передає його на пристрій виведення даних. Використовується мікроконтролер STM32L476JG від STMicroelectronics. Тому що, він має високу ступінь швидкодії (за рахунок тактової частоти у 80 МГц), великі об'єми пам'яті (оперативна пам'ять у 128 Кбайт та флеш пам'ять 512 Кбайт), наявність мережевого протоколу CAN та низьку ціну (вартість становить 5\$) [2].

Датчик швидкості ВА забезпечує мікроконтролер інформацією про поточну швидкість ВА, яка необхідна в розрахунках для визначення часу початку безпечного обгону.

Пристрій виведення даних відображає інформацію про дозвіл/заборону обгону даного ВА, отриману від мікроконтролера. Для відображення інформації про дозвіл/заборону на виконання маневру обгону ВА був обраний світлодіодний знак, (рис.3). Тому що вони мають міцну конструкцію, відмінну видимість в нічний час доби та туманну погоду [3].

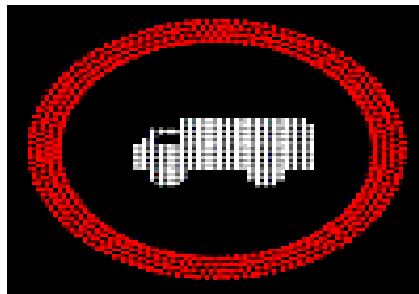


Рисунок 3 – Світлодіодний знак який забороняє рух вантажного транспорту

#### Алгоритм роботи системи

Система допомоги при обгоні ВА працює за наступним алгоритмом:

- перевірка зв'язку та справності компонентів системи;
- запит інформації про швидкість ВА від датчика швидкості;
- визначення положення ВА (рухається чи стоїть на місці);
- якщо стоїть, повторний запит інформації від датчика швидкості;
- якщо рухається, подача команди до радара на початок вимірювання;
- запит інформації про відстань та швидкість від радара;
- визначення часу зближення;
- ідентифікація виявлених об'єктів;
- визначення часу, необхідного для обгону даного ВА;
- визначення можливості безпечного обгону, на основі проведених обчислень;
- передача інформації від мікроконтролера до світлодіодного знаку про дозвіл/заборону виконання обгону ВА;
- відображення отриманої інформації світлодіодним знаком.

Так як, у своєму пристрої радар має власний мікроконтролер, то саме він обчислює швидкість зближення з виявленим об'єктом. Це відбувається шляхом порівняння та знаходження різниці, між значеннями про відстані, з часовим інтервалом порівняння  $t_{zm} = 50$  мс (швидкість оновлення вимірів радаром)

$$\Delta S = S_1 - S_2, \quad (1)$$

де  $S_1$  – відстань до об'єкта, м;

$S_2$  – відстань до об'єкта, через 50 мс, м.

Знаючи відстань, яку пройшли виявлений об'єкт та ВА, та час, протягом якого ця відстань була пройдена, згідно із законом руху, визначається швидкість зближення з виявленим об'єктом

$$V_{30} = \Delta S / t_{zm}. \quad (2)$$

Отримане значення швидкості передається до мікроконтролеру STM.

Згідно із законом руху мікроконтролер визначає час зближення, час через який відстань між ВА та виявленим об'єктом буде дорівнювати нулю

$$t_{зб} = S / V_{зб} , \quad (3)$$

де  $S$  – відстань до виявленого об'єкту, м.

Так як радар не здатен ідентифікувати виявлені об'єкти, а лише передає інформацію про відстань до них та їх швидкість, то в його робочий діапазон потраплятимуть такі об'єкти як: попутні та зустрічні транспортні засоби, дорожні знаки, дерева, кущі та ін. Ідентифікацію мікроконтролер проводить наступним чином. «Зустрічний транспортний засіб», якщо швидкість зближення з об'єктом становить, або ж перевищує більше ніж на 100 км/год. «Нерухомий об'єкт», якщо швидкість зближення з об'єктом дорівнює швидкості ВА. «Попутний транспортний засіб», якщо швидкість зближення/віддалення з об'єктом перебуває в межах від 0 до 20 км/год.

Час, необхідний для обгону ВА, визначається наступним чином

$$t_{обз} = S_{обз} / 0,28 \times V_p , \quad (4)$$

де  $S_{обз}$  – відстань, яку треба подолати, щоб обігнати ВА, м;

$V_p$  – різниця в швидкості, між рухомими транспортними засобами, м/с.

Момент для початку виконання безпечного обгону великогабаритного транспортного засобу мікроконтролер визначає на основі двох критеріїв:

- безпечний виїзд на зустрічну смугу. Цей критерій заснований на різниці між часом до зближення із зустрічним транспортним засобом та часом необхідним для обгону ВА. Якщо воно перевищує 5 с, тоді система визначає критерій як «задовільний». В іншому випадку, система визначає його як «незадовільний».

- можливість повернення на свою смугу. Цей критерій заснований на відстані між ВА та попутним транспортним засобом. Якщо воно складає, або перевищує 25 м, тоді система визначає критерій як «задовільний». В іншому випадку, система визначає його як «незадовільний».

За умови, що два критерії є «задовільними», система розцінює це як можливість виконання безпечного маневру обгону та на світлодіодному знаку відображається сигнал про можливість початку обгону. В іншому випадку на світлодіодному знаку відображається сигнал попередження про небезпеку виконання маневру обгону.

## ВИСНОВКИ

Приведена схема та опис компонентів системи допомоги водію при обгоні великогабаритного транспортного засобу.

Вперше описано алгоритм роботи системи допомоги водію при обгоні великогабаритного транспортного засобу. До цього часу в існуючих системах допомоги при обгоні вантажних автомобілів алгоритм не був прописаний.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Delphi Automotive Systems. Delphi ESR Datasheet, 2011. Available at <http://delphi.com>.
2. Крылов Е. Н. STM32—32-разрядные микроконтроллеры. / Матеріали сайту – 2008. – Режим доступу: <https://cyberleninka.ru/article/v/stm32-32-razryadnye-mikrokontrollery-na-osnove-yadra-arm-cortex-m3>.
3. Н. И. Вуколов, А. Н. Михайлов. Знакосинтезирующие индикаторы / под ред. В. П. Балашова. - М.: Радио и связь, 1987. – 592 с.

## **Секція 4**

# **ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА І РЕМОНТУ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ. СЕРВІС І ТЕХНІЧНИЙ ОГЛЯД АВТОМОБІЛІВ**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ АРХІТЕКТУРИ ВЕБ-РІШЕНЬ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ СЕРВІСНИХ КОНТРАКТІВ АВТОМОБІЛЬНОЇ КОМПАНІЇ**

**Алексієв В.О., Цемма Д.О.**

Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця, Україна

### **ВСТУП**

Стрімкий розвиток Інтернет-технологій сприяє автоматизації та комп'ютеризації у роботі великих та малих підприємств до яких і відносяться автомобільні компанії дилерські фірми та ін. Поруч із цим стрімко змінюються відповідні архітектурні рішення та технології розробки програмних застосунків, з'являються нові парадигми програмування, які витісняють існуючі. Дослідження спрямоване на визначення оптимальних рішень щодо швидкої розробки веб-застосунків корпоративного рівня, що виконуються у якості внутрішніх сервісів компаній для забезпечення ефективності бізнес-процесів.

Мета роботи – розробка веб-орієнтованого програмного забезпечення для реалізації сервісних контрактів автомобільної компанії. Об'єкт дослідження – процеси формування сервісних контрактів автомобільної компанії. Предмет дослідження – архітектура сучасних веб-рішень.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Архітектурні рішення – це фундамент для побудови будь-яких веб-додатків. Вибір архітектури веб-рішення фактично визначає ефективність його розробки, розгортання та підтримки протягом життєвого циклу, включно зі здатністю задовольняти надвеликі навантаження на ресурс. Тому, рішення завдання визначення архітектурних рішень слід приділяти достатньо часу протягом виконання проектних робіт, ставити його на перші місця при розробці [1, 2]. У разі визначення архітектури веб-додатку, першочерговим є безпосередньо врахування бізнес-логіки завдань, що вирішує компанія чи підприємство.

Сервісний контракт є договором щодо надання сервісних послуг на визначений обсяг часу із врахуванням умов експлуатації автомобіля. Це договір між власником та виробником автотранспортного засобу (АТЗ), який дозволяє розширити стандартні гарантійні умови. Наприклад, «Renault Assistance +» дозволяє отримати розширену допомогу в дорозі для автомобілів поза гарантією [3]. Відповідні механізми формування умов розширеної гарантії, визначення її маркетингових переваг та заходів, що пов'язані з забезпеченням виконання договору, визначає складність завдання створення веб-рішення щодо просування сервісу від маркетингової ідеї до сервісного контракту із власником АТЗ. Тому, завдання швидкого створення веб-застосунків корпоративного рівня для роботи у якості внутрішніх сервісів компанії є актуальними та потребують обґрунтування.

Аналізуючи існуючі засоби для розробки веб-рішень та їх популярність у світі, для створення веб-додатків корпоративного рівня можна не брати до уваги мови програмування, які тільки з'являються та ще не пройшли перевірку часом. З іншого боку, застосування рішень за технологією .Net чи Java потребує чіткого та визначеного формування технологічного процесу розробки, що є доцільним для створення надійних та продуктивних систем. У разі створення прототипів веб-сервісів та швидкої розробки веб-рішення, застосування платформи Node.js хоча і є універсальним, однак, у порівнянні із залученням стеку технологій на мові РНР, має деякі обмеження щодо вибору фреймворків та різноманітності архітектурних рішень [4, 5].

Слід виділити РНР-рішення, які мають інфраструктуру на базі чималої кількості фреймворків та не прив'язані до певного рішення операційної системи чи веб-серверу [6]. Зараз розробка, що не ґрунтується на застосуванні фреймворку не є оптимальною та ефективною щодо якості кінцевого продукту. Застосування фреймворку дозволяє скористатися надбанням команд досвідчених розробників та спільноти фахівців, що розвивають про-

дукт та отримати майже готове рішення на рівні базової структури та архітектури веб-додатку.

Можна виконати аналіз існуючих фреймворків на мові PHP. Серед них слід виділити мікрофреймворки Slim (<https://www.slimframework.com/>) і Silex (<https://silex.symfony.com/>), які доцільно застосовувати для порівняно невеликих проєктів, та рішення Yii (<https://www.yiiframework.com/>), Symfony (<https://symfony.com/>) і Laravel (<https://laravel.com/>), що задовольняють вимогам до програмних рішень корпоративного рівня. Для рішення обраної задачі можна обрати Symfony (рис.1), який є одним із найпопулярніших PHP-фреймворків та має архітектуру, яка фактично є збіркою найкращих рішень щодо розробки складних веб-орієнтованих систем [7]. Компоненти фреймворку підключаються до проєкту за допомогою сучасного менеджера залежностей Composer (<https://getcomposer.org/>).

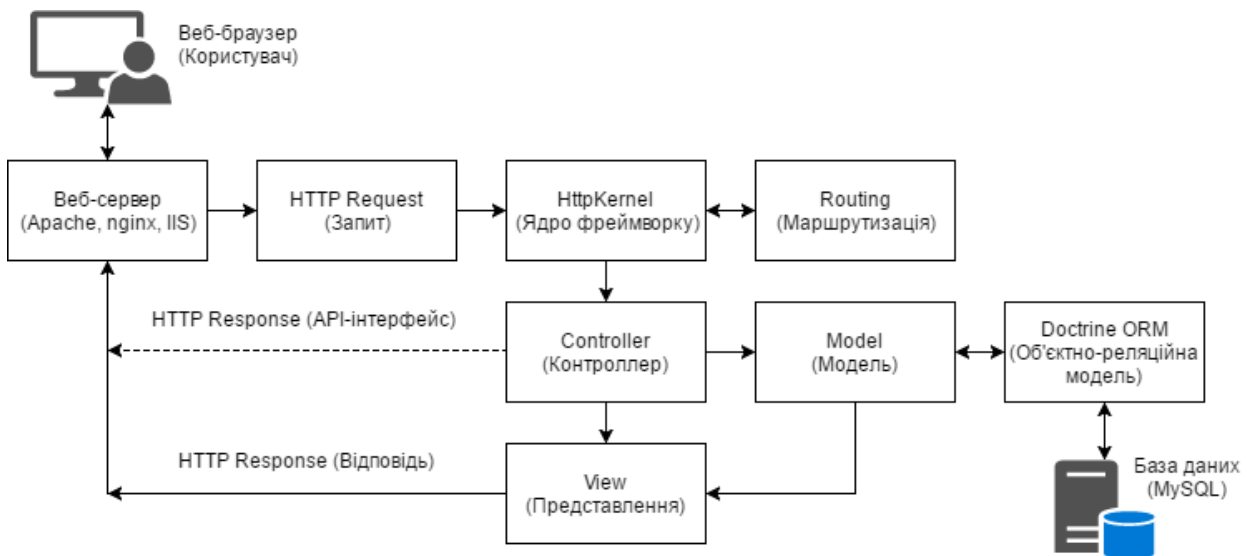


Рисунок 1 – Спрощена структура PHP-фреймворку Symfony

Для роботи з базою даних доцільно обрати СКБД MySQL, як найпопулярніше рішення реляційної БД у зв'язці з мовою PHP, що має порівняно невеликі вимоги до продуктивності середовища виконання (віртуальної машини). Застосування реляційної бази даних обумовлено наявністю чітких зв'язків між даними щодо організації бізнес-процесів компанії, порівняно із невизначеним характером даних, що є характерним у застосуваннях нереляційних систем (NoSQL-рішення), які у більшості використовуються для рішення завдань обробки великих даних (Big Data).

Наступним етапом у визначенні архітектури проєктних рішень щодо реалізації сервісних контрактів автомобільної компанії є вибір платформи для виконання завдань: розробки і тестування, розгортання та експлуатації програмного забезпечення. Зараз ефективним та зручним рішенням щодо залучення у якості програмно-апаратної платформи для побудови систем на базі PHP-фреймворку є застосування технології віртуалізації рівня операційної системи Docker [8].

Фактично рішення Docker є програмною платформою для автоматизації розгортання і управління додатками в середовищі віртуалізації. Ця технологія дозволяє «упакувати» додаток з усім його оточенням і залежностями у контейнер, який може бути перенесений на будь-яку Linux-систему з підтримкою cgroups у ядрі, систему Windows із засобами Docker (<https://www.docker.com/>), а також вона надає зручне середовище з управління контейнерів. Таким чином, завдяки використанню Docker можна легко налаштувати автоматичне розгортання (Deploy) веб-додатка, що зараз є не просто популярним рішенням, але й дійсно спрощує виконання адміністративних завдань на стороні сервера щодо забезпечення неперервної роботи веб-рішення.

Також, застосування технології Docker дозволяє отримати майже повний аналог серверу, який виконує обробку даних у реальному часі та в умовах виробничих процесів, безпосередньо на стороні комп'ютеру розробників чи залучити відповідну конфігурацію налаштування для рішення завдань тестування. У разі збільшення навантаження на сервер, який обслуговує рішення з реалізації сервісних контрактів, за умови застосування Docker-контейнерів, є зручним та ефективним «горизонтальне» масштабування веб-рішення завдяки додаванню нових віртуальних вузлів (машин). Таке масштабування можливе у середовищі хмарних сервісів (приватного, публічного чи гібридного), наявності кластерного рішення та засобів Kubernetes (<https://kubernetes.io/>) для керування відповідними процесами.

Слід відзначити, що важливе місце у проекті з розробки веб-рішень займає вибір їх архітектури з точки зору компоновки модулів: монолітна чи мікросервісна [9]. Для рішень із визначеною бізнес-моделлю, раціональним є застосування мікросервісної архітектури та побудови рішення, яке буде складатися із певних сервісів, що будуть взаємодіяти за інтерфейсом REST [10] чи GraphQL (<https://graphql.org/>). У свою чергу, технологія Docker надає ефективні засоби для розгортання та підтримки відповідної інфраструктури.

## **ВИСНОВКИ**

У роботі виконано аналіз проектних рішень щодо створення веб-додатку для реалізації сервісних контрактів автомобільної компанії. Визначена архітектура програмних компонентів за напрямом застосування мікросервісів із фізичною реалізацією на базі Docker-контейнеризації. Запропоновано застосування універсального багатофункціонального PHP-фреймворку Symfony для реалізації програмних рішень та залучення СКБД MySQL у якості зручного та узгодженого сховища даних. Відповідно до зазначених архітектурних рішень виконано розробку прототипу.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Шкляр Л. Архитектура веб-приложений / Шкляр Леон, Розен Рич; пер. с англ. М.А. Райтмана. – М.: ЭКСМО, 2011. – 640с.
2. Эспозито Д. Разработка современных веб-приложений: анализ предметных областей и технологий / Д. Эспозито; пер. с англ. – М.: Вильямс, 2017. – 464 с.
3. Гарантія та Renault Assistance [Електронний ресурс] / Renault в Україні. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.renault.ua/services/renault-service/warranty-insurance-and-assistance.html>.
4. Алексієв В.О. Інформаційно-комунікаційна технологія розроблення транспортно-інформаційного порталу / В.О. Алексієв., В.С. Наумов, М.А. Суховаров, Г.О. Васютіна // Інформаційні технології і мехатроніка. Освіта, наука та працевлаштування: зб. наук. пр.-Х.: Стиль-Издат, 2016. – С. 9–16.
5. Алексієв В. О. Інформаційний розвиток порталу віртуального управління процесами транспортного обслуговування / В. О. Алексієв, О. П. Алексієв // Інформаційні технології: проблеми та перспективи: монографія: / за заг. ред. В. С. Пономаренка. – Х.: Видво: Рожко С. Г., 2017. – Розд. 2. – С. 32 – 47.
6. Веллинг Л. Разработка веб-приложений с помощью PHP и MySQL / Л. Веллинг, Л. Томсон; пер. с англ. – М.: Вильямс, 2016. – 768 с.
7. Symfony – Architecture [Electronic resource] / Tutorials Point. – Access mode: [https://www.tutorialspoint.com/symfony/symfony\\_architecture.htm](https://www.tutorialspoint.com/symfony/symfony_architecture.htm).
8. Моуэт Э. Использование Docker / пер. с англ. А. В. Снастина; науч. ред. А.А. Маркелов. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 354 с.
9. Ньюмен С. Создание микросервисов / С. Ньюмен; пер. с англ. – СПб.: Питер, 2016. – 304 с.
10. Web-сервисы RESTful: основы [Электронный ресурс] / IBM developerWorks. – Режим доступа: <https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/ws-restfu/index.html>.

## **ОЦІНКА РОЗУМІННЯ ЕФЕКТІВ ВОДНЕВОГО ГАЗУ БРАУНА**

**Бєлов В.І., Дитятєв О.В.**

Харківський національний автомобільно–дорожній університет, Україна

### **ВСТУП**

Технологія одержання та застосування водню в двигунах внутрішнього згоряння в якості домішок до основного палива сьогодні має впевнений розвиток.

Відомі світові виробники Toyota, BMW, Daimler та інші створили альянс з нафтовими та газовими гігантами (такими як Royal Dutch Shell та Total), щоб на протязі наступних кількох років інвестувати 10 млрд. євро в водневі продукти.

Компанія «Канадська воднева енергія» (CHEG HFI) запатентувала систему упорску водню, яка придатна до любого ДВЗ (дизель, бензин, природний газ). На протязі кількох останніх років комплекти обладнання фірма успішно реалізує серед власників різних транспортних засобів.

Президент американської компанії Great Plains Truc King говорить: «Ми заощаджуємо на кожному вантажному автомобілі 700 доларів в місяць витрат на паливо. Система дуже проста, не потребує збереження водню на борту автомобіля та спеціальної інфраструктури.

Особливості Газу Брауна приваблюють увагу дослідницьких центрів в різних кутках землі, продовжуються експерименти по одержанню і застосуванню водню, розробці нових генераторів Газу Брауна, пошуку відповідей на особливості його високоенергетичного згоряння.

Основний напрямок застосування в теперішній час – це системи економії палива з використанням водневого генератора Газу Брауна з регулюючим улаштуванням.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Експериментальні дослідження проводились на пересувній діагностичній станції в лабораторії технічної експлуатації кафедри ТЕСА.

Був задіяний лабораторний стенд для одержання водню – Газу Брауна.

Для проведення дослідження обрано двигун G4DC, автомобіля Kia Majestic.

Визначався вплив домішок водню на витрати палива двигуном на початкових обертах і до середніх ( $n = 2500$  об/хвил.). Ці оберти відповідають міському циклу руху автомобіля.

Генератор водню споживає струм – до 12А, має максимальну робочу температуру – 30 °С, номінальний вихід газу – 1 л/хвил.

### **ВИСНОВКИ**

1. Встановлено зв'язок основних параметрів процесу згоряння бензино-водневих сумішей з економічними та токсичними характеристиками двигуна.
2. Обґрунтовані положення по вибору параметрів генератора Газу Брауна.
3. Проведені дослідження на автомобілі Kia Majestic роботи двигуна з домішками Газу Брауна з генератором фірми Hydroxy Power, що підтвердили очікувані результати.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Подгорный А.Н., Варшавский И.Л., Макаров А.А., Мищенко А.И. Применение водородного топлива для двигателя внутреннего сгорания. Препринт – 45, ИПМАШ АН УССР, Харьков. 1997.
2. Шатров Е.В., Раменский А.Ю., Кузнецов В.М. Исследования мощностных, экономических и токсических характеристик двигателя, работающего на бензоводородных смесях. Автомобильная промышленность. 1979, № 11.
3. Электронный ресурс <http://www.cleandex.ru/articles120101081051>. Перспективы внедрения водорода на автомобильном транспорте.
4. Электронный ресурс [http://www.cleandex.ru/artieles/2010108105/the use of hydrogen as a fuel for cars](http://www.cleandex.ru/artieles/2010108105/the%20use%20of%20hydrogen%20as%20a%20fuel%20for%20cars).

## **РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ СТАНУ CAN-ШИНИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**

**Дзюбенко О.А.<sup>1</sup>, Гайдамака В.О.<sup>1</sup>, Мауш Хаким<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

<sup>2</sup>National Polytechnic School of Algiers (ENP), Алжир

### **ВСТУП**

На сьогоднішній день більшість транспортних засобів оснащується сучасними системами передачі даних, які забезпечують обмін інформації між електронними компонентами автомобіля. Електронні блоки обмінюються інформацією використовуючи певні інтерфейси й протоколи. Найбільше поширення одержав CAN інтерфейс.

CAN (англ. Controller Area Network — мережа контролерів) — популярний стандарт промислової мережі, орієнтований на об'єднання в єдину мережу різних виконавчих пристроїв і датчиків, що широко використовуються в автомобільній автоматичі. На сьогоднішній день практично всі сучасні автомобілі оснащені CAN-шиною. Вона здобула таку популярність завдяки:

максимальній надійності: розпізнавання внутрішніх і зовнішніх перешкод;

високої живучості: при виході з ладу одного із блоків керування система продовжує функціонувати, забезпечуючи обмін даними між її працездатними компонентами;

високої щільності потоку даних: усі блоки керування в кожний момент часу мають однакову інформацію й одержують однакові дані; при ушкодженні системи всі блоки керування одержують інформацію про її несправність;

високої швидкості передачі даних: обмін даними між підключеними до мережі компонентами проводиться зі швидкістю до 500 Кбіт/с.

Для діагностики таких автомобілів необхідно мати доступ до вмісту електронних блоків керування. Ці дані можна отримати шляхом вимірювання або зчитування із блоків керування. Для того щоб одержати параметри такі як: оберти двигуна, пробіг, контроль використання палива безпеки, зусилля гальмівного привода, тиску в шинах і оберти вентилятора системи охолодження можна використовуючи тільки спеціальне діагностичне обладнання. За допомогою такого пристрою є можливість моніторити інформацію, яка надходить із датчиків і виконавчих пристроїв у бортовий комп'ютер і назад.

Питання полягає тільки в тому, як одержати доступ до цієї інформації. Пристрій для моніторингу CAN-шини, про який буде йти мова в даній статті, здатен зчитувати дані з CAN-шини автомобіля й передавати їх по інтерфейсу USB.

Для забезпечення коректної роботи автомобіля необхідно контролювати його основні параметри. Такий пристрій для моніторингу буде вчасно виявляти помилки й сповіщати про них водія.

Мета: розширення функціональних властивостей засобів діагностики електронних вузлів автомобіля.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Для розробки схеми електричної принципової пристрою моніторингу CAN-шини були проаналізовані існуючі діагностичні пристрої: Can-hacker, CAN Scanner, ELM 327. Такі пристрої для моніторингу як Galileosky, Scandog, Launch X431 і VAS 5051 не розглядалися через більші відмінності між функціоналом і вартістю пристроїв.

Якщо розглянути діагностичні пристрої Can-hacker, CAN Scanner, ELM 327, що належать до однієї цінової категорії, можна виділити такі переваги:

— адаптер виконаний в OBD-II корпусі для зручного підключення до CAN-шини автомобіля;

— підтримка будь-яких швидкостей до 1 Мбіт/с;

— відображення CAN-посилок, прийнятих з CAN-шини;

- запис прийнятих CAN-посилок у файл;
- передача CAN-посилок назад у шину;
- фільтр CAN-посилок по ID.

До недоліків відносно дорогих сканерів можна віднести:

- існуючі пристрої часто оновлюються і мають велику кількість версій програмного забезпечення та протоколів, які не завжди сумісні з програмним забезпеченням. В результаті це може призвести до того, що сканер не зможе провести діагностику автомобіля або зчитати не всі його параметри;
- іноді функціоналу сканера не достатньо аби ідентифікувати усі повідомлення, що проходять по CAN-шині;
- велика кількість підробок за рахунок популярності.

У своїй розробці акцентовано увагу на простоті й універсальності діагностичного пристрою, що дозволить продіагностувати більшу кількість автомобілів.

Виходячи із проведеного аналізу існуючих пристроїв для діагностики автомобілів і відповідно до поставленої мети був розроблений пристрій для діагностики. Схема електрична принципова представлена на рисунку 1.

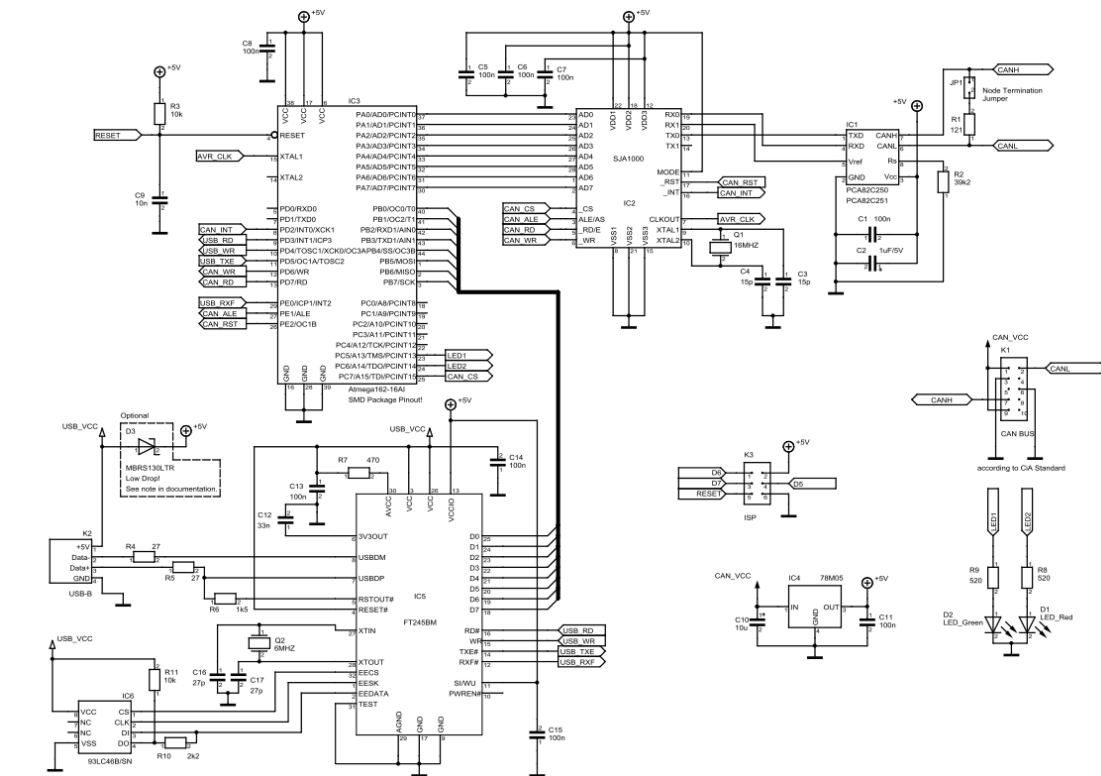


Рисунок 1 – Схема електрична принципова діагностичного пристрою

Пристрій містить мікросхему енергонезалежної EEPROM пам'яті – 93LC46BT, мікросхему для сполучення мікропроцесора з USB – FT245, мікроконтролер ATMEGA162, CAN-контролер SJA1000T і трансивер PCA82C250T.

Перевагою даної схеми є те, що вона працює з великою кількістю існуючого програмного забезпечення. В своїй роботі ми використовували програму Canhacker з версією V1.02.00.

Данна схема була змонтована і пройшла перевірку за наступним алгоритмом: діагностичний пристрій був підключений до автомобіля Toyota Prius-C Aqua, на якому відпрацьовувався один з методів пошуку в CAN-шині пакета даних, що відповідає за відкритий стан водійських дверей автомобіля. Для цього була виконана послідовність дій:

- підключаємо діагностичний пристрій до автомобіля через рознімач OBDII, відкриваємо програму й обираємо режим Tracer. У цьому режимі, при відкритих водійських

дверях, відбувається запис усіх посилань з CAN-шини в хронологічному порядку. Досить буде 1...2 с запису;

– закриваємо двері й відтворюємо записані дані покроково. Як тільки на панелі приладів короткочасно з'явиться емблема відкритих дверей, значить потрібний пакет був знайдений. На рисунку 2 продемонстрований потрібний кадр даних (виділений в чорному рядку) серед усієї інформації на CAN-шині;

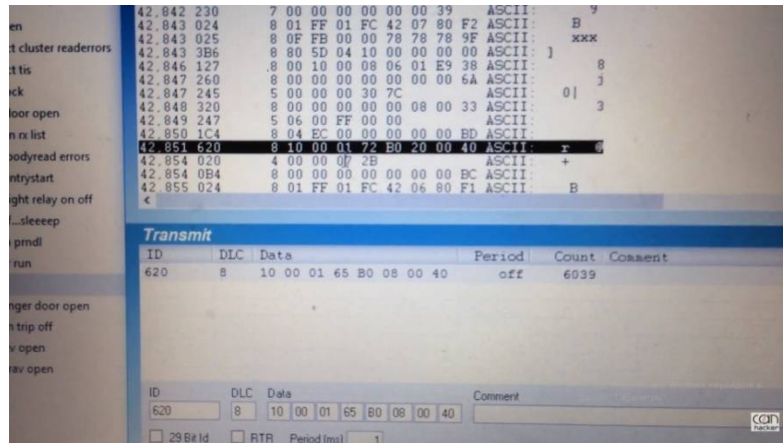


Рисунок 2 – Знайдений пакет даних і його відправлення назад в шину

щоб впевнитися в тому, що ми знайшли вірні дані, відправимо точно такий же пакет в CAN-шину. Нижче на рисунку 2 показана відправка кадру назад в CAN-шину. На панелі приладів відображається емблема відкритих дверей. У такий спосіб можна знаходити потрібні пакети даних в CAN-шині.

## ВИСНОВКИ

В результаті аналізу можна зробити висновок, що більшість сучасних автомобілів має велику кількість електронних блоків, які обмінюються даними по спільній шині, цією шиною для багатьох сучасних транспортних засобів є CAN-шина.

В більшості випадків для пошуку даних, або специфічних помилок, або команд управління виконавчими пристроями існуючі сканери не підходять, тому що їх програмне забезпечення дозволяє тільки зчитувати помилки і показувати обмежену кількість даних.

Запропонована розробка дозволяє розширити вже існуючий функціонал за рахунок того, що тепер є можливість моніторити усі дані, що поступають з CAN-шини, а також їх зберігати, транслювати, повторювати і парсінгувати дані відповідно до їх призначення.

Пристрій був перевірений на практиці та має наступні переваги:

- для роботи з пристроєм існує достатня кількість безкоштовного програмного забезпечення;
- конкурентоспроможне співвідношення собівартості й функціонала.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Can-аналізатори [Електронний ресурс] / Michael Wolf. – Режим доступу: <http://phreakerclub.com/forum/showthread.php?t=887>
2. Can-сканер [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://canscanner.com/canscanner>.
3. Діагностика Can-Шини. Пошук даних [Електронний ресурс] / Режим доступу: [www.youtube.com/watch?v=Qsyvepubwb4](http://www.youtube.com/watch?v=Qsyvepubwb4)

## О СВОЙСТВАХ УСТРОЙСТВ КОНТРОЛЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПОДВЕСОК

Дитятъев А. В., Белов В. И.

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Украина

### ВВЕДЕНИЕ

Основываясь на теории идентификации систем, для диагностики подвесок целесообразно применять в качестве тестовых воздействий гармонические, ступенчатые и импульсные сигналы. Эти сигналы широко используются в современных устройствах контроля работоспособности подвесок.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В Автотранспортной лаборатории ХНАДУ были получены данные, свидетельствующие об ограниченности применения некоторых устройств в контексте требований к точности.

Хорошо разработанные методы идентификации, основанные на преобразовании Лапласа, позволяют в результате воздействия гармоническим, ступенчатым или импульсным сигналом, получить соответственно частотную, переходную или импульсную характеристику. Любая из этих характеристик может быть источником информации о параметрах системы, в том числе об относительном коэффициенте затухания подвески, численное значение которого обычно связывают с работоспособностью амортизатора. В настоящее время для диагностики амортизаторов преимущественно используются стенды, использующие гармонические воздействия, например, построенные по схеме *EuSAMA*. Здесь предусматривается силовое сканирование подвески посредством гармонических колебаний в рабочем диапазоне частот 24 - 0 Гц, фиксация минимального значения вертикальной нагрузки на колесо за цикл испытания. Техническое состояние амортизатора оценивается безразмерным коэффициентом, являющимся отношением минимального значения вертикальной нагрузки за цикл измерения к статической вертикальной нагрузки на колесо. Однако такое решение бывает неприемлемым для малых СТО и АТП вследствие высоких первоначальных затрат и требования дополнительных производственных площадей для размещения стенда. Альтернативные и менее дорогие предложения представлены тестером амортизаторов *SAT USB M-TRONIC* и его аналогами различных производителей; во всех этих тестерах для возбуждения подвески используют импульсный сигнал, прикладываемый к кузову автомобиля. В ХНАДУ было исследовано влияние трения в подвеске на результат измерений, при этом использовался метод, аналогичный реализованному в тестере *SAT USB M-TRONIC*. Колебания кузова записывались с использованием видеосъёмки с последующей покадровой обработкой.

### ВЫВОДЫ

Наличие постоянного трения проявляется в несовпадении положения поддрессоренной массы относительно опорной поверхности в начале и в конце испытаний, причём это положение является неопределённым. Это вносит погрешности в оценку относительного коэффициента затухания для автомобиля РАФ 11,4 % (рессорная подвеска), для ГАЗ-31029-9,6 % (рессорная подвеска), для Шкоды Октавии 1,8 Т – 2,1% (пружинная подвеска).

## **ІНТЕГРОВАНА ДІАГНОСТИЧНА СИСТЕМА ЕЛЕКТРОПРИВОДУ АВТОМОБІЛЯ**

**Бороденко Ю.М.**

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

### **ВСТУП**

Сучасні бортові діагностичні системи надаються як програмні продукти комп'ютерної діагностики, що інтегруються в автомобільні системи керування [1]. Основу інтегрованих діагностичних систем складають мікропроцесорні пристрої, в яких втілені експертні програми [2]. Для створення інтегрованої діагностичної системи на базі експертної програми необхідно сформувати базу знань для визначених експлуатаційних режимів електроприводу (ЕП) автомобіля за переліком можливих несправностей [3].

### **МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ**

*Метою* досліджень на даному етапі є синтез функціональної схеми діагностичної системи для ідентифікації технічного ЕП автомобіля. При цьому, передбачається виконання декількох активних функцій діагностики: аварійне відключення електроживлення під час пуску ЕП; тестування ЕП на режимі холостого ходу; адаптацію керуючих впливів і резервування функціональних блоків під час транспортного процесу. Реєстрація несправності під час пуску дозволяє уникнути важких наслідків. Тестування на режимі холостого ходу запобігає аварійній ситуації, що може виникнути під час руху автомобіля. Моніторинг технічного стану системи під час транспортного процесу, забезпечує аварійний режим функціонування ЕП.

Як *об'єкт діагностики* в роботі розглядається система ЕП автомобіля з одною вентиляльною електричною машиною подвійної дії. Така система здатна функціонувати у двох статусах – приводу (мотору) і енергетичної установки (генератору) та забезпечувати режими: пуску ДВЗ; заряду високовольтної батареї від ДВЗ; електроприводу автомобіля; послідовної роботи ДВЗ та електричного двигуна; рекуперативного заряду батареї [4].

### **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Для визначених режимів ЕП проводиться спектральний FFT-аналіз функції струму батареї. Чутливість діагностичного параметру, в такому разі, визначається розбіжністю амплітуд та фазових зсувів окремих гармонік спектру для заданого режиму ЕП, а інформативність – розбіжністю спектрограм обраного режиму для різних технічних станів (справного та несправних).

Як найбільш ймовірні несправні стани силового кола при структурній ідентифікації можна розглядати значний перелік апаратних пошкоджень: пробіи (короткі замикання) та перегорання (обриви) напівпровідникових приладів; обриви пасивних елементів і короткі замикання монтажу; обриви обмоток вентиляльної машини. До цього переліку можна додати стани при параметричній ідентифікації несправностей, такі як виткові замкнення в обмотках вентиляльної машини та відхилення параметрів пасивних елементів від нормованих значень.

При апаратній реалізації системи цифрової обробки сигналу, на схемі розглядають функціональні блоки, а при програмній – програмні модулі. У будь-якому випадку функціональна схема бортової експертної діагностичної системи ЕП автомобіля має вигляд певної структури (рис. 1).

На рисунку, позначено функціональні блоки (програмні модулі): ВЖ – вимикач живлення; ДПА – датчик педалі акселератору; ДПГ – датчик педалі гальма; ДСА – датчик струму акумулятора; ІФС – інтегратор функції струму; СІР – схема ідентифікації режиму; СНС – схема нормалізації сигналу; ФАР – формувач адреси режиму; ТВ – таймер вимірювань; АС – аналізатор спектру; СПС – схема порівняння сигналів; ОЗП – оперативний за-

пам'ятовуючий пристрій; ППЗП – постійно програмований запам'ятовуючий пристрій; ФАС – формувач адреси стану; САВС – схема аварійного відключення і сигналізації.

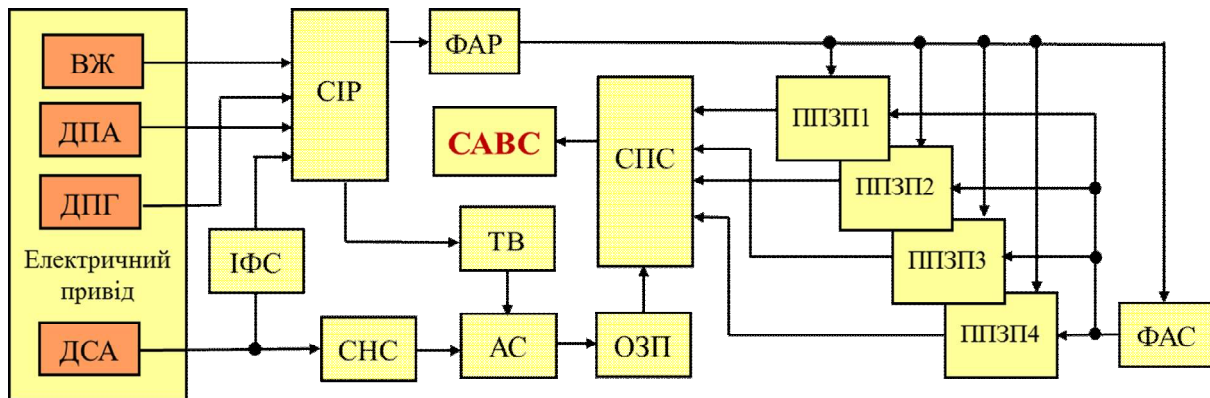


Рисунок 1 – Функціональна схема експертної діагностичної системи

Під час експлуатаційних режимів автомобіля з органів керування ЕП (ВЖ, ДПА, ДПГ) і датчика ДСА надходять сигнали до блоку СІР, який ідентифікує поточний режимний стан за допомогою внутрішньої ЕС (відокремлення тестових ситуацій). При цьому, завдяки блоку ІФС аналоговий сигнал інформує про середнє значення (ступень навантаження електродвигуна) та напрямлення струму у колі ВАБ.

Одночасно, нормований (блок СНС) сигнал з ДСА надходить в аналізатор спектра АС. Сигнал про наявність тестової ситуації з СІР запускає таймер ТВ, який регламентує тривалість аналізу спектра в АС. Отримана спектрограма поточного режиму деякий час зберігається в ОЗП. В цьому ж циклі, двійковий код номеру режимного стану з СІР через ФАР формує код адреси ППЗП де зберігається база еталонних даних поточного режиму. Адресний сигнал з ФАР запускає послідовний перегляд (сканування) адрес обраного номера ППЗП де зберігаються еталонні спектрограми технічних станів системи ЕП на заданому поточному режимі. Сканування починається з спектрограми, що характеризує справний стан.

Таким чином, на схему порівняння СПС, з одного боку подається спектрограма фактичної функції струму ВАБ на поточному режимі, з іншого, – послідовно надходять еталонні спектрограми з відповідного номеру ППЗП. Вразі, якщо спектрограми збігаються, на виході СПС формується сигнал, в якому міститься інформація про технічний стан системи ЕП.

Якщо система справна (збіг на першому порівнянні) сигнал з СПС ігнорується. Вразі наявності визначеної несправності, відповідний код надсилається в пам'ять помилок і на сигналізатор інформаційної системи водія. Поряд з цим, код несправності надходить в блок САВС, через який реалізуються активні функції системи самодіагностики (резервування, відключення живлення, адаптація сигналів керування).

## ВИСНОВКИ

За результатами проведених досліджень можна зробити наступні *висновки*. Функціональна схема інтегрованої системи самодіагностики ЕП складається з чотирьох основних частин: вимірювальної (ідентифікація режиму); частини, що аналізує сигнал (АЦП); бібліотеки параметрів (бази даних); прийняття рішення (забезпечення аварійного режиму).

Експертна діагностична система запропонованої структури здатна вирішувати декілька задач пасивної і активної діагностики: визначати несправний елемент ЕП; забезпечувати аварійний режим функціонування шляхом резервування апаратних елементів та програмного заміщення втраченої інформації; встановлювати причини та закономірності прояву несправності елементів на експлуатаційних режимах; мінімізувати негативні наслідки пошкоджень елементів та монтажу; упереджувати аварійний стан системи.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Top 6 Car Diagnostic Software in 2017. / Матеріали сайту – 2018. – Режим доступу: <http://www.archer-soft.com/en/blog/>.
2. Nana Yaw Asabere, Simonov Kusi-Sarpong. A Mobile Vehicle Expert System for the Automobile Industry / International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA) ISSN: 2248-9622 Vol. 2, Issue 6, November- December 2012, pp.1108-1123. / Матеріали сайту – 2018. – Режим доступу: [www.ijera.com/papers/Vol2\\_issue6/FH2611081123.pdf](http://www.ijera.com/papers/Vol2_issue6/FH2611081123.pdf).
3. Бороденко Ю. М. Формування бази знань експертної діагностичної системи електроприводу автомобіля. Наукові праці Міжнародної науково-практичної конференції «Новітні технології розвитку автомобільного транспорту» 16-19 жовтня 2018 р. Х.: ХНАДУ, 2018. – С. 81 – 83.
4. Бороденко Ю.М. Аналіз структури електроприводу гібридного автомобіля, як об'єкту діагностики // Автомобиль и электроника. Современные технологии: электронное научное специализированное издание. – Х.: ХНАДУ, 2016. – №10. – С. 5 – 10.

## ЩОДО КІЛЬКІСНОЇ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ НАДАННЯ АВТО-СЕРВІСНИХ ПОСЛУГ ОБ'ЄКТАМИ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ ПРИМАГІСТРАЛЬНИХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ

Кравченко О.П., Левківський О.А.

Житомирський державний технологічний університет, Україна

### ВСТУП

Головними територіальними функціями транзитних регіонів є інфраструктурні, в тому числі автосервісні функції - соціально-побутове обслуговування людей і транспортно-дорожній сервіс. В роботі [1] наведено результати обстеження ділянки дороги М-06 (Е40) в Житомирській області та досліджена ефективність можливої реорганізації автопідприємств примагістральних населених пунктів. Було визначено, що необхідно 11 постів технічного сервісу для обслуговування вантажних автомобілів вітчизняного та радянського виробництва, що проходять дорогою М-06 (Е40) та визначена ефективність їх використання. Методи з визначення ефективності на основі апарату теорії масового обслуговування не завжди адекватно прогнозують ефективність використання підприємств автосервісу, оскільки на неї впливають багато різних факторів, які необхідно враховувати.

Прогнозування попиту на послуги автосервісних підприємств є складним завданням, оскільки при цьому необхідно враховувати:

- неминучу сезонність попиту;
- можливе розкидання інтенсивності експлуатації автомобілів;
- розкидання значень напрацювань на відмову з різних видів робіт (які, в свою чергу, сильно залежать від стажу, кваліфікації водіїв, надійності самих транспортних засобів);
- зміну кількості автомобілів в регіоні ділової активності об'єкта технічного сервісу.

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Оцінку пропускну здатності об'єктів технічного сервісу виконано в наступній послідовності [2].

Визначаються ресурси виробничої ділянки

$$M_{\text{дїл}} = N_{\text{п}} \cdot R_{\text{п}} \cdot T_{\text{с}} \cdot C, \quad (1)$$

де  $M_{\text{дїл}}$  - кількість ресурсів, якими володіє дільниця;

$N_{\text{п}}$  - кількість виробничих постів на виробничій дільниці;

$R_{\text{п}}$  - кількість виробничих працівників на пост;

$T_{\text{с}}$  - тривалість робочої зміни;

$C$  - кількість змін.

Для заданої вірогідності  $P_{\text{д}}$  визначається значення нормованої випадкової величини  $Z_{P_{\text{д}}}$  за формулою:

$$Z_{P_{\text{д}}} = \arg[F_0(Z) = P_{\text{д}}]. \quad (2)$$

При цьому математичне очікування добової кількості звернень  $N_{\text{с}}$  приймає значення абсолютної пропускну здатності  $A_{P_{\text{д}}}$  для заданої вірогідності  $P_{\text{д}}$ .

$A_{P_{\text{д}}}$  розраховується шляхом ітераційного процесу:

$$M_{\text{дїл}} = \bar{t}_{13\phi} \cdot \bar{N}_{\text{с}} \left[ Z_{P_{\text{д}}} \left( \frac{\sqrt{\bar{t}_{13\phi}^2 \cdot \bar{N}_{\text{с}} + \bar{N}_{\text{с}}^2 \cdot \sigma^2(\bar{t}_{13\phi})}}{3 \cdot \bar{t}_{13\phi} \cdot \bar{N}_{\text{с}}} \right) + \left( 1 - \frac{\bar{t}_{13\phi}^2 \cdot \bar{N}_{\text{с}} + \bar{N}_{\text{с}}^2 \cdot \sigma^2(\bar{t}_{13\phi})}{9 \cdot \bar{t}_{13\phi}^2 \cdot \bar{N}_{\text{с}}^2} \right) \right]^3, \quad (3)$$

де  $\bar{t}_{13\phi}$  - математичне очікування трудомісткості одного звернення;

$\bar{N}_C$  - математичне очікування добової кількості звернень.

$$\sigma_{ic} = \sqrt{\bar{t}_{136}^2 \cdot \bar{N}_C + \bar{N}_C^2 \cdot \sigma^2(\bar{t}_{136})}, \quad (4)$$

де  $\sigma_{ic}$  - середньоквадратичне відхилення добової трудомісткості конкретного виду ТО або ремонту.

При наступних заданих умовах  $N_C = A_{P_d}$  варіюється до тих пір, поки права частина виразу (3) буде дорівнювати значенню  $M_{dil}$ , що визначалось за формулою (1). Це рішення для  $A_{P_d}$  і буде відповідати вказаній пропускній здатності з даною вірогідністю  $P_d$ .

Проаналізувавши роботи [1, 3] були вибрані дані і за формулою (1) знайдена кількість ресурсів, що необхідна на ділянці дороги М-06 (Е40) в межах Житомирської області ( $M_{dil} = 352$  люд.-год.). Результати розрахунків представлені на рис. 1.

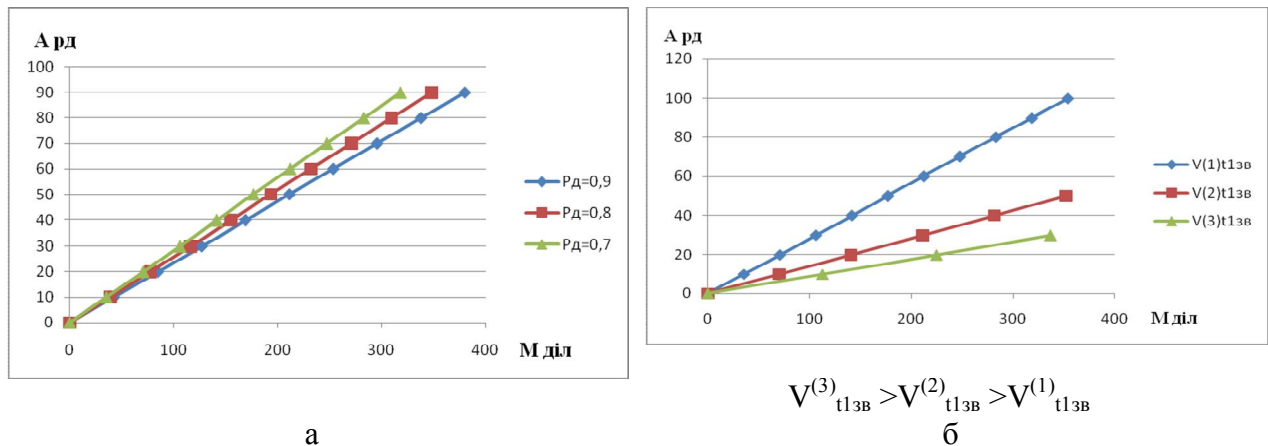


Рисунок 1 – Залежність пропускної здатності  $A_{P_d}$  від довірчої ймовірності (а) і від технічного стану автомобіля, що звертається на ТО і Р (б)

## ВИСНОВКИ

При одній і тій же потужності виробничих підрозділів  $M_{dil}$  для заданої  $P_d=0,9$  (песимістичне значення) і  $P_d=0,7$  (оптимістичне значення), прогнозам пропускної здатності  $A_{P_d}$  будуть відповідати різні значення. Кількість ресурсів  $M_{dil}$  залежить від заданої ймовірності  $P_d$ , і обсяг ресурсів буде більшим, якщо вище задається значення  $P_d$ .

При погіршенні технічного стану автомобілів, які звертаються на ТО і ремонт (виражається в збільшенні варіації трудомісткості одного звернення), при незмінній кількості ресурсів, якими володіють об'єкти технічного сервісу, гарантоване число автомобілів на добу, яких будуть обслуговувати на СТО, буде знижуватися (з 100 автомобілів при  $\bar{t}_{136}=2$  год., до 30 автомобілів при  $\bar{t}_{136}=8$  год.).

## ЛІТЕРАТУРА

1. Кравченко А.П., Рафальський Е.М. Использование многоканальной модели функционирования автосервисных возможностей примагистральных населенных пунктов транзитного региона / Збірник наукових праць «Новітні шляхи створення, експлуатації, ремонту і сервісу автомобілів». – Миколаїв: МТУ «Миколаївська політехніка», 2017. - С. 25-27.
2. Чернышов А.Е. Комплексная оценка эффективности функционирования автосервисных предприятий (на примере СТО легковых автомобилей): дис. канд. тех. наук: 05.22.10 / МАДИ. – Москва, 2005. – 215 с.
3. Кравченко О.П., Рафальський Є.М., Добровінський О.О. Аналіз транспортної інфраструктури на міжнародній автотранспортній магістралі М06 (Е40) / Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал. - №2(9). - Луцьк: ЛНТУ, 2017. - С. 89-92.

## **ИЗМЕНЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ СМАЗКИ ДВИГАТЕЛЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МОТОРНОГО МАСЛА SAE 5W-30**

**Наглюк М.И., Мякота Д.Ю., Яковенко О.В.**

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Украина

### **ВВЕДЕНИЕ**

На современном этапе развития автомобильного транспорта к новой технике предъявляются жёсткие и все возрастающие требования по повышению надёжности, долговечности, комфортности и уменьшения экологического ущерба наносимого окружающей среде, а также снижению расхода топливо-смазочных и эксплуатационных материалов. Реализация ресурса, заложенного в двигателе и агрегатах, возможна только при использовании эксплуатационных материалов современного поколения, полностью соответствующих по эксплуатационным свойствам их конструкционным особенностям и условиям эксплуатации. Для всесезонной эксплуатации в системах автомобильных двигателей и агрегатах применяются технические жидкости, антифризы, моторные и трансмиссионные масла которые необходимо менять согласно периодичности сервисных книжек и рекомендаций заводов изготовителей.

С увеличением мощности и скорости движения современных автомобилей, возрастает напряженность работы пар трения в силовых агрегатах и требования к их смазке. Одним из основных показателей характеризующий смазку пар трения, является расход через них масла, что в первую очередь определяется давлением масла в системе смазки двигателя.

### **АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ**

Давление масла в главной масляной магистрали в современных двигателях находится в довольно широком диапазоне 0,2-0,9 МПа [1,2,3]. При недостаточном давлении масла, подводимого к подшипникам коленчатого вала, могут нарушаться условия гидродинамического трения. Толщина масляного слоя может стать ниже критической, что приведёт к снижению надёжной работы подшипников. При давлении масла в системе смазки менее 0,1 МПа происходит значительное увеличение интенсивности изнашивания до  $8 \cdot 10^3$  г/ч [2].

Уменьшение расхода масла через подшипники снижает отдачу тепла в масло и приводит к их перегреву.

Чрезмерное увеличение давления и расхода масла нежелательно, так как требует большой производительности масляного насоса и больших затрат мощности на привод насоса, а также повышенному расходу масла на угар и увеличению напряженности работы фильтров. При увеличении давления более 0,3 МПа происходит увеличение интенсивности изнашивания до  $3 \cdot 10^3$  г/ч [2].

Исследования, проведенные авторами в работе [4] подтверждают, что наименьший износ деталей двигателей наблюдается при давлении масла в системе смазки 0,25-0,3 МПа.

### **ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ**

Провести исследование изменения давления в масляной системе смазки двигателя ВАЗ-2108 при работе на маслах разной вязкости.

Исследования проводились на кафедре технической эксплуатации и сервиса автомобилей на стенде при работе двигателя ВАЗ-2108 на моторном масле SAE 15W-40 (вязкость при 100°C - 14,1 мм<sup>2</sup>/с) и SAE 5W-30 (вязкость при 100°C – 12,2 мм<sup>2</sup>/с).

На основании полученных результатов построены графики изменения давления в системе смазки двигателя ВАЗ-2108 при работе на моторном масле SAE 15W-40 и SAE 5W-30 от частоты вращения коленчатого вала (рис.1 и 2).

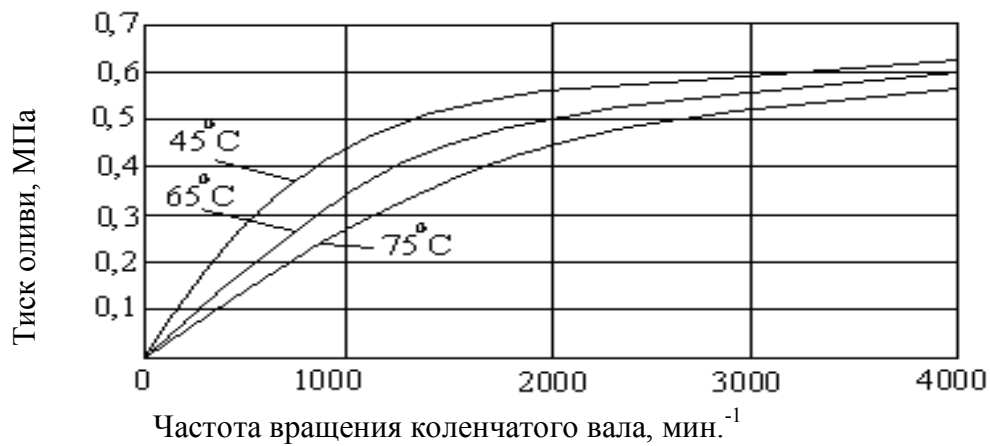


Рисунок 1 – Изменения давления в системе смазки двигателя от частоты вращения коленчатого вала при различных температурах масла SAE 5W-30

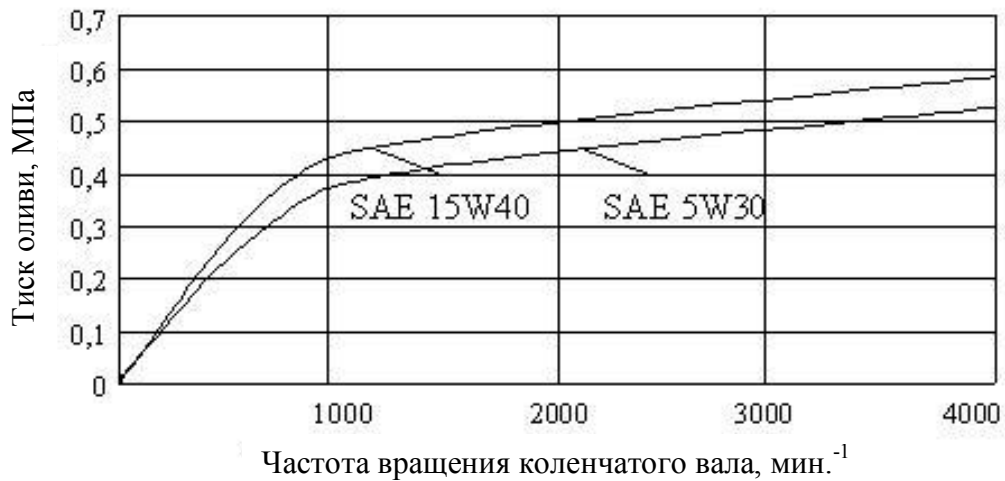


Рисунок 2 – Изменения давления в системе смазки от частоты вращения коленчатого вала при постоянной температуре 65°С

### ВЫВОДЫ

При работе двигателя на моторном масле SAE 5W-30 давление в системе смазки двигателя уменьшилось на 0,02 - 0,09 МПа по сравнению с маслом SAE 15W-40.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамчук Ф.І., Рязанцев М.К., Шеховцов А. Ф. Двигуни внутрішнього згоряння: Серія підручників у 6 томах. Т.6. Надійність ДВЗ /За ред. проф. А.П. Марченка, засл. діяча науки України А.Ф. Шеховцова. – Харків: ХНАДУ, 2004. – 324с.
2. Григорьев М. А. Обеспечение надежности двигателей / М. А. Григорьев, В. А. Долецкий. – М.: Изд-во стандартов, 1978.– 324с.
3. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Підручник / О.А. Лудченко. – К.: Знання-Прес, 2003. – 511с.
4. Григорьев М.А. Исследование влияния давления масла в системе смазки на износ деталей двигателя / М.А. Григорьев, В.И. Новиков, В.Г. Смирнов, Ф.И. Майоров, Ю.М. Рогозин // Автомобильная промышленность. – 1971. – №4. – С.3–5.

## **ВПЛИВ ЕНЕРГОНАВАНТАЖЕННЯ НА ТЕМПЕРАТУРУ НАГРІВУ ГАЛЬМ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ ПІД ЧАС ЦИКЛІЧНИХ СЛУЖБОВИХ І ЕКСТРЕНИХ ГАЛЬМУВАНЬ**

**Назаров О.І., Шпінда Є.М., Кошелєв В.В., Мішнєв А.С.**

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

### **ВСТУП**

В літературних джерелах [1-6] вказується, що експлуатаційні фактори, які викликають зміну гальмівних властивостей транспортних засобів, носять випадковий характер і визначаються їх конструктивними та експлуатаційними параметрами. Найбільш важливими з них є положення центру мас, коефіцієнт зчеплення між шиною та опорною поверхнею дороги, коефіцієнт розподілу гальмівних сил, використовуваний спосіб регулювання гальмівних сил, особливості конструкцій елементів їх гальмівних систем, енергонавантаження гальм.

Боротьба за зниження не підресорених мас і поліпшення відводу тепла привела конструкторів до створення так званих вентильованих дисків. Вони являють собою своєрідну конструкцію з двох дисків, між якими виконані спеціальні отвори, формують своєрідні канали. Завдяки ним тепло відводиться більш ефективно, а вага диска знижується [4, 5].

Але часом цього недостатньо. Існує ще один важливий аспект впливу тепла на роботу гальм. При високих навантаженнях гальмівні диски можуть нагріватися до дуже високих температур, і якщо це тепло передається маточині, то швидкий вихід з ладу цього вузла дуже вірогідний. Тут виробники гальмівних систем йдуть на різні технічні нововведення. Так, наприклад, багато фірм пропонують розбірні гальмівні диски. Вони являють собою безпосередньо робочий диск у вигляді ярма, скріпленого болтовим з'єднанням із середньою частиною, яка вже і кріпиться на маточину. Також часто можна зустріти гальмівні диски з перфорацією і канавками (шліцами). Виконані по всій робочій площині диска наскрізні отвори знижують вагу диска, сприяють більш ефективному зниженню його температури при роботі, відводячи теплову енергію, що утворюється при терті колодок об диск. Крім того, в місці тертя виникають робочі гази, які можуть створювати подобу повітряної подушки і знижувати ефективність гальм. Так що їх відведення вкрай важливе, особливо у гальмах, що працюють під великим навантаженням.

Безумовно, автоспорт з його підвищеними навантаженнями на гальма зажадав ефективного очищення гальмівних колодок. Справа в тому, що при роботі на великих навантаженнях гальмівні колодки дуже швидко покриваються тонким шаром нагару - вигорілого і відпрацьованого фрикційного матеріалу. Якщо його не зняти примусово, колодка перетворюється в слизьку поверхню й виникає явище, яке в зарубіжній літературі називається «фединг». Канавки, шліци практично зрізують цей відпрацьований шар, оновлюючи колодку. Це дозволяє підтримувати працездатність колодок протягом всієї експлуатації, забезпечуючи необхідну стабільність і ефективність гальмування [1, 2].

З огляду на все вище сказане, можна вважати, що для легкових і міських автомобілів гальмівні диски зі шліцами, звичайно, є предметом для підвищення їх стабільності функціонування, але одночасно причиною зниження їх ресурсу. Однак, така проблема вирішується за рахунок конструктивної зміни: шліци можуть бути як спрямованими, так і не-направленими. Перші вимагають правильної установки (ліві і праві диски) і встановлюються зазвичай парами. Не направлені можуть бути встановлені на будь-яку сторону.

Якщо повернутися до відомого варіанту, то варто згадати про розробку австралійських інженерів. Компанія DBA запатентувала передову технологію системи вентиляції гальмівного диска (австралійський патент № 742353, диски Kangaroo Paw або Лапа Кенгуру). Завдяки тому, що 144 стовпчика мають особливу форму і розташовані в певному порядку між двома сторонами гальмівного диска, створюється ефект ротора. Обертання диска призводить до утворення аеродинамічної турбулентності повітря всередині диска, збі-

льшуючи його швидкість. Це призводить до того, що гаряче повітря буквально виштовхується з внутрішньодискового простору, сприяючи більш інтенсивному його охолодженню. Така конструкція гальмівного диска робить його більш міцним і стабільним при загальному зниженні маси.

Таку розробку можна по праву вважати серйозним проривом в дизайні гальмівних дисків. Кардинальне рішення запропонувала американська компанія Delphi. Її інженери модернізували весь дисковий гальмівний механізм. Запропоновано оригінальну ідею дводискового гальма для передніх коліс автомобіля, що отримав назву Twin Disk. Тут для гальмування використовуються не дві, а три гальмівні колодки. До звичайної пари додається середня колодка, розташована між двох «плаваючих» дисків, не пов'язаних один з одним перегородками. Завдяки такій компоновці гідравлічний поршень переносить своє зусилля не на дві площини гальмівного диска, як зазвичай, а відразу на чотири. Тим самим ефективність гальм, динаміка гальмування збільшується в 1,7 рази в порівнянні зі звичайними дисковими гальмами. Зусилля на педаль знижується практично вдвічі. Крім того, вентиляція таких дисків значно краща, вони менше нагріваються, а отже, мають більший ресурс.

Зростання швидкостей і, як наслідок, збільшення вимог до гальм призводять до появи нових матеріалів для створення гальмівних дисків. Так, в світі автоспорту використовуються диски на основі вуглеволокна (carbon fiber composite). Такі гальма значно легші своїх чавунних аналогів і працюють ефективніше. Однак карбонові гальма працюють лише при дуже високих температурах. Те, що для звичайних сталевих або чавунних дисків може вважатися екстремально високою температурою, для карбонових дисків - нормальний робочий стан. Тобто на звичайних автомобілях в звичайних умовах експлуатації такі гальма просто не будуть працювати - не встигнуть розігрітися. З цієї причини застосування вуглепластикових композитів в гальмах обмежується болідами Формула-1. Крім того, ціна подібних виробів значна.

Крім того, високоефективні колодки будуть не тільки довго і надійно виконувати свої функції, а й забезпечать тривалий ресурс гальмівного диска або барабана. Навпаки, неякісні колодки можуть привести до виходу з ладу гальмівного диска, виконавши в ньому глибокі подряпини і т.д.

## **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Гальмівні колодки бувають різними за матеріалами фрикційних накладок, які власне і здійснюють гальмування. Фрикційних сумішей на сьогодні існує безліч. У кожної фірми своя рецептура і свої інгредієнти. До складу суміші можуть входити 15 і більше різних компонентів. Їх пропорції чітко витримані. Будь-яка зміна частки того чи іншого компонента може істотно змінити властивості майбутніх гальмівних накладок, аж до їх повної непридатності.

Основа фрикційної суміші – армуючий компонент. Саме від нього залежить міцність, термостійкість і стабільність гальмівних властивостей. В останні роки склалися стійкі види фрикційних виробів, які отримали свою назву, саме ґрунтуючись на їх армованих компонентах.

Виділяються азбестові, безазбестові та органічні (на основі органічних волокон) компоненти. Перші в якості армуючого елемента використовують азбест. Шкідливість цього матеріалу для людини вже стала притчею. У багатьох посібниках з ремонту та обслуговування автомобілів йдеться, що міняти азбестові гальмівні колодки і навіть знімати колеса необхідно гранично обережно, завчасно подбавши про захист органів дихання і зору.

Найсучасніші на даний момент фрикційні матеріали виконують на основі органічних волокон. У таких колодках найкращі гальмівні властивості. Тому саме вони встановлюються на сучасні боліди Формула-1, де навантаження на гальма (за мірками міських автомобілів) просто позамежні. Адже їм доводиться за лічені секунди або навіть частки секунди знижувати швидкість машини з 300 до 60 км/год.

Такі колодки також повинні охолоджуватися, але, на відміну від інших дисків, вони якраз повинні не пропускати тепло через себе. Нагріваючись, самі, вони обов'язково почнуть гріти робочі гальмівні циліндри, а вони, в свою чергу, гальмівну рідину, і якщо вона закипить, гальма перестануть працювати, з усіма наслідками, що випливають. Ось чому так важливо забезпечити теплової бар'єр між фрикційними накладками і металевою основою гальмівної колодки.

Однак, як для будь-яких високотехнологічних і наукомістких виробів, вартість таких колодок висока.

### **ВИСНОВКИ**

В результаті проведеної роботи встановлено залежність між температурою нагріву роторів і енергонавантаженням гальмівних механізмів легкових автомобілів при виконанні циклічних службових і екстрених гальмувань у експлуатаційних умовах.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Нагиев А.В. Исследование влияния нагрева тормозных накладок на тормозную динамичность автомобиля в эксплуатационных условиях [Текст]: дис. канд. техн. наук: спец. 05.05.03 / Нагиев А. В. – Харьков, 1982. – 124 с.
2. Вольченко А.И. Тепловой расчет тормозных устройств / Вольченко А.И. – Львов: Выща школа, 1987. – 136 с.
3. Гудз Г.С. Температурные режимы фрикционных узлов автотранспортных средств / Гудз Г.С. – Харьков: Изд-во ХГАДТУ, 1998. – 139с.
4. Гудз Г.С. Сравнительный анализ теплонагруженности дисковых тормозных механизмов автобусов при различных типах испытаний / Г.С. Гудз, Я.П. Яворский // Автомобильный транспорт. – Харьков: РИО ХГАДТУ, 2001. – №7. – с. 50-52.
5. Кушов В.Я. Исследование теплового баланса дискового тормоза [Текст]: дис. канд. техн. наук: 05.05.03 / Кушов В. Я. - Харьков, 1980. – 103 с.
6. Волков В.П. Режимы работы тормозов легковых автомобилей и совершенствование способов их моделирования при ресурсных лабораторных испытаниях: дис. канд. техн. наук: 05.05.03 / Волков Владимир Петрович. – Харьков, 1982. – 174 с.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ РОБОТИ ТА ГАЛУЗЕЙ ВИКОРИСТАННЯ МАГНІТНИХ ПІДСИЛЮВАЧІВ**

**Неп'янова С.Д., Тарасова В.В.**

Харківський національний університет Повітряних сил  
імені Івана Кожедуба, Інститут цивільної авіації, Україна

### **ВСТУП**

Магнітний підсилювач – це електричний апарат, в якому для підсилення сигналу використовується нелінійна характеристика намагнічування феромагнітних матеріалів:  $B = f(H)$ .

Магнітні підсилювачі отримали широке розповсюдження в пристроях автоматики й телемеханіки, у системах управління електроприводами постійного та змінного струму, в обчислювальній та вимірювальній техніці, в схемах релейного захисту та сигналізації.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Широке застосування підсилювачів обумовлене їх перевагами, до яких перш за все слід віднести:

- високу надійність (магнітний підсилювач – це статичний пристрій, що може працювати при значних перевантаженнях, нечутливий до вібрації та трясіння і не потребує періодичного догляду й обслуговування);
- великий термін служби (в основному визначається терміном служби випрямлячів, які широко використовуються в схемах магнітних підсилювачів);
- негайну готовність до роботи після ввімкнення живлення (на відміну від лампових підсилювачів тут не потрібний час для розігріву);
- високий ККД (зміна струму навантаження, а отже, і потужності в магнітних підсилювачах здійснюється шляхом зміни індуктивності. Крім того на відміну від лампових підсилювачів у них відсутні втрати в колах розжарювання);
- високий коефіцієнт підсилення потужності, який досягає  $10^3 - 10^6$  в одному каскаді;
- здатність підсилити дуже слабкі сигнали постійного струму, потужність яких становить лише  $10^{-19} \dots 10^{-17}$  Вт;
- можливість одержання значної вихідної потужності;
- простоту здійснення обчислення та підсилення декількох вхідних сигналів.

### **ВИСНОВОК**

Суттєвим недоліком магнітних підсилювачів є значна інерційність, обумовлена індуктивністю обмоток управління.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. В.Е. Шестеренко Системи електроспоживання та електропостачання промислових підприємств – Вінниця «Нова книга». 2004, – 658 с.
2. Б.Т. Кононов. Електричні апарати. МО України. – 2008, 542 с.

## **РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА БАЗІ ARDUINO ДЛЯ АВТОПІЛОТУ**

**Чоломбитько О.А., Музика І.І.**

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

**Вступ.** В даному дослідженні проведена розробка принципів побудови автопілоту для транспортних роботів, які можна застосовувати для автомобілів. Це потрібно, щоб досягти основної мети проведеного дослідження – підвищити якість та безпеку дорожнього руху за рахунок створення системи автопілоту для легковим автомобілем. Проведені дослідження можуть бути розповсюджені на інші види мобільних наземних роботів [1, 2].

**Результати досліджень.** При виборі технічних засобів були проаналізовані декілька контролерів та датчиків. При проведенні дослідження ми дійшли до висновку, що контролер Arduino Uno R3, побудований на ATmega328 найбільш підходящий для впровадженні автопілотів. Платформа Arduino Uno контролера має: 14 цифрових виводів (6 використовуються як виходи ШІМ; 6 – як аналогові входи; кварцовий генератор частотою 16 МГц; роз'єм USB; силовий роз'єм; роз'єм ICSP; кнопку перезавантаження). Для роботи контролера необхідно підключити платформу до комп'ютера за допомогою кабелю USB, або подати живлення за допомогою адаптера AC/DC або батареї. Нами обраний цей контролер тому, що він на відміну від усіх проаналізованих плат, використовує мікроконтролер ATmega8U2. На платформі Arduino Uno встановлено кілька пристроїв для зв'язку з комп'ютером, іншими пристроями Arduino або мікроконтролерами. ATmega328 підтримує послідовний інтерфейс UART TTL через вивід 0 (RX) і 1 (TX). Встановлена на платі мікросхема ATmega8U2 направляє даний інтерфейс USB, програми

Прошивка ATmega8U2 використовує стандартні драйвера USB COM, для роботи з якими ніяких сторонніх драйверів не потрібно, але для Windows для підключення потрібний файл ArduinoUNO.inf. Моніторинг послідовної шини (Serial Monitor) програми Arduino дозволяє висилати і отримувати текстові дані при підключенні до платформи. Світлодіоди RX і TX на платформі будуть мерехтіти при передачі даних через мікросхему FTDI або USB підключення (але не при використанні послідовної передачі через висновки 0 та 1).

За допомогою бібліотеки SoftwareSerial можливо створити послідовну передачу даних через будь-який з цифрових висновків Uno. ATmega328 піддержує інтерфейси I2C (TWI) і SPI. Arduino включена бібліотека Wire для зручності використання шини I2C.

Як датчик обраний цифровий датчик лінії призначений для того, щоб відрізнити темну поверхню від світлої. Цей датчик можна, наприклад, розмістити на нижній поверхні мобільної платформи, щоб навчити вашої робота рухатися вздовж лінії, не виїжджати за межі території, визначеної контуром, або не звальюватися з краю столу.

Платформа програмується за допомогою програмного забезпечення Arduino. З меню Tools > Board обирається «Arduino Uno» (згідно з установленим мікроконтролеру). Детальніша інформація знаходиться в довіднику та інструкціях.

Мікроконтролер ATmega328 поставляється з записаним завантажувачем, полегшує запис нових програм без використання зовнішніх програматорів. Зв'язок виконується оригінальним протоколом STK500. Є можливість не застосовувати завантажувач і запрограмувати мікроконтролер через висновки ICSP (внутрішньосхемного програмування).

Автоматична (програмна) перезавантаження Arduino Uno розроблена таким чином, щоб запис нового коду перезавантаження здійснюється самою програмою Arduino на комп'ютері, а не натисненням кнопки на платформі. Одна з ліній DTR мікросхеми ATmega8U2, що керують потоком даних (DTR), підключена до висновку перезавантаження мікроконтролеру ATmega328 через конденсатор ємністю 100 нФ. Активація цієї лінії, тобто подачі сигналу низького рівня, автоматично перезавантажує мікроконтролер. Програма Arduino, що використовує цю функцію, завантажує код одним натисненням кнопки

Upload в самому середовищі програмування. Подача сигналу низького рівня по лінії DTR скоординована з початком запису коду, що скорочує таймаут завантажувача.

Перезавантаження Uno відбувається кожен раз при підключенні до програми Arduino на комп'ютері з Mac os X або Linux (через порт USB). Наступні 0,5 с після перезавантаження працює завантажувач. Під час програмування відбувається затримка декількох перших байтів коду, щоб уникнути отримання платформою некоректних даних (всіх, окрім коду нової програми). Якщо проводиться разове налагодження скетчу, що записаний в платформі, або введення яких небудь інших даних при першому запуску, необхідно переконатися, що програма на комп'ютері очікує протягом 1 с перед передачею даних.

Для підключення модуля до Arduino зручно використовувати Troyka Shield. Датчик підключається до групи контактів одного з цифрових пінів. У нашому прикладі це пін 9.

Після завантаження і запуску коду необхідно відкрити монітор послідовного порту. Проведіть датчиком спочатку над столом, а потім за краєм столу. При виході за край столу на моніторі повинно виникнути попередження. Характеристики: напруга живлення від 3 В до 5 В, максимальний споживаний струм менше 10 мА.

Перш ніж перейти до управління двигуном постійного струму і кроковим двигуном необхідно підключити модуль L298N. Драйвер плати L298N дає можливість керувати одним або двома двигунами постійного струму (рисунок).

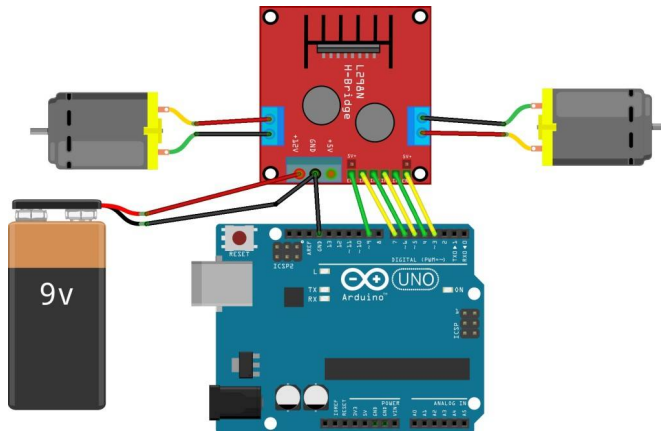


Рисунок – З'єднання L298N, Arduino, джерела енергії і двигунів постійного струму

Напрямок обертання ротора двигуна керується сигналами високого та низького рівня (HIGH або LOW) на кожний канал. Наприклад, для першого електричного двигуна, HIGH на IN1 і LOW на IN2 забезпечує обертання в одному напрямку, а LOW і HIGH змусить обертатися в протилежну сторону. При цьому ротори електричних двигунів не будуть обертатися, поки не буде сигналу HIGH на пін 7 для першого двигуна або на 12 пін для другого. Зупинити обертання роторів двигунів можна подачею сигналу LOW на ті ж зазначені вище піни. Для керування швидкістю обертання електричних двигунів використовується ШІМ-сигнал.

**Висновки.** Таким чином, розроблений макет транспортного засобу з автопілотом за допомогою технічних засобів та програмного забезпечення на базі Arduino.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Сергиенко О.Ю. Система технического зрения для навигации мобильных транспортных средств / О.Ю. Сергиенко // Автомобильный транспорт. – 2012. - Вып. 30. - С. 75-83. ISSN 2219-8342
2. Фу К. Робототехника / К. Фу, Р. Гонсалес, К. Ли; пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 624 с.

## ЗМІСТ

|                                                                                                                                                                                                                                            |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Automotive Essentials – програма для моделювання та практичного навчання для роботи з сучасною автотранспортною технікою<br/>REPLACE TRADITIONAL AUTOMOTIVE ESSENTIALS WITH<br/>DISCOVERY-BASED E-LEARNING<br/>Habbel M., Horbay O.</b> | <b>3</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|

### Секція 1

#### **ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ І ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ. ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ**

|                                                                                                                                                                                       |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ МІСЬКИХ ЕЛЕКТРОБУСІВ<br/>Войтків С.В.</b>                                                                                                  | <b>6</b>  |
| <b>ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ ГІБРИДНИХ<br/>ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ<br/>Гасвий О.Р.</b>                                                                               | <b>10</b> |
| <b>ПРИСТРІЙ ПРИМУСОВОГО ЗНИЖЕННЯ ШВИДКОСТІ АВТОМОБІЛІВ, ЩО<br/>ГЕНЕРУЄ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЮ<br/>Гнатов А.В., Аргун Щ.В., Букетов А.В., Гнатова Г.А.,<br/>Біліченко В.В., Мурований І.С.</b> | <b>14</b> |
| <b>ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ВІТРОГЕНЕРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ<br/>ДЛЯ СТО В ХАРКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ<br/>Гнатов А.В., Жила С.Ю., Zakis J., Mutule A., Patlins A.</b>                       | <b>17</b> |
| <b>СОНЯЧНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ ДЛЯ СУЧАСНОГО ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ В<br/>ВИШАХ УКРАЇНИ<br/>Гнатова Г.А., Аргун Щ.В., Бармін В.А.</b>                                                          | <b>20</b> |
| <b>ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ СТАРТ СТОП<br/>Двадненко В.Я., Пушкарь О.Б., Трунова И.С., Барудов С.</b>                                                                          | <b>23</b> |
| <b>ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГЕЛИОМОБИЛЕЙ<br/>Костикова М.В., Скрипина И.В., Усмонов Э.Р.</b>                                                                         | <b>26</b> |
| <b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ОТРИМАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ<br/>З ВТОРИННИХ РЕСУРСІВ<br/>Куліш О.А., Тарасова В.В., Ghazwan Al-Haji, Kenneth Asp</b>                                        | <b>29</b> |
| <b>ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ ТРАНСФОРМАТОРІВ<br/>Мамедова С.Т., Тарасова В.В.</b>                                                                                                | <b>32</b> |
| <b>ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ГІБРИДНОЇ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ TOYOTA PRIUS<br/>Марченко А.В.</b>                                                                                                | <b>34</b> |
| <b>ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ<br/>Рудаков А.О.</b>                                                                                                | <b>36</b> |
| <b>ДОСЛІДЖЕННЯ ГІБРИДНОЇ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ<br/>Смирнов О.П., Кузьмук М.С., Какубава Реваз</b>                                                                                         | <b>38</b> |
| <b>АНАЛІЗ СТАНУ ТА ЗАСОБІВ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В УКРАЇНІ<br/>Темнова А.О., Мякушко Ю.О., Тарасова В.В., Aleksander Sladkowski,<br/>Grzegorz Kubica, Mirosław Witaszek</b>                | <b>41</b> |
| <b>ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ<br/>Трунова І.С., Бикова О.В., Kunicina N., Romanovs A.</b>                                                                     | <b>44</b> |

**Секція 2**

**ТРАНСПОРТНА ІНФРАСТРУКТУРА, РОЗВИТОК МЕРЕЖІ ЗАРЯДНИХ  
СТАНЦІЙ ДЛЯ ЕКОМОБІЛІВ. ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ  
ТЕХНОЛОГІЇ НА ТРАНСПОРТІ**

|                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВИЗНАЧЕННЯ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ДЛЯ УНІФІКАЦІЇ ПРОЦЕСУ РОЗРОБКИ<br>ВЕБ-РЕСУРСІВ МАЛОГО ПІДПРИЄМСТВА                   |    |
| <b>Алексієв В.О., Горяінов В.М.</b>                                                                                 | 48 |
| ЗАГАЛЬНА КЛАСИФІКАЦІЯ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО АВТОМОБІЛЬНОГО<br>ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ГРОМАДСЬКОГО КОРИСТУВАННЯ    |    |
| <b>Войтків С.В.</b>                                                                                                 | 51 |
| ПРО ПЕРСПЕКТИВУ ВИКОРИСТАННЯ ПРИВАТНИХ СОНЯЧНИХ<br>ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ДЛЯ ЗАРЯДКИ ЕКОМОБІЛІВ В УКРАЇНІ                  |    |
| <b>Галько С.В., Довгалоук С.М., Жарков А.В., Жарков В.Я.</b>                                                        | 54 |
| ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-<br>КОМУНІКАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ |    |
| <b>Павленко В.М., Калашніков Є.В., Свіріна Ю.Ю.</b>                                                                 | 57 |
| ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ СУЧАСНИХ ЗАРЯДНИХ СТАНЦІЙ<br>ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ                                                |    |
| <b>Серіков Г.С., Іллічов А.С., Mohamed Bushara</b>                                                                  | 60 |
| СИСТЕМА GPS МОНІТОРИНГУ ТА ДИСПЕТЧЕРИЗАЦІЇ ТРАНСПОРТУ                                                               |    |
| <b>Серіков Г.С., Щербак М.П., Dmitry Hehenia</b>                                                                    | 63 |

**Секція 3**

**МОДЕЛЮВАННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ В АВТОМОБІЛЕБУДУВАННІ І  
ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМАХ. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ  
ТРАНСПОРТНИМИ СИСТЕМАМИ**

|                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| РОБАСТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИМИ РЕЖИМАМИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ                                          |    |
| <b>Бажинова Т.А.</b>                                                                                | 67 |
| ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В ЕЛЕКТРИЧНИХ КОЛАХ<br>ТА В ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМАХ                    |    |
| <b>Беленський О.О., Грязнов І.А., Тарасова В.В.</b>                                                 | 69 |
| РОЗРАХУНОК ЕКВІВАЛЕНТНОЇ ВИТРАТИ ПАЛИВА ЕЛЕКТРОМОБІЛЯМИ                                             |    |
| <b>Борисенко А.О., Коржов А.Г.</b>                                                                  | 71 |
| ДОСЛІДЖЕННЯ БЛОКУ НАКОПИЧЕННЯ ДЛЯ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРОБУСУ<br>НА СУПЕРКОНДЕНСАТОРАХ                     |    |
| <b>Гнатов А.В., Підгора О.В., Аргун Щ.В., Lin Hengxi</b>                                            | 73 |
| ТЕНДЕНЦІЇ В СФЕРІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ                                               |    |
| <b>Горяінов А.Н.</b>                                                                                | 75 |
| МОДЕЛЮВАННЯ ЗМІНИ РІВНЯ ВТОМИ ВОДІЯ В ДОРОЖНЬОМУ ЗАТОРІ                                             |    |
| <b>Гюлев Н.У., Лобашов О.О.</b>                                                                     | 78 |
| АНАЛІЗ НЕСТАЦІОНАРНОСТІ ВИХІДНОГО СИГНАЛУ ВИМІРЮВАЛЬНОГО<br>КАНАЛУ ТИСКУ ТЕХНІЧНО СКЛАДНИХ ОБ'ЄКТІВ |    |
| <b>Коваль А.О., Коваль О.А., Мінка С.В.</b>                                                         | 81 |
| ФАКТОРИ ВИБОРУ ПАСАЖИРОМІСТКОСТІ АВТОБУСУ НА МІСЬКИХ<br>МАРШРУТАХ                                   |    |
| <b>Понкратов Д.П., Давідіч Н.В.</b>                                                                 | 84 |

|                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ІНТЕРПОЛЯЦІЯ КРИВОЇ НАМАГНІЧУВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ КУБІЧНОГО СПЛАЙНУ                                    |    |
| Рожков П.П., Рожкова С.Е.....                                                                        | 87 |
| СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ЕНЕРГЕТИКИ ЕЛЕКТРОКВАДРОЦИКЛУ                                                    |    |
| Серікова І.О., Медведський К.І.....                                                                  | 91 |
| ПРИНЦИПИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ СУЧАСНОГО ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ                                           |    |
| Серікова І.О., Ходак С.С.....                                                                        | 94 |
| АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ<br>ВСЕКОЛІСНОГО КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ |    |
| Слинченко І.В. ....                                                                                  | 97 |
| ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ДОПОМОГИ ПРИ ОБГОНІ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ                                        |    |
| Сушков І.М., Дзюбенко О.А., Oleksiy Antoshkin .....                                                  | 99 |

#### Секція 4

### ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА І РЕМОНТУ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ. СЕРВІС І ТЕХНІЧНИЙ ОГЛЯД АВТОМОБІЛІВ

|                                                                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ДОСЛІДЖЕННЯ АРХІТЕКТУРИ ВЕБ-РІШЕНЬ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ СЕРВІСНИХ<br>КОНТРАКТІВ АВТОМОБІЛЬНОЇ КОМПАНІЇ                                       |     |
| Алексієв В.О., Цемма Д.О. ....                                                                                                         | 103 |
| ОЦІНКА РОЗУМІННЯ ЕФЕКТІВ ВОДНЕВОГО ГАЗУ БРАУНА                                                                                         |     |
| Бєлов В.І., Дитятєв О.В. ....                                                                                                          | 106 |
| РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ СТАНУ САН-ШИНИ<br>ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ                                                               |     |
| Дзюбенко О.А., Гайдамака В.О., Мауш Хаким .....                                                                                        | 107 |
| О СВОЙСТВАХ УСТРОЙСТВ КОНТРОЛЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПОДВЕСОК                                                                              |     |
| Дитятєв А.В., Белов В.И. ....                                                                                                          | 110 |
| ІНТЕГРОВАНА ДІАГНОСТИЧНА СИСТЕМА ЕЛЕКТРОПРИВОДУ АВТОМОБІЛЯ                                                                             |     |
| Бороденко Ю.М. ....                                                                                                                    | 111 |
| ЩОДО КІЛЬКІСНОЇ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ НАДАННЯ АВТОСЕРВІСНИХ<br>ПОСЛУГ ОБ'ЄКТАМИ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ ПРИМАГІСТРАЛЬНИХ<br>НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ |     |
| Кравченко О.П., Левківський О.А. ....                                                                                                  | 114 |
| ИЗМЕНЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ СМАЗКИ ДВИГАТЕЛЯ ПРИ<br>ИСПОЛЬЗОВАНИИ МОТОРНОГО МАСЛА SAE 5W-30                                           |     |
| Наглюк М.И., Мякота Д.Ю., Яковенко О.В. ....                                                                                           | 116 |
| ВПЛИВ ЕНЕРГОНАВАНТАЖЕННЯ НА ТЕМПЕРАТУРУ НАГРІВУ ГАЛЬМ<br>ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ ПІД ЧАС ЦИКЛІЧНИХ СЛУЖБОВИХ І<br>ЕКСТРЕНИХ ГАЛЬМУВАНЬ    |     |
| Назаров О.І., Шпінда Є.М., Кошелєв В.В., Мішнєв А.С.....                                                                               | 118 |
| ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ РОБОТИ ТА ГАЛУЗЕЙ ВИКОРИСТАННЯ<br>МАГНІТНИХ ПІДСИЛЮВАЧІВ                                                      |     |
| Неп'янова С.Д., Тарасова В.В. ....                                                                                                     | 121 |
| РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА БАЗІ ARDUINO ДЛЯ АВТОПІЛОТУ                                                                       |     |
| Чоломбитько О.А., Музика І.І.....                                                                                                      | 122 |

**ДЛЯ НОТАТОК**

## ДЛЯ НОТАТОК

**МАТЕРІАЛИ**

**VI МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ  
ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ**

**«АВТОМОБІЛЬ І ЕЛЕКТРОНІКА. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ»**

**19-20 листопада 2018 р.**