

Розробка системи аналізу транспортного потоку

Наталія Фурманова¹, Олександр Малий², Олексій Фарафонов³

1. Кафедра ПТЕЗ, Національний університет «Запорізька політехніка», УКРАЇНА, Запоріжжя, вул. Жуковського, 64
email: nfurmanova@gmail.com
2. Кафедра ПТЕЗ, Національний університет «Запорізька політехніка», УКРАЇНА, Запоріжжя, вул. Жуковського, 64
email: docsasha2@gmail.com
2. Кафедра ПТЕЗ, Національний університет «Запорізька політехніка», УКРАЇНА, Запоріжжя, вул. Жуковського, 64
email: farafon@zntu.edu.ua

Анотація: В даному матеріалі описано розробку системи аналізу потоку вантажних машин з можливістю запису поточних даних на сервер і дистанційним регулюванням параметрами.

Ключові слова: транспортний засіб, вантажопотік, програмне забезпечення, тензOMETричні датчики, ваговий контроль, фотовідеофіксація,

I. ВСТУП

Зростання числа великогабаритних транспортних засобів на дорогах згубно впливає на стан дорожнього полотна. Для того щоб мінімізувати виникаючі затори, знизити час проходження пункту зважування, мінімізувати згубний вплив на дорожнє полотно і оптимізувати процес проходження пункту зважування в цілому, необхідно розробити систему, яка в автоматичному режимі здатна збирати необхідну інформацію про транспортний потік, передавати її на пости дорожньо-патрульної служби і в центр обробки даних, а так само перерозподіляти потік порушників на пункти статичного зважування [1, 2].

Впровадження на дороги України динамічної системи вагового контролю дозволить значно знизити навантаження на дорожнє полотно і час проходження пунктів зважування. При створенні системи, важливою частиною для її правильного функціонування, є грамотно побудована концепція її роботи.

Вірне визначення інтенсивності руху та складу транспортного потоку є важливим завданням, що дозволяє приймати адекватні рішення на стадії проектування автомобільних доріг, а саме підібрати дорожню конструкцію, здатну працювати в умовах навантаження від існуючого транспортного потоку на протязі усього терміну служби.

На жаль, встановити досить точні єдині залежності зміни інтенсивності та складу руху транспортного потоку протягом року неможливо, тому що кожна автомобільна дорога має свої особливості формування транспортного потоку. Тому основою для практичного визначення характеристик транспортного потоку для оцінки

залишкового ресурсу дорожніх конструкцій є матеріали моніторингу.

Незважаючи на деякі удосконалення, на постах автоматизованої системи обліку руху неможливо отримати дані про кількість осей багатовісних транспортних засобів, про завантаженість кожної з осей, які є одними з основних параметрів при визначенні навантаження від транспортних засобів на дорожнє покриття [3].

Об'єктом дослідження є розробка схеми, конструкції та програмного забезпечення системи аналізу потоку вантажних машин.

Мета роботи – дослідження існуючих конструкцій систем автоматичного вагового контролю автотранспорту та розробка схеми, конструкції та програмного забезпечення системи аналізу потоку вантажних машин з можливістю запису поточних даних на сервер і дистанційним регулюванням параметрів.

II. ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ ВАГОВОГО КОНТРОЛЮ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ

З 2017 року набула чинності постанова КМУ, що стосується показників гранично допустимих навантажень на дорожнє покриття. Ці обмеження є вимушеними і відносяться до вантажного автотранспорту, який здійснює перевезення з перевищенням вагогабаритних нормативів. Згідно з постановою, вводяться граничні значення навантажень по загальній масі транспортного засобу, а також по осях.

Як засіб контролю за перевищенням допустимих показників використовуються спеціальні системи, що фіксують навантаження на дорожнє полотно. Дорожній ваговий контроль дозволяє попередньо виділити із загального транспортного потоку потенційних порушників - автомобілі, що перевищують вагогабаритні нормативи. Така система працює одночасно зі стаціонарним ваговим контролем, на якому здійснюється зупинка транспортного засобу для подальшої перевірки на предмет порушення нормативів, а також для визначення збитку, нанесеного дорожньому покриттю [4].

Автомобільний ваговий контроль аналізує вертикальні сили впливу осі (групи осей) в русі на дорожнє полотно. Також система вагового контролю на дорогах визначає повну масу транспортного засобу, швидкість його руху і відстані між осями. Функціональні можливості такого обладнання дозволяють виконувати перевірку автомобіля, що рухається з достатньо високою швидкістю. При цьому дорожній ваговий контроль ніяк не обмежує проїзд всіх інших транспортних засобів, що рухаються в загальному потоці. Передача даних (результатів вимірювань) здійснюється за допомогою бездротового зв'язку або по оптоволоконному кабелю.

Система вагового контролю на дорогах складається з наступних елементів: пристрої передачі даних, шафи управління і автоматики, а також спеціального програмного забезпечення. Силоприймаючі модулі та індикатори проїзду автомобілів вбудовуються в дорожнє полотно.

Перевезення різних типів вантажів за допомогою автомобільного транспорту є найбільш поширеними на території України. З кожним роком вантажообіг автомобільного транспорту неухильно зростає, що веде до зростання числа великогабаритних транспортних засобів (ТЗ) на дорогах. Зростання обсягів таких перевезень не тільки згубно впливає на стан дорожнього полотна, а й веде до зростання заторових ситуацій, що значно збільшує час доставки вантажу і призводить до зростання витрат як з боку перевізника, так і з боку власника доріг або держави.

Для зменшення шкоди, завданої дорожньому полотну, а також для зниження часу, що витрачається на зважування ТЗ, необхідно використовувати системи вагового контролю, здатні проводити зважування в автоматичному режимі і без безпосередньої зупинки ТЗ [5].

Динамічна система вагового контролю (ДСВК) включає в себе широкий перелік обладнання, що виконує заданий функціональний набір і володіє певним опціональним пакетом. Для досягнення високих показників працездатності системи, необхідно вибудувати чітку структуру взаємодії обладнання між собою і схему його розміщення. Основною функцією ДСВК є зниження транспортних колапсів на пунктах вагового контролю, а також посилення контролю вантажних ТЗ.

Підсистема динамічного зважування включає в себе обладнання, що забезпечує вимір вагових характеристик ТЗ в русі: платформа динамічного вимірювання ТС, контролер управління динамічної ваговимірювальної платформою і модуль управління підсистемою динамічного зважування. При наїзді ТЗ на вантажо-приймальну платформу, відбувається зміна рівня сигналу на виході тензометричного датчика, на підставі чого проводяться виміри. Контролер управління динамічною ваговимірювальною платформою проводить первинну обробку даних вимірювань, тестує обладнання, встановлене в вантажо-

приймальній платформі, а також відправляє зібраний пакет даних на модуль управління підсистемою динамічного зважування [6].

Варто відзначити, що модуль управління також входить до складу лінійного сервера, встановленого на вулично-дорожній мережі. Модуль управління здійснює тестування комплексу обладнання, встановленого в динамічній платформі, обробку вимірних параметрів і формує пакети даних для передачі їх на модуль управління підсистемою інформування, а також на пост ДПС і в центр обробки даних. Дані, що передаються на стаціонарний пост ДПС і модуль управління підсистемою інформування учасників дорожнього руху, є найменш ємними і містять в собі тільки інформацію про навантаження на вісь ТЗ.

Пакет даних, який передається в центр обробки даних, крім вищевказаної інформації включає в себе пакет тестових даних і непрямих параметрів, замірених під час роботи підсистеми.

Підсистема розпізнавання державного реєстраційного знака включає в себе камеру фотовідеофіксації і модуль управління. Камера фотовідеофіксації повинна бути обладнана інфрачервоною спалахом що дозволяє розпізнавати державний реєстраційний знак ТЗ в темний час доби і в умовах обмеженої видимості. Дані, отримані за допомогою підсистеми розпізнавання державного реєстраційного знака на сервері, синхронізуються з даними отриманими з підсистеми динамічного зважування ТЗ і формуються в загальний пакет, який перенаправляється на модуль управління підсистемою інформування і стаціонарний пост ДПС.

III. РОЗРОБКА СХЕМИ СИСТЕМИ ВАГОВОГО КОНТРОЛЮ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ

Оскільки систему, що розробляється, планується виготовляти у вигляді модулів, він складатиметься з певної кількості блоків.

Принцип дії електронного вагового обладнання контролю навантаження осей автотранспорту зводиться до вимірювання сили (ваги), що впливає на первинний датчик, за допомогою перетворення цього впливу в пропорційний вихідний електричний сигнал. Важливим питанням, що впливає на точність вимірювань і визначальним технічним діапазон застосування електронних ваг, в т.ч., використання того чи іншого первинного датчика; розрізняють три типи датчиків, що застосовуються сьогодні в ваговому обладнанні: віброчастотні (струнні), п'єзокварцові і тензометричні. В даних вагах використовується тензометричний датчик.

Дія такого датчика заснована на перетворенні деформації пружних елементів в зміну електричного опору. Як пружний елемент виступають металеві вироби спеціальної конструкції, перетворювачем же служить

високочутлива спіраль зі спеціального сплаву, наприклад, константана, яка особливим способом приклеюється до пружного елемента на ділянці, де деформація найбільш явно виражена. Така конструкція, за статистикою, виявилася найнадійнішою [7, 8].

Живлення приладу здійснюється через блок живлення, який дозволяє роботу як від мережі змінного струму з напругою 220В так і від акумуляторної батареї.

Сигнал рівня маси приходить на плату управління з блоку АЦП, який в свою чергу перетворює аналоговий сигнал датчика (можливе застосування двох типів датчиків) в цифровий код. Для настройки плати управління використовується можливість підключення каліброваного генератора.

Плата управління має також виводи для управління двома зовнішніми реле для управління зовнішніми камерами для фотофіксації.

Плата управління повинна бути розроблена таким чином щоб для її налаштування користувач міг підключити зовнішню клавіатуру і дисплей, а в разі відсутності сигналу на сервер можна було підключити перетворювач інтерфейсів і підключити замість GPRS модуля комп'ютер через USB і протестувати відправляються і отримуються пакети.

Подібна реалізація дозволяє проводити тестування роботи на кожному етапі проектування системи, а також визначати причини можливих несправностей.

IV. ПРИНЦИП МОНТАЖУ РОЗРОБЛЕНОЇ СИСТЕМИ ВАГОВОГО КОНТРОЛЮ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ

Змонтована конструкція складається з елементів, наведених на рис. 1. Вид дороги із вмонтованими датчиками показано на рис. 2.

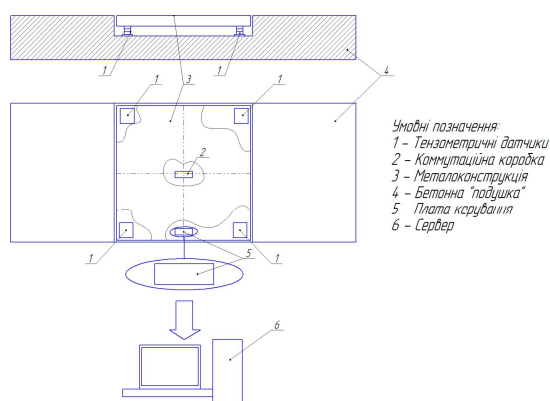


Рис. 1. Склад змонтованої конструкції

Складність монтажу системи визначається складністю монтажу датчиків в дорожнє покриття. Для монтажу розробленої системи в дорожнє покриття виконуватися поглиблення шириною відповідної контрольованої смуги, глибиною 400мм і довжиною 1500мм для установки платформи з чотирма датчиками і платою управління.

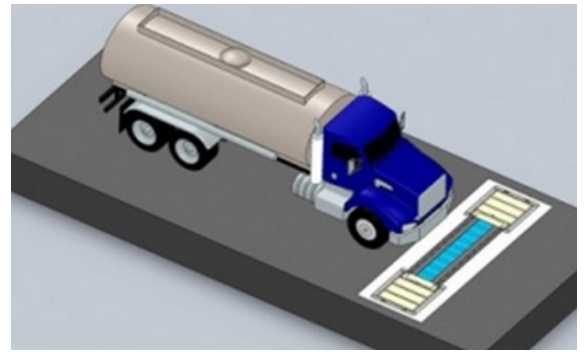


Рис. 2. 3D модель дороги з вмонтованими датчиками

V. РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ

При початку роботи програми проводиться ініціалізація роботи мікроконтролера (налаштування портів вводу/виводу, налаштування режимів роботи вбудованої периферії, встановлення швидкості роботи тактового генератора, дозволу переривань та ін.)

Далі проводиться ініціалізація модуля зв'язку та перевіряється з'єднання з сервером.

При успішному проходженні ініціалізації та встановленні зв'язку з сервером система починає зчитувати дані з АЦП до якого приєднанні тензометричні датчики платформи вбудованої в дорожнє покриття. Зчитані з АЦП данні перераховуються в масу машини.

Якщо маса більша за 0 перевіряється чи менша отримана маса за мінімальну масу контролю (мінімальна маса контролю вводиться для ігнорування пішоходів, велосипедів та інших не значних за масою учасників дорожнього руху, які не можуть пошкодити дорожнє покриття) система не реагує на це навантаження. Мінімальна маса, як і максимально допустима маса виставляється на сервері та передається системі по бездротовому зв'язку. Під час передавання цих параметрів в системі відбувається переривання та встановлення нових значень цих параметрів.

Після перевищення значення мінімальної маси навантаження система передає сигнал камері для проведення фото фіксації транспортного засобу. При цьому використовуються IP камери які мають функцію отримання та відправки кадру в мережу по отриманню HTTP запиту. Отже при перевищенні мінімальної маси спрацьовує реле яке запускає модуль формування запиту на камеру. В свою чергу камера заздалегідь налаштована на відправку кадру на визначений сервер. Відповідність фотографії зважуванню вісі автомобіля визначається за часом отримання фотографії який співпадає з часом отримання маси зважування. Маса зважування відправляється одразу ж на сервер через модуль зв'язку з вказанням часу зважування отриманого з мікроконтролера.

Якщо маса зважування перевищує гранично допустиму (максимальну, що також має можливість віддаленого налаштування)

включається сигналізуючий пристрій який може бути як звуковим так і світловим. Сигналізуючий пристрій покликаний звернути увагу водія транспортного засобу про перевищення його транспортним засобом максимально допустимого навантаження на вісь для того щоб той прийняв заходи по зупинці або зміні курсу слідування та не продовжував рух на заданій ділянці дороги.

За розробленим алгоритмом роботи програми мікроконтролера, який використовується в системі контролю, створена програма мовою MPASM.

Слід зазначити, що можливі як локальні перевищення норм (навантаження на одну вісь), так і сумарне перевищення норм (загальна маса транспортного засобу).

Відстань між осями визначається вважаючи що під час руху по системі автомобіль не змінив швидкість руху більш ніж на 10% (швидкість при проїзді першої вісі відрізнялась на більше ніж на 10% від швидкості при проїзді останньої вісі). При цьому для визначення відстаней використовуються довідники з інформацією про існуючі типи вантажних автомобілів.

До системних довідників відносяться довідники камер, довідник типів автомобільних номерів, довідник користувачів системи і загальних налаштувань сервера отримання даних, налаштування принтерів для друку звітів на локальному робочому місці оператора системи.

В системі також передбачено формування звітів за період по всіх автомобілях і за окремим транспортному засобу із зазначенням маси автомобіля і навантажень на окремі його осі.

Після формування звіту користувач може вибрати окреме зважування і переглянути його параметри з фотографією або без такої - якщо з технічних причин вона відсутня.

Можливість визначення відстані між вісями з урахуванням використання довідника вантажних автомобілів система може автоматично визначати марку транспортного засобу.

Використання системи розпізнавання номерних знаків дозволяє визначити ім'я власника транспортного засобу з боку поліції для виписування штрафу за перевищення навантаження на осі при перетині окремих ділянок доріг або дорожніх інженерних споруд.

VI. ЗАГАЛЬНІ НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ ТЕНДЕНЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ

В даний час транспортні системи відіграють найважливішу роль у світовій господарській системі. Ваговий контроль автомобільного потоку спрямований на збереження і захист автомобільних доріг, інженерних конструкцій, таких як мостові переправи. Є встановлені навантаження як осьові, так і по загальній масі, які забезпечують збереження дорожнього полотна та інженерних споруд, зокрема, мостів і переходів.

Для забезпечення безперервності транспортного потоку, з метою уникнення виникнення пробок на пунктах контролю маси автомобілів, що в'їжджають на мости і виключення додаткових витрат на оплату праці персоналу, оптимальним є використання автоматизованих систем контролю маси машин в русі.

Пункти вагового контролю розставляються виходячи із специфіки маршрутів перевезення вантажів. Основне завдання цих пунктів – припинити перевищення навантажень і компенсувати ті збитки, які завдаються дорогам і мостам. На місцевих дорогах пункти вагового контролю повинні бути організовані органами місцевого самоврядування. Порушення по вазі автотранспорту фіксуються, і на їх підставі службою з нагляду в сфері транспорту може бути проведена перевірка на підприємстві. В ході неї з'ясовується, з якої причини відбувається перевантаження транспортних засобів, і тоді накладається відповідальність на керівництво підприємства.

Пункт вагового контролю – це ваги, вмонтовані в полотно дороги, призначені для динамічного зважування. Машина зважується в русі для попередньої оцінки. При рівномірному русі вага визначається більш точно, при нерівномірному – навантаження може перерозподілятися. Також враховуються такі чинники: з якою швидкістю заїжджає водій, який майданчик перед і за вагами, наскільки вона рівна. Автоматизована система визначає, що при даних відстанях між осями є перевищення осьових мас. У цю суму включається і похибка системи. Після попереднього визначення перевищення ваги машина повинна бути повторно зважена в статичному режимі, тому вона виводиться з смуги руху і зупиняється. У динамічному режимі похибка досить велика, вона може досягати 100 кг на вісь, а іноді і 500 кг на вісь. Тобто, якщо взяти всю машину, 5-6-вісню, то похибка може становити 2,5 тонни. На контрольних вагах проводиться статичне зважування, машина по черзі заїжджає кожною віссю на ваги і зупиняється. Похибка такого зважування становить не більше 50 кг. Загальна вага обчислюється простим додаванням осьових навантажень.

Згідно з нормативами, загальна вага стандартної фури разом з вантажем 38 тонн: 8 тонн на вісь і 10 тонн на передню і задню осі тягача. Це стандарт відповідності технічних характеристик наших доріг. До сих пір у нас нормативи залишаються нижчими за європейські. Там нормальною вважається навантаження в 11,5 тонни на вісь, у Фінляндії цей показник ще вище, але у нас якість доріг не відповідає європейським нормам, тому загальні стандарти невисокі.

Розрахунок збитків дороги обчислюється виходячи з відстані, розміру перевищення осьового навантаження або загальної маси.

Для зважування автомобілів існує кілька різновидів ваг: це платформні ваги для зважування в статиці (із заїздом автомобіля або автопоїзда на

ваги), врізні для зважування як в статиці, так і в динаміці, і переносні для поколісного (а в разі суміщення пари платформ – поосного зважування).

Основні відмінності полягають в умовах застосування, що впливають із способу зважування і точністю вимірювання.

Платформні ваги призначені для зважування автомобіля вцілому. У порівнянні з вагами інших типів вони дозволяють визначити вагу з мінімальною похибкою. Для 3-го класу точності за ГОСТ 29329-92 похибка в експлуатації становить +/- 3 повірочних ділення, що для більшості 40-тонних вагів одно +/- 30 кг, а для 60-тонних вагів +/- 60 кг.

Врізні ваги можуть зважувати автомобіль по осях в статиці і в динаміці. Вони встановлюються на одному рівні з проїзною частиною. При зважуванні в динаміці, автомобіль проїжджає через вантажоприймальну платформу зі швидкістю не більше 5 км / год. Програмне забезпечення виділяє навантаження на осі, підсумовує їх і видає повну вагу автомобіля або автопоїзда. Похибка ваг 1-го класу точності за ГОСТ 30414-96 дорівнює +/- 1% від найбільшої границі зважування (НГЗ), 2-го - +/- 2%. Найбільш розповсюджені 60-тонні ваги, що зважують з похибкою до 600 - 1200 кг на транспортний засіб.

Якщо автомобіль зважується в статиці, то він заїжджає по черзі всіма осями з зупинкою на вагах. Похибка вимірювання в середньому становить 30 - 50 кг, помножених на кількість осей.

Підкладні ваги зазвичай менш точні, ніж попередні варіанти. Це пояснюється виникненням неконтрольованих сил бічних зрушень і похибки, що утворюється опором на стиск ресор при наїзді на платформи. Відповідно похибка самих ваг (15-60 кг на платформу, 30-120 кг на вісь) завжди менше похибки при зважуванні всього автомобіля. Ваги цього типу застосовують для оперативного вагового контролю транспорту і контролю навантаження на дорожнє полотно [9].

У визначенні загальної ваги автомобіля багато особливостей. Наприклад, автомобілі, що перевозять рідини (цистерни), через постійне зміщення центру ваги можна зважувати тільки з повним заїздом на статичні ваги. При поосному зважуванні обов'язково повинна дотримуватися горизонтальність під'їзних шляхів.

Варто відзначити, що ваги, що належать одному і тому ж класу точності, можуть мати різну похибку. Це залежить від зазначеної виробником величини перевірного ділення. Менший перевірений розподіл – більша точність.

Необхідно також розрізнити межі допустимої похибки при первинній перевірці і при експлуатації, або після ремонту на експлуатаційному підприємстві. Друга величина зазвичай в два рази більше.

І наостанок хотілося відзначити, що в разі сумніву в правильності вимірювання ваги на пункті зважування ви маєте право вимагати:

- сертифікат про затвердження типу засобів вимірювальної техніки. У додатку до нього вказані

всі моделі виробника з технічними параметрами, серед яких є і похибка вимірювання;

- свідоцтво про перевірку. Сертифіковані ваги проходять чергову перевірку раз на рік. При перевірці на ваги (найчастіше на термінал, іноді на з'єднувальні коробки) ставиться клеймо, а підприємству видається свідоцтво із зазначенням терміну його дії. По закінченню цього терміну показання ваг вважають недійсними.

V. ВИСНОВКИ

В роботі представлено розроблену програмно-апаратну систему аналізу потоку машин через мости, що призначена для запобігання руйнуванню дорожнього покриття та інженерних конструкцій, шляхом зважування автомобілів під час їх руху та регулювання потоку машин на різних ділянках доріг.

Особливістю цієї системи є можливість роботи системи без зупинки транспортного потоку, що особливо важливо на навантажених ділянках дороги таких як гребля «ДніпроГЕС». Для зважування машині достатньо знизити швидкість до 30км/год, що є нормальною швидкістю руху в правій смугі греблі «ДніпроГЕС» та на подібних інженерних об'єктах.

Крім того, можливість передавання даних про номер машини, фотофіксації під час зважування та маси на центральний сервер дозволить оперативно реагувати на перевантаження та запобігати подібним порушенням з боку власників та водіїв вантажних машин.

Тензометричний датчик вбудовується в дорожнє покриття та конструктивно нагадує перекриття, що і так існують на греблі «Дніпрогес» між плитами.

На даний момент ринок подібних систем представлений австрійськими та німецькими системами WIM. Середня вартість такої системи складає близько 550 000 грн.

Розроблений програмно-апаратний комплекс має модульне конструктивне виконання та можливість моніторингу та керування через мережу інтернет, що є беззаперечною перевагою перед іншими системами. Крім того, розробка системи також пропонує методику визначення оптимальної кількості потоку машин через різні ділянки різних типів вантажного транспорту та планувати оптимальний час їх слідування, що надасть можливість регулювати, за допомогою дорожніх знаків, час слідування вантажівок, що мають масу вище зазначеної.

Використання подібної системи дозволяє суттєво скоротити час на контроль потоку вантажівок, що мають граничну масу яка призводить до пошкодження дорожнього покриття та інженерних конструкцій, що в свою чергу дає велику економію витрат з місцевих бюджетів для їх ремонту.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

[1] Нуретдинов, Д. И. Повышение эффективности эксплуатации парка грузовых автомобилей.

- [Электронный ресурс] / Д. И. Нуретдинов, А. А. Галиахметов // Электронное научное издание «Социально-экономические и технические системы» — Камский государственный политехнический институт, 2003. — Режим доступа: <http://sets.ru/base/9nomer/nuretdinov/stat1.htm>.
- [2] Воркут, Т. А. Проектирование систем транспортного обслуживания в ланцюгах постачань [Текст]: монографія / Т. А. Воркут. — К.: НТУ, 2002. — 248 с
- [3] Воробьев А.И. Разработка высокоточной весоизмерительной системы транспортных средств / А.И. Воробьев, М.В. Гаврилюк // Актуальные вопросы инновационной экономики. - 2013/2014. - №6(5). - С.185-191.
- [4] Жанказиев С.В. Интеллектуальные транспортные системы в автомобильнодорожном комплексе / С.В. Жанказиев, В.М. Власов, А.М. Иванов; под общ. ред. В.М. Приходько. - М.: ООО «Мэйлер», 2011г. -487 с.
- [6] Пржибыл, Павел Телематика на транспорте / Павел Пржибыл, Мирослав Свитек; под ред. проф. Сильянова В.В. - М.:МАДИ(ГТУ).-2003.-504с.
- [7] Наумов, В. С. Существующие методики расчета структуры автопарка и их недостатки [Текст] / В. С. Наумов; Вюник ХНАДУ 2006. — Вип. 32. — С. 114—119.
- [8] Нефьодов, М. А. Визначення структури парку автомобілів для перевезень продовольчих товарів народного споживання [Електронний ресурс] / М. А. Нефьодов, К. Г. Ковцур // Вюник ХНАДУ. — 2009. — Вип. 47. — С. 127—131.
- [9] Нуретдинов, Д. И. Повышение эффективности эксплуатации парка грузовых автомобилей. [Электронный ресурс] / Д. И. Нуретдинов, А. А. Галиахметов // Электронное научное издание «Социально-экономические и технические системы» — Камский государственный политехнический институт, 2003.

Оптимізація процесів роботи цифрового виробництва методами машинного навчання

Олександр Мордик, Олександр Цимбал

Кафедра КІТАМ, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна,
Харків, пр-т. Науки 14, e-mail: kurtwalkir@gmail.com

Анотація: Оптимізація виробництві в умовах цифрового виробництва, є актуальним завданням на сьогоднішній день.

Сучасні підходи засновані на використанні людських ресурсів. Дані підходи є стандартними, це дуже часто веде до помилкових результатів.

Об'єкт дослідження – процес оптимізації цифрового виробництва.

Методи дослідження – методи машинного навчання; методи імітаційного моделювання, методи ідентифікації, методи кластерного аналізу.

Ключові слова: ідентифікація, машинне навчання, імітаційне моделювання, кластеризація.

I. ВСТУП

Сучасний стан розвитку технологій, техніки, обладнання та підходів в цілому визначають завдання збільшення обсягів виробництва і скорочення термінів розробки і постановки на виробництво на новий рівень. Швидка обробка великої кількості потоку даних з датчиків і прийняття моментального рішення, без участі людини, є великим кроком вперед.

Цифрове виробництво, засноване на широкому застосуванні комп'ютерної техніки в виробництві продукції, дозволить вирішити це завдання.

Внаслідок чого розробка нових методів для оптимізації процесів цифрового виробництва є актуальним завданням.

II. ВИЗНАЧЕННЯ ЦИФРОВОГО ВИРОБНИЦТВА

Цифрове виробництво – це концепція технологічної підготовки виробництва в єдиній віртуальній середовищі з допомогою інструментів планування, перевірки і моделювання виробничих процесів.

Ключовою складовою концепції цифрового виробництва є використання певного програмного забезпечення, що дозволяє технологам здійснювати свою діяльність більш ефективно. Причому в більшості випадків мова йде не про те, що технолог виконує звичну йому роботу новим способом, а про зовсім нові, більш ефективні бізнес-процеси (наприклад, той ж технолог створює тривимірні інтерактивні інструкції і передає їх в цех по локальній мережі, що позбавляє його від необхідності створювати операційну карту в звичному розумінні), які здійснюються за допомогою передового програмного забезпечення і дозволяють підприємству отримувати реальну вигоду.