

МОНІТОРИНГ І ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СТАНУ ДВИГУНІВ І ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Волков Володимир Петрович, д.т.н., професор,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: volf-949@ukr.net, ORCID: [0000-0003-2202-3441](https://orcid.org/0000-0003-2202-3441)

Грицук Ігор Валерійович, д.т.н., професор,
Херсонська державна морська академія,
e-mail: gritsuk_iv@ukr.net, ORCID: [0000-0001-7065-6820](https://orcid.org/0000-0001-7065-6820)

Волкова Тетяна Вікторівна, к.т.н., доцент,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: wolf949@ukr.net, ORCID: [0000-0001-8546-4119](https://orcid.org/0000-0001-8546-4119)

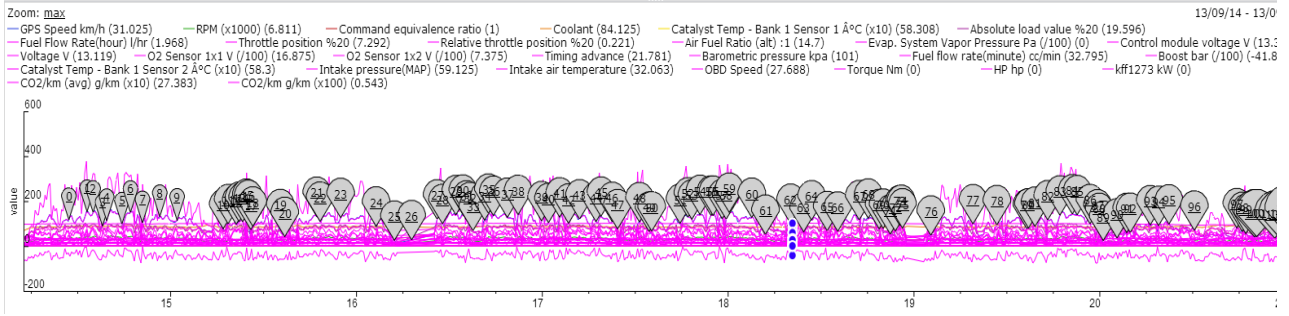
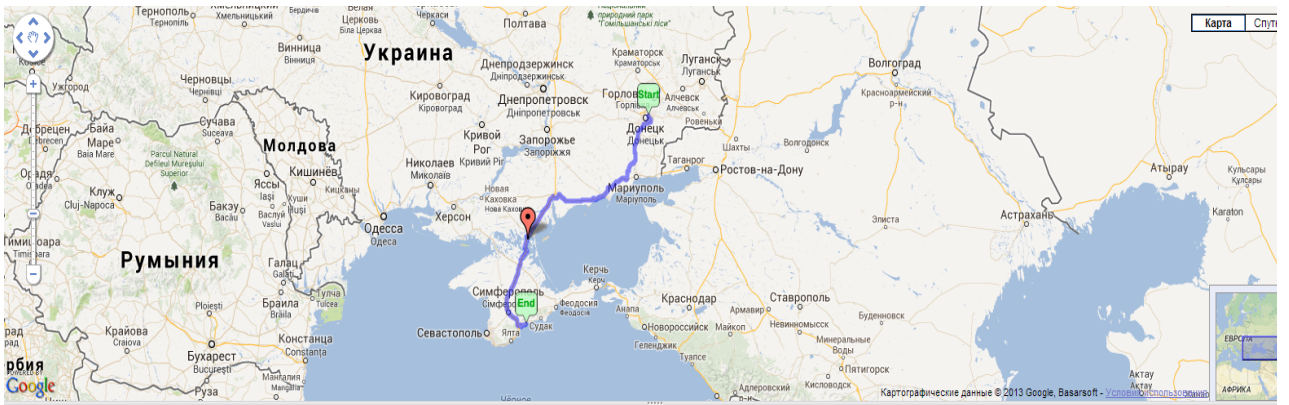
З метою перевірки забезпечення оптимального теплового стану двигуна транспортного засобу (ТЗ) в умовах експлуатації здійснено моніторинг інформації про параметри технічного стану двигуна ТЗ [1, 2].

В процесі проведення моніторингу параметрів технічного стану двигуна і ТЗ виникає потреба в забезпеченні умов для здійснення апроксимації параметрів моніторингу і прогнозуванні відповідних параметрів стану. На рис. 1 показані результати отримання інформації про основні положення (координати) ТЗ в умовах експлуатації і про результати вимірювання основних параметрів експлуатації ТЗ з використанням бортового інформаційного програмного діагностичного комплексу (БПДК, на прикладі 32 параметрів для дослідного ТЗ).

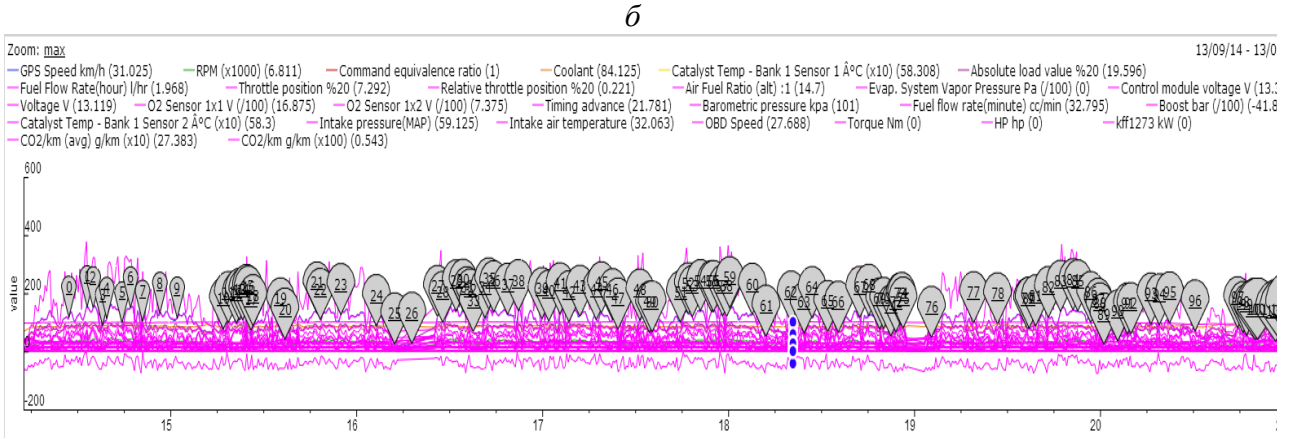
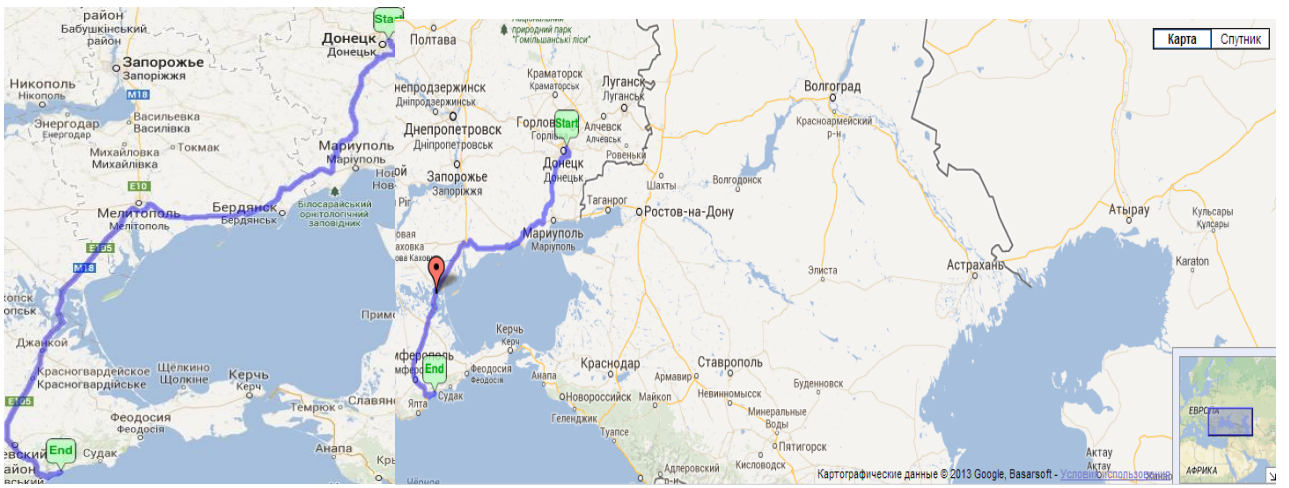
На рис. 2 показаний фрагмент звіту результатів моніторингу технічної інформації про легковий ТЗ сегменту С в умовах експлуатації, представленого у формі таблиці .xls: а - підсумковий звіт без розшифрування інформації; б - підсумковий звіт після розшифрування в інформаційному програмному комплексі (ІПК) отриманої інформації. На рис. 3 показані результати моніторингу основних параметрів технічного стану двигуна і ТЗ за період руху ТЗ (рис. 1). Спроба апроксимації і визначення лінії тренду всієї отриманої залежності (на прикладі результатів моніторингу і визначення лінії тренду для параметра технічного стану ТЗ – ОР двигуна) не дало бажаних результатів. Це видно з табл. 1.

Таблиця 1 - Рівняння апроксимації на діаграмі і величина достовірності апроксимації

№ п/п	Лінія тренда	Рівняння апроксимації на діаграмі	Величина достовірності апроксимації, R ²
1	Експоненціальна	$y=85,812e^{9E-07x}$	0,037
2	Лінійна	$y=8E-05x+85,841$	0,0381
3	Логарифмічна	$y=0,6552\ln(x)+80,882$	0,0501
4	Поліноміальна (ступінь 2)	$y=2E-08x^2-0,0003x+87,255$	0,085
5	Поліноміальна (ступінь 3)	$y=3E-12x^3-1E-07x^2+0,0009x+84,935$	0,1751
6	Поліноміальна (ступінь 6)	$y=-6E-24x^6+5E-19x^5-1E-14x^4+2E-10x^3-1E-06x^2+0,0045x+82,522$	0,199
7	Ступенева	$y=80,8x^{0,0079}$	0,0543



а



б

Рисунок 1 – Інтерфейс програми (а) обробки і виведення в режимі онлайн інформації про положення (б) ТЗ в умовах експлуатації та про результати вимірювання основних параметрів (в) з використанням БПДК

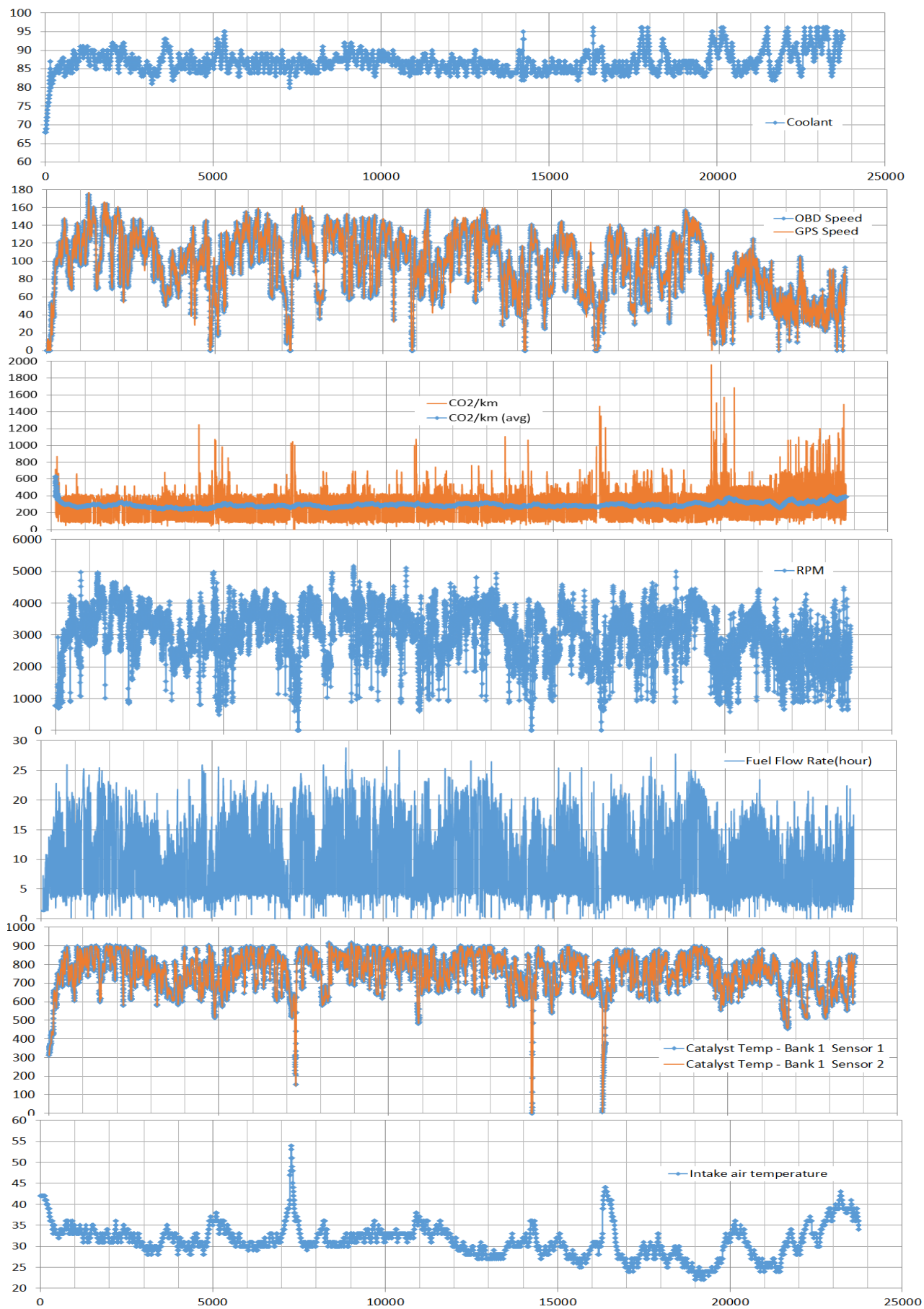
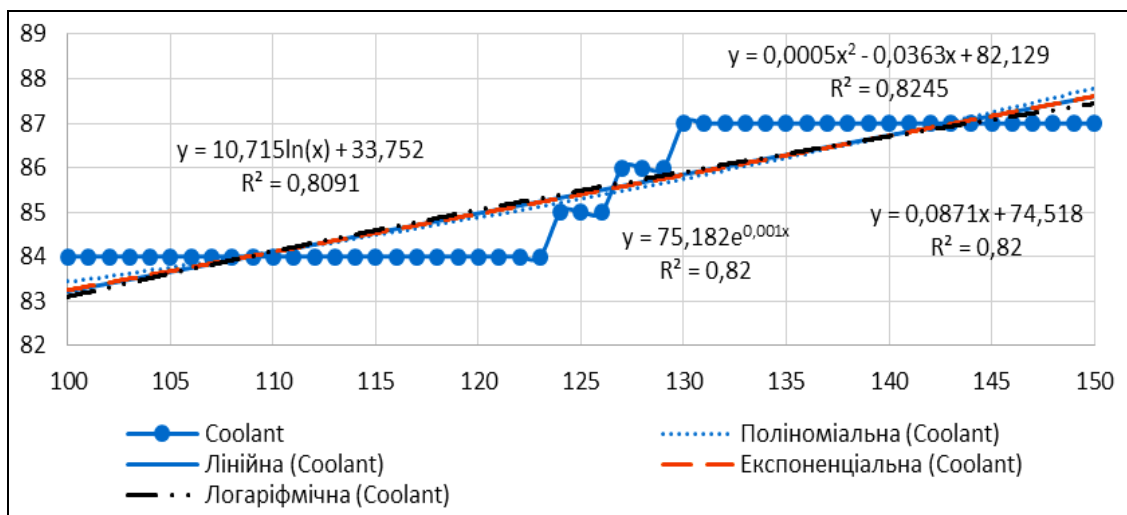
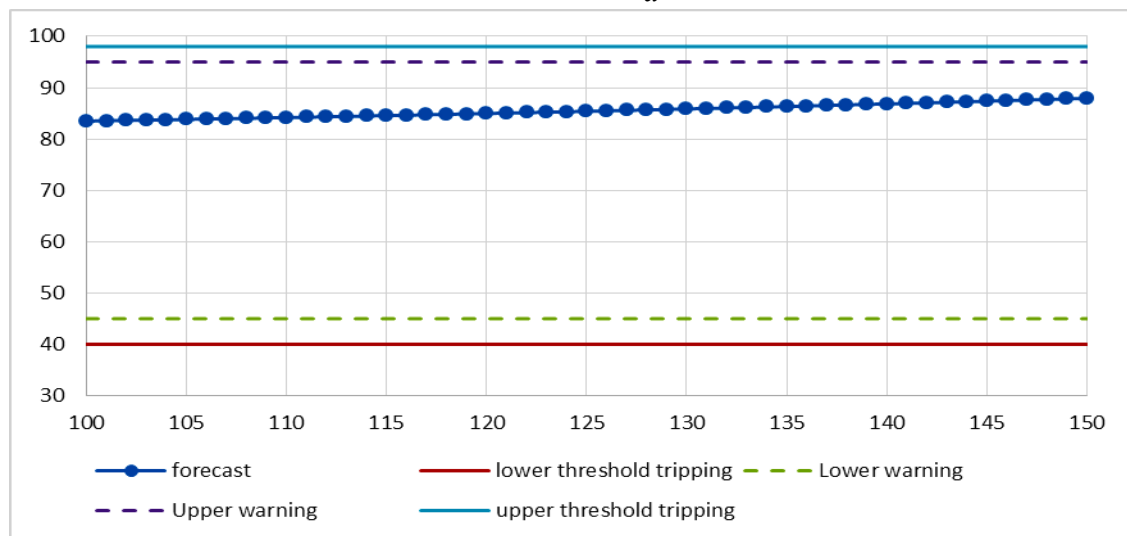


Рисунок 3 – Результати моніторингу основних параметрів технічного стану ТЗ

Апроксимація отриманої експериментальної лінії не відповідає розрахунковій лінії тренду за величиною достовірності. Для забезпечення прогнозування параметрів технічного стану двигунів і ТЗ в умовах експлуатації (рис. 4, приклад для горизонту прогнозу у 50 хв) використовуємо розбивання загальної лінії тренду (упередження прогнозування) на складові з відповідним кроком, на кожному з яких проводимо апроксимацію, підбираємо тренд і проводимо прогнозування параметрів технічного стану двигуна і ТЗ за допомогою ПК «MonDiaFor «HADI-15» [4].



а



б

а - побудова прогнозних моделей для визначеного інтервалу часу;
 б - побудова графіка прогнозу для визначеного інтервалу часу;

Рисунок 4 – Приклад побудови прогнозних моделей і графіка прогнозу в ПК «MonDiaFor «HADI-15» параметра – температура ОР двигуна, °С

Реалізація прогнозних моделей здійснювалась на основі моніторингової системи ПК (моніторинг і визначення статусу несправностей ТЗ) [4]. При вирішенні завдань прогнозування параметрів в часі, що мало змінюються (до таких відноситься температура ОР і МО), застосовувались дослідні однопара-

метричні методи статистичного моделювання. В ІПК «*MonDiaFor «HADI-15»*» передбачено виконання прогнозу параметрів стану ТЗ на відповідний прогнозний час і виконання прогнозу параметрів стану ТЗ з найменшим значенням прогнозного часу, при якому відбудеться вихід за допустимі межі.

Вхідними даними для прогнозування виступають дані моніторингу та горизонт прогнозу (упередження) для кожного обраного тренду. В ІПК «*MonDiaFor «HADI-15»*» на основі прогнозуючих алгоритмів реалізовано два різновиди прогнозування: індивідуальне прогнозування для окремого параметру і прогнозування за кількома параметрами.

Висновки

Використання отриманих прогнозних моделей у складі БПДК на основі розробленого програмного продукту – віртуальне підприємство експлуатації автомобільного транспорту дозволяє забезпечити прогнозування параметрів робочого стану, на прикладі температури ОР, двигуна і ТЗ в процесі експлуатації в умовах *ITS*.

Література

1. Gritsuk, I., Volkov, V., Gutarevych, Y., Mateichyk, V., and Verbovskiy V. "Improving Engine Pre-Start And After-Start Heating by Using the Combined Heating System," SAE Technical Paper 2016-01-8071, 2016, doi:10.4271/2016-01-8071.

2. Gritsuk, I., Gutarevych, Y., Mateichyk, V., and Volkov, V., "Improving the Processes of Preheating and Heating after the Vehicular Engine Start by Using Heating System with Phase-Transitional Thermal Accumulator," SAE Technical Paper 2016-01-0204, 2016, doi:10.4271/2016-01-0204.

3. Матейчик В.П. Використання інтелектуальних інформаційних технологій позиціонування для контролю теплових параметрів системи комбінованого прогріву ДВЗ транспортного засобу / Матейчик В.П., Волков В.П., Комов П.Б., Комов О.Б., Грицук І.В. // Вісник ЖДТУ. - Житомир: Технічні науки. - 2012. - №3(62). - С.136-141.

4. Науковий твір “Технічний регламент і результати роботи інформаційного програмного комплексу “*MonDiaFOR «HADI-15»*” при здійсненні моніторингу, діагностування, прогнозування параметрів технічного стану транспортного засобу в умовах інтелектуальних транспортних систем” / В.П. Волков, І.В. Грицук, О.В. Предко [та ін] // Заявник і патентовласник Волков В. П і ХНАДУ. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №64765 від 04.04.2016. – 3 с.