

**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
Національний університет «Львівська політехніка»  
Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»  
Одеський національний політехнічний університет  
Міжнародний технологічний університет  
«Миколаївська політехніка»**

## **ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

**ВСЕУКРАЇНСЬКОГО ФОРУМУ  
СТУДЕНТІВ ПОЛІТЕХНІЧНИХ УНІВЕРСИТЕТІВ**



**26-28 квітня 2017  
Миколаїв**

**Збірник наукових праць Всеукраїнського форуму студентів політехнічних університетів. – Миколаїв: МТУ «Миколаївська політехніка», 2017. - 80 с.**

У збірник ввійшли матеріали, представлені і обговорені під час проведення Всеукраїнського форуму студентів політехнічних університетів 26-28 квітня 2017 року в м. Миколаєві.

Матеріали збірника можуть бути корисними для науковців, фахівців і студентів спеціальностей комп'ютерних наук та інформаційних технологій, комп'ютерної інженерії, прикладної механіки і автомобільного транспорту .

Редакційна колегія випуску:

Вільський Г.Б., PhD, професор, академік УАН; Біліченко В.В., д.т.н., професор;

Лужецький В.А., д.т.н., професор; Максимов В.Г., к.т.н., професор;

Михалишин Б.Є., к.т.н; Семенов С.Г., д.т.н., с.н.с.

Матеріали публікуються за оригіналами, наданими авторами.

Претензії до організаторів не приймаються.

**МИКОЛАЇВ  
2017**

## ЗМІСТ

|     |                                                                                                                                         |    |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.  | Аврамчук О.Б. Інформаційні технології для оброблення томографічних зображень сітківки ока.                                              | 5  |
| 2.  | Альохін Д.С. Експериментальне дослідження і розрахункова оцінка механічних втрат в двигуні ВАЗ-21081.                                   | 6  |
| 3.  | Баклюкова К.Р. Програма для сумісного проектування електронних пристроїв в системах OrCAD та VHDL.                                      | 8  |
| 4.  | Борисенко С.В., Неділько К.В., Головін А.М. Дослідження міцності гідропередач важких транспортних засобів методом скінченних елементів. | 10 |
| 5.  | Булатов Д.С. Удосконалення механічної лінії для виготовлення інтегральних обкладинок.                                                   | 11 |
| 6.  | Винниченко О.Ю. Розширення застосування неметалевих виробів у верстатобудуванні.                                                        | 12 |
| 7.  | Гальмак А.О. Надання послуг з дистанційної діагностики автотранспорту.                                                                  | 13 |
| 8.  | Гончаров А.В. Розробка комп'ютерної моделі «Розумна теплиця».                                                                           | 15 |
| 9.  | Грех В.С., Іванов Б.В., Крупський Я.Ю. Визначення раціонального режиму руху, кількості та пасажиромісткості маршрутних автобусів.       | 16 |
| 10. | Данилишин О.Я. Підвищення технологічної ефективності індукційного наплавлення деталей сільськогосподарських машин.                      | 19 |
| 11. | Дмитрієнко І.О. Застосування гравітаційних енергоустановок на автотранспортних підприємствах.                                           | 22 |
| 12. | Дранішников С.В. Розробка апаратно-програмного комплексу тестування систем автомобільних сигналізацій.                                  | 24 |
| 13. | Дрюк В.В. Віртуальна модель робочого процесу мехатронного приводу з асинхронним двигуном.                                               | 25 |
| 14. | Дячун Т.І., Кузюк А.Ф. Вплив наводнювання на міцність матеріалу атомного реактора.                                                      | 27 |
| 15. | Ігнатова Т.О. Комп'ютерна система постізометричної релаксації.                                                                          | 29 |
| 16. | Камаєв В.Р., Марків В.А., Мисько В.В. Підсистема контролю доступу для розумного будинку.                                                | 31 |
| 17. | Карнаух О.О. Підвищення зносостійкості шийки вала парової турбіни.                                                                      | 32 |
| 18. | Козакевич В.М. Дослідження ефективності перехресного рекуперативного теплообмінника.                                                    | 33 |
| 19. | Колібабчук Е.І. Програмний засіб для виявлення атак на відмову в обслуговуванні.                                                        | 34 |
| 20. | Коновалов М.В. Графічний скінченноелементний препроцесор.                                                                               | 36 |
| 21. | Кренцін М.Д. Інтелектуальні технології у діагностуванні інсультів.                                                                      | 37 |
| 22. | Кривий Д.В. Програмно-апаратний комплекс CCLIPSE для реабілітації та відновлення пацієнтів з набутими обмеженнями по руху.              | 39 |
| 23. | Крутеус Ю.А. Автоматизована інформаційна система перевірки знань та аналізу результатів навчальної діяльності.                          | 41 |
| 24. | Лановий Р.О. Мікропроцесорний модуль автоматичного регулювання глибини ґрунту «Craft Scanner».                                          | 43 |
| 25. | Лауштан В.О. Пристрій для профілактики викривлень хребта «MeViCS»                                                                       | 45 |
| 26. | Лефтеров М.М. Браузерна багатокористувацька аркадна гра «Chopperball».                                                                  | 47 |
| 27. | Луць І.В. Схема технологічної лінії виготовлення органо-мінеральних добрив на основі сапропелю.                                         | 48 |
| 28. | Любимов А.С. Реалізація навчального MIMD-кластера на базі RASPBERRY PI2.                                                                | 50 |
| 29. | Магац А.І. Мікроавтомобіль-трайк «МА-1М».                                                                                               | 51 |

|     |                                                                                                                    |    |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 30. | Мазур Н.І. Інформаційна технологія для дослідження реологічних властивостей крові.                                 | 53 |
| 31. | Матусяк О.Е. Підвищення зносостійкості деталей металорізальних верстатів.                                          | 54 |
| 32. | Місечко О.Р. Дослідження точності оброблених поверхонь після фрикційного зміцнення.                                | 55 |
| 33. | Мордач Р.О., Мордач М.О. Аналітичне визначення використаного ресурсу пластичності для листового матеріалу.         | 57 |
| 34. | Нагорський П.А. Використання палив на основі рослинних олій на автотранспорті.                                     | 60 |
| 35. | Олійник В.В. Транспортна модель міста Миколаєва.                                                                   | 61 |
| 36. | Плисак М.М. Динамічне урівноваження конусної дробарки середнього подрібнення у середовищі Solid Works Motion.      | 63 |
| 37. | Польова М.В. Система для автоматичної генерації інтер'єру на базі психологічних особливостей людини.               | 64 |
| 38. | Пономаренко І.Д. Інфокомунікаційна технологія підвищення ефективності управління плавскладом.                      | 65 |
| 39. | Пташник А.І. Спосіб поверхневого пластичного зміцнення валів.                                                      | 67 |
| 40. | Рафальський Є.М. Спосіб підвищення ефективності роботи двигуна.                                                    | 68 |
| 41. | Ринденко Т.Ф. Застосування парольних систем аутентифікації для забезпечення конфіденційності інформації.           | 69 |
| 42. | Ставицький П.В. Розробка програмного додатку «Words with Frog» для вивчення іноземних мов.                         | 71 |
| 43. | Стаканов А.Д. Розробка чисельної моделі коробки передач автомобіля.                                                | 73 |
| 44. | Тупікіна М.В. Засоби підвищення ефективності процесів механічної обробки виробів з крихких неметалевих матеріалів. | 75 |
| 45. | Харченко А.О. Дослідження стійкості руху рухомого складу на нерівних ділянках шляху.                               | 76 |
| 46. | Хведенчук О.В. Інноваційні технології консервування стеблових кормів у плівкових рукавах.                          | 78 |

## ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ ТОМОГРАФІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ СІТКІВКИ ОКА

**Анотація.** Досліджені інформаційні технології для оброблення томографічних зображень сітківки ока.

**Ключові слова:** томографія, око, патології ока, лазерна офтальмоскопія, макулярна область сітківки ока.

**Abstract.** Research information technology for processing tomographic images of the retina.

**Keywords:** imaging, eye, eye pathology, laser ophthalmoscopy, macular region of the retina.

### Актуальність теми

Сучасний розвиток технологій оброблення зображень сягнув і медицини, особливо на етапі діагностики. Серед великої кількості галузей значиму роль відіграє офтальмологія. Лікування захворювань ока, зокрема включають себе аналіз та інтерпретацію зображень, що були отримані в результаті проведеної діагностики. В даний час є різні методики огляду ока, виділимо основні напрямки: зовнішній огляд, огляд з боковим освітленням, огляд ока за допомогою проходження світла через зіницю, офтальмоскопія, діафаноскопія, офтальмодинамометрія та флуоресцентна ангіографія, біомікроскопія, ехоофтальмографія, електроретинографія. Поряд з тим існує безліч хвороб та патологій ока, які досить важко оцінити вказаними методами, адже вони не дають повної картини про внутрішню його частину, до того ж деякі спеціалісти не можуть поставити остаточний діагноз без додаткових досліджень. Тому постала потреба в розробці та реалізації на практиці новітніх приладів, що дають змогу не лише оцінити передню частину ока, але й провести детальний огляд всіх шарів внутрішнього його складу.

### Технологія

Технологією роботи є підвищення достовірності аналізу біомедичних даних шляхом створення методу оброблення томограм сітківки ока, який використовується в системі діагностування ідіопатичних макулярних розривів (ІМР).

*Об'єкт дослідження* – процес діагностики томограм макулярної області сітківки ока на основі використання сучасних методів аналізу біомедичної інформації шляхом застосування біомедичної системи.

*Предмет дослідження* – геометричні розміри та інформаційні ознаки біомедичних об'єктів.

### Метод дослідження

Теорія алгоритмів, теорії штучних нейронних мереж, нечітких множин та кореляційного аналізу – для оцінювання інформаційних ознак біомедичних об'єктів, методи фільтрації для усунення шумів різної природи, теорії експерименту та комп'ютерного моделювання для перевірки адекватності розроблених моделей.

### Результат роботи

Результатом реалізації даних блоків була програмна оболонка, яка дає можливість отримати достовірні дані, щодо стану прогресування ІМР. Використання графічних процесорів та CUDA для їх виконання приносить відчутний приріст швидкості і, як наслідок, дозволяє зменшити час обробки одного зображення, здійснювати обробку більшої кількості зображень за одиницю часу та зменшити тривалість діагностичного процесу. Результатом обчислень із використанням основ нечіткої логіки є саме та стадія прогресування ІМР, яка найближче відображає патологію за вказаним показниками.

Також було розроблено оптико-електронну експертну систему, яка порівняно із існуючими підвищує швидкодію системи, покращує обробку біомедичних зображень, має

можливість доповнення бази знань та контролю достовірності системи, що в свою чергу дає можливість детальніше проводити діагностику хворого.

### **Висновок**

Для реалізації роботи блоків настроювання, зберігання функцій належності та нечіткого оброблення та виведення експертної системи в основу були покладені принципи отримання достовірного діагнозу на основі нечітких множин. Результатом реалізації даних блоків була програмна оболонка, яка дає можливість отримати достовірні дані, щодо стану прогресування ІМР.

### **Література**

1. Бойкова Н. Н. Офтальмология: учебное пособие / Н. Н. Бойкова// – Москва: РИОР, 2007. – 320 с.
2. Miglior S. GDx in glaucoma / S. Miglior // *Acute. Ophthalmol. Scand. Suppl.*, 2002.–Vol.236.– P. 36-40.
3. Weinreb R. N. Scanning laser polarimetry to measure the nerve fiber layer of normal and glaucomatous eyes / R. N. Weinreb, S. Shakiba, L. Zangwill // *Am. J. Ophthalmol*, 1995. – Vol.119. – P.627.
4. Measurement of the magnitude and axis of corneal polarization with scanning laser polarimetry / R. N. Weinreb, C. Bowd, D. S. Greenfield, L. M. Zangwill // *Arch. Ophthalmol*, 2002. – Vol.120. – P.901-906.
5. Confocal scanning laser ophthalmoscopy classifiers and stereophotograph evaluation for prediction of visual field abnormalities in glaucoma-suspect eyes / C. Bowd, L. M. Zangwill, F. A. Medeiros [et al.] // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 2004. – Vol.45. – P.2255-2262.
6. Scanning laser polarimetry with variable corneal compensation and optical coherence tomography in normal and glaucomatous eyes / H. Bagga, W. Feuer, D. S. Greenfield, R. W. Knighton // *Am. J. Ophthalmol*, 2003. – Vol.135. – P.521-529.
7. Bagga H. Scanning laser polarimetry with variable corneal compensation: identification and correction for corneal birefringence in eyes with macular disease / H. Bagga, D. S. Greenfield, R.W. Knighton // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 2003. – Vol.44. – P. 1969-1976.
8. Pavlov S.V., Vassilenko V.B., Saldan I.R., Vovkotrub D.V., Poplavskaya A.A. Methods of processing biomedical image of retinal macular region of the eye . *Proc. SPIE* 9961, Reflection, Scattering, and Diffraction from Surfaces V, 99610X (September 26, 2016); doi:10.1117/12.2237154
9. Павлов С.В., Азаров О.Д., Вовкотруб Д.В., Баб'юк Н.П. Застосування оптико-електронних технологій для оброблення біомедичних зображень шляхом формування інформаційних ознак //Проблеми інформатизації та управління, 2013.- №1. – С. 81-87.

**Альошін Д.С.,**

*Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»*

### **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ І РОЗРАХУНКОВА ОЦІНКА МЕХАНІЧНИХ ВТРАТ В ДВИГУНІ АВТОМОБІЛЯ ВАЗ-21081**

Механічні втрати є важливою складовою енергетичного балансу двигуна внутрішнього згоряння. Вони складають 7–11% внесеної з паливом енергії. До механічних втрат відносять втрати на подолання сил тертя в рухливих сполученнях (70-80% від сумарних механічних втрат, які оцінюють середнім тиском механічних втрат  $P_m$ ), на привід допоміжних агрегатів (6-17% від  $P_m$ ), на подолання аеродинамічного опору повітря переміщенню деталей (0,5-1,5% від  $P_m$ ), на здійснення в чотиритактному двигуні процесів газообміну – так звані насосні

втрати (14-19% від  $P_m$ ). Таким чином, дослідженню механічних втрат двигунів приділяється значної уваги [1-4].

В роботі виконано експериментальне дослідження сумарних механічних втрат в автомобільному двигуні ВАЗ-21081. Дослідження проводили за методами відключення циліндрів (в діапазоні частот обертання колінчастого валу від 1500  $\text{хв}^{-1}$  до 2700  $\text{хв}^{-1}$ ) і прокручування (в діапазоні частот обертання колінчастого валу від 2800 до 3600  $\text{хв}^{-1}$ ) на режимах швидкісної характеристики.

Результати визначення механічних втрат наведені на рис. 1. Видно, що механічні втрати, що визначені за методом прокручування у різні дні випробувань (на графіку позначені «дослідження №1» і «дослідження №2»), добре погоджуються одне з одним і лежать на похилій прямій. Зі збільшенням частоти обертання колінчастого валу ці втрати також зростають. Зокрема, при збільшенні  $n$  від 1500 до 2700  $\text{хв}^{-1}$  загальні механічні втрати зростають на 26%. Подібна тенденція відзначена в роботах [1-4].

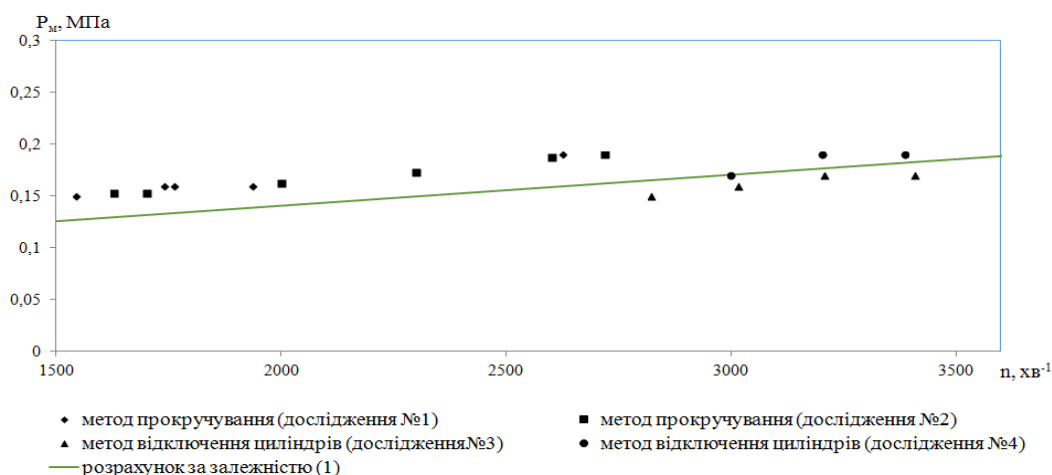


Рисунок 1 - Результати визначення загальних механічних втрат за методами відключення циліндрів і прокручування колінчастого валу

Механічні втрати, що визначені за методом відключення циліндрів є більш достовірними. Вони добре погоджуються з даними інших дослідників [1-4]. Наприклад, у роботі [1] запропоновано залежність середнього тиску втрат на тертя від відношення частоти обертання колінчастого валу на поточному режимі роботи двигуна  $n$  до частоти обертання на номінальному режимі  $n_n$ :

$$P_m = a + b \frac{n}{n_n}, \quad (1)$$

де  $a$ ,  $b$  – емпіричні коефіцієнти, відповідно  $a=0,08$ ,  $b=0,15$  за  $n_n = 5000$  об/хв.

Крива, що побудована за цим рівнянням, добре корелюється з отриманими експериментальними результатами. Відносна різниця між розрахунковими і експериментальними даними не перевищує 20%, що не більше за точність експериментальних методів, які використовувалися в роботі.

Для визначення втрат на тертя в дослідному двигуні проводилося моделювання робочого процесу, зокрема газообміну, в циліндрі двигуна ВАЗ-21081. Математичну модель реалізована в програмному середовищі MATLAB. За результатами розрахунків визначали середній тиск насосних втрат на режимах зовнішньої швидкісної характеристики, після чого знаходили втрати на тертя  $P_{m0}$  як різницю середнього тиску механічних втрат і середнього тиску насосних втрат.

Середній тиск насосних втрат і середній тиск втрат на тертя, визначені за представленою методикою, показані на рис. 2. На цьому ж рисунку представлені результати розрахунку втрат на тертя за залежністю [2]:

$$P_{\text{мд}} = a + b \cdot C_m, \quad (2)$$

де  $C_m$  – середня швидкість поршня;  $a$ ,  $b$  – емпіричні коефіцієнти. Для «короткоходових» бензинових двигунів  $a=0,04$ ;  $b=0,0135$ .

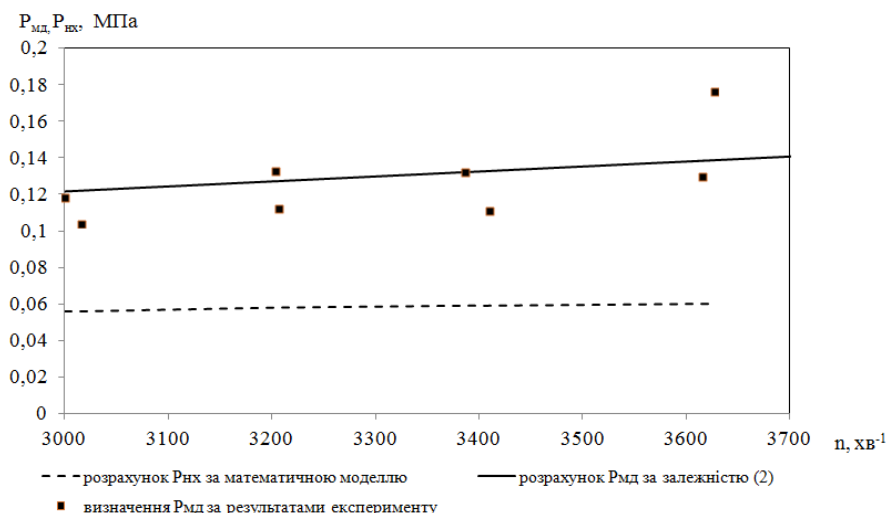


Рисунок 2 - Результати визначення складових загальних механічних втрат

Аналіз даних рис. 2 показує, що насосні втрати складають 30-35% від загальних механічних втрат в діапазоні частоти обертання колінчастого валу від 3000 хв<sup>-1</sup> до 3700 хв<sup>-1</sup>. При збільшенні частоти обертання колінчастого валу насосні втрати також зростають, проте це збільшення є незначним - близько 7% в розглянутому діапазоні зміни  $n$ .

З рис. 2 видно, що втрати на тертя, що визначені обробкою експериментальних даних, змінюються подібно до загальних механічних втрат – зростають зі збільшенням частоти обертання. Перевірка доцільності використання залежності (2) показала, що вона дає адекватні результати в розглянутому діапазоні зміни частоти обертання – відносна різниця між результатами розрахунку за цією залежністю і визначеними за даними експерименту не перевищила 27%. Це знаходиться в межах точності розглянутих експериментальних методів.

#### Список літератури:

1. Двигуни внутрішнього згоряння. Теорія: підручник / В.Г. Дяченко; За ред. А. П. Марченка. – Харків: НТУ «ХПІ», 2008. – 488 с.
2. Теория двигателей внутреннего сгорания. Под ред. проф. д-ра техн. наук Н. Х. Дьяченко. - Л.: «Машиностроение» (Ленингр. отд-ние), 1974. - 552 с.
3. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: Учеб. пособие для вузов/ А. И. Колчин, В. П. Демидов – 3-е изд. перераб и доп. – М.: Высш шк., 2002. – 496 с.
4. Орлин А.С. Двигатели внутреннего сгорания. Конструкция и расчет поршневых и комбинированных двигателей. – М.: Машиностроение. 1972. – 464 с.

Баклюкова Е.Р.,  
НТУ "ХПІ", г. Харьков

#### РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ СОВМЕСТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ ORCAD И VHDL ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Разработана программа для совместного использования системы ORCAD и VHDL при проектировании вычислительных устройств. Разработанная программа позволит



использовать данные, взятые из одной системы проектирования, в другой.

Проблема совместимости данных является большим препятствием в развитии любой организации, сотрудники которой используют в своей работе различные системы автоматизированного проектирования, поэтому вопрос интеграции между программами смежных направлений является актуальным в настоящее время. Перспективой развития САПР является тесная интеграция с программами смежных направлений. Не улучшили ситуацию и стандартные форматы STEP и IGES, хотя в свое время на них возлагались большие надежды. Причина провала в том, что поставщики САПР по-разному реализуют их, в результате чего появились десятки диалектов, мало совместимые между собой, а сами STEP и IGES перестали быть средством полноценного обмена данными. Более того, вендоры стремятся как можно тщательнее закрыть информацию о своей файловой структуре, вместо того чтобы помогать коллегам и сторонним разработчикам создавать качественные конвертеры.

Разработанная программа решает проблему интеграции на примере ORCAD и Active-HDL, а именно экспорт данных из ORCAD в Active-HDL и расширяет свойство открытости системы ORCAD. Эти пакеты являются лидерами в области разработки программных пакетов моделирования и их продукты являются самыми распространенными и имеют много преимуществ. Интерфейс состоит из главного окна, на котором есть два поля для ввода пути файлов: в первой строке - файл, созданный в ORCAD, во второй строке – путь к файлу, куда сохранить результирующий файл для дальнейшего использования его в Active-HDL.

При работе с пакетами OrCAD и Active-HDL невозможно сгенерировать VHDL код в OrCAD и использовать его в Active-HDL. Поэтому целью работы было создание программы, которая была интерфейсом между пакетами, а также исследовать особенности генерации кода в OrCAD и использования его в Active-HDL.

Разработанная программа анализирует файл с кодом методами поиска, замены и добавления необходимых элементов кода. Автоматическая генерация кода в ORCAD использует компонентный описание архитектуры, который существует в Active-HDL, но просто использовать в среде Active-HDL VHDL-код, созданный в ORCAD, нельзя, он работать не будет. OrCAD использует только структурное описание архитектуры, но оно не работает в Active-HDL. Поэтому поставленная задача заключалась в том, чтобы исследовать особенности сгенерированного кода и сделать его работоспособным в среде Active-HDL. OrCAD при генерации кода не подключает описание объектов-компонент, он не описывает их в файле и не создает их в рабочей области, он описывает только их связи.

Поэтому разработана программа добавляет описание всех необходимых составляющих компонент.

Пакет ORCAD позволяет исследовать работоспособность вычислительных устройств при их проектировании и, в том числе, с учетом электромагнитной совместимости. VHDL также позволяет исследовать работоспособность вычислительных устройств при их проектировании с помощью моделирования, но при этом позволяет проектировать кристаллы БИС и СБИС. При этом может быть очень полезным, сначала спроектировать устройство в системе ORCAD, а затем превратить это все в кристалл с помощью VHDL. Работать с двумя пакетами имеет смысл потому, что, проектирование кристаллов в ORCAD невозможно, поэтому сначала имеет смысл спроектировать схему в системе ORCAD, с использованием всех его графических преимуществ и наличия большой библиотеки элементов, а затем продолжить работать с этой схемой в Active-HDL, который позволяет проектировать кристаллы и реализовать их топологию.

## ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ ГІДРОПЕРЕДАЧ ВАЖКИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ МЕТОДОМ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Світове та вітчизняне машинобудування знаходяться під впливом різноманітних тенденцій у розвитку проектних рішень для перспективних тракторів, автомобілів, дорожніх та будівельних машин, а також бойових броньованих машин. Це стосується у першу чергу технічних і тактико-технічних характеристик (ТХ і ТТХ), підвищення яких ставиться як одне із пріоритетних завдань. Так, зокрема однією з найбільш розвинених ТТХ вітчизняних танків є рухливість, яка досягається, у першу чергу, шляхом застосування високоефективних двигунів із протилежним рухом поршнів, що мають високу питому потужність і малі габарити. У той же час світові тенденції, які відображаються у вимогах вітчизняних та потенційних зарубіжних замовників бронетанкової техніки, вимагають удосконалювання трансмісій. Зокрема, одним із перспективних рішень у цьому напрямку є застосування гідропередач, а з урахуванням обмежених габаритів моторно-трансмісійного відділення – переважно радіальних, у яких розміри можуть бути значно менші, ніж у аналогічних аксіальних передач. Однак, таке рішення спричиняє різке зростання діючих експлуатаційних навантажень, оскільки потужність, що передається від танкових дизельних двигунів серії 6ТД, досить значна. При цьому всі можливості традиційних розрахункових методик, що спираються на лінеаризовані розрахункові моделі напружено-деформованого стану (НДС) елементів гідропередач, вичерпані, а їх подальше використання за умов наявності множинних контактних сполучень у конструкції гідропередачі може призвести до грубих помилок у проектних рішеннях. У результаті виникає актуальна наукова задача – розробка підходів і математичних моделей для аналізу напружено-деформованого стану і синтезу параметрів цих елементів, що забезпечують задані ТХ і ТТХ проєктованих бойових машин. Описана задача й визначила напрямки досліджень, що описані у роботі.

Математичне моделювання реакції блоку циліндрів гідропередачі ГОП-900 на дію гідродинамічних зусиль базується на теоретичних засадах аналізу напружено-деформованого стану елементів радіальної гідрооб'ємної передачі для бойових машин. Розглянуті основні труднощі, що виникають при розв'язанні задач аналізу міцності та жорсткості гідромашин. Як показав аналіз конструкції, технології виготовлення і умов експлуатації сучасних гідромашин, однією з найбільш характерних їх особливостей є багатокomпонентність, інтенсивність і різноманітність навантажень, які зазнають елементи цих машин. При проєктуванні таких конструкцій конкурують дві тенденції: 1) зменшення маси і габаритних розмірів і 2) підвищення робочого тиску, частоти обертання й потужності, що передається. Також із технологічної точки зору виникає проблема обґрунтування якості обробки поверхонь тертя, призначення технологічних зазорів при зборці деталей з натягом і термообробки взаємодіючих частин. При цьому ще одним чинником, що змінює саму природу задачі аналізу НДС, є наявність контактної взаємодії у множині багатокomпонентних навантажень гідромашин.

Числове дослідження напружено-деформованого стану блоку циліндрів (БЦ) ГОП-900 здійснено за допомогою методу скінченних елементів (МСЕ).

Для БЦ ГОП-900 досліджені: власні частоти і власні форми коливань, а також напружено-деформований стан. Встановлено, що для даної конструкції при діючих частотах навантаження можна застосовувати квазістатичний підхід. Визначені найбільш значущі чинники, у першу чергу – розміри натягу втулки-гільзи. При цьому визначені можливості раціонального вибору як натягу втулки, так і її форми, що дає можливість істотно підвищити експлуатаційні навантаження.

У ході досліджень було побудовано декілька розрахункових скінченно-елементних моделей гідрооб'ємної передачі: а) модель, що включає гільзи-втулки й корпус насоса; б) аналогічна пункту а) модель, що додатково враховує контактну взаємодію втулок з кульовими поршнями; в) модель циклічного фрагменту 1/9 БЦ, що включає гільзу-втулку й корпус; г) аналогічна пункту в) модель, що також враховує контактну взаємодію з кульовим поршнем.

Як видно із результатів проведених досліджень, для поліпшення жорсткісних характеристик блоку циліндрів досліджуваної гідропередачі ГОП-900 доцільне застосування гільз-втулок із високоміцних матеріалів.

Таким чином, у роботі поставлена та розв'язана актуальна науково-технічна задача машинобудування та бронетанкобудування із забезпечення обґрунтованого вибору конструктивних схем і параметрів танкової ГОП за критеріями міцності на етапі проектування шляхом комп'ютерного моделювання НДС з метою забезпечення заданих ТТХ рухливості вітчизняних бойових машин.

**Булатов Д.С.,**  
НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського»

### **УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЧНОЇ ЛІНІЇ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ІНТЕГРАЛЬНИХ ОБКЛАДИНОК**

**Abstract.** *To ensure stable and smooth work of feeding mechanism, developed the technology for the formation of regular microrelief on friction pairs, which led to increase their wear resistance.*

У роботі поліграфічного обладнання значна увага приділяється отриманню якісної продукції. Для досягнення високої якості проводиться комплексне удосконалення вузлів з підвищеним навантаженням шляхом підвищення якості їхніх поверхонь взаємодії. В лінії для виготовлення інтегральних обкладинок з широким клапаном при зношенні поверхонь валів транспортуючого механізму спостерігаються зміщення та перекоси заготовок обкладинок при транспортуванні від самонакладу до склеювального модуля. Це призводить до нерівного нанесення клейового шару на потрібні місця і, як результат, до вихідного продукту неналежної якості.

Існує значна кількість технологічних процесів підвищення якості поверхні і поверхневих шарів. Серед них найбільш розповсюдженими є: хіміко-термічні, фізико-термічні, термічні та фізичні методи пластичного деформування.

Нами проведено аналіз технологічного стану деталей та вузлів друкарського обладнання, яке експлуатується на поліграфічних підприємствах. В лінії для виготовлення інтегральних обкладинок з широким клапаном одними із найбільш навантажених є вали механізму транспортування заготовок обкладинок.

З метою підвищення зносостійкості циліндричних поверхонь валів даного механізму запропоновано комбінований технологічний процес зміцнення поверхні. На першому етапі штучним алмазним кристалом на поверхні утворюють регулярний мікрорельєф гексагонального типу. Радіус деформуючого елемента, в залежності від твердості матеріалу поверхні, знаходиться в діапазоні від 1,0 до 4,0 мм. На другому етапі поверхню хромують.

Для комбінованого технологічного процесу розроблено алгоритм виконання, пристрої, інструмент для його реалізації, а також програмне забезпечення. Між режимами технологічного процесу утворення мікрорельєфу і геометричними параметрами поверхні встановлені аналітичні залежності, що дозволяє призначити режими обробки в залежності від умов експлуатації.

Результати теоретично-експериментальних досліджень показали, що зносостійкість циліндричних валів лінії для виготовлення інтегральних обкладинок може підвищитись в 1,4-1,6 разів.

**Винниченко О.Ю.,**  
*Житомирський державний технологічний університет*

## РОЗШИРЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ НЕМЕТАЛЕВИХ МАТЕРІАЛІВ У ВЕРСТАТОБУДУВАННІ

Актуальність проблеми розширення застосування неметалевих матеріалів у верстатобудуванні та взагалі в машинобудуванні полягає у значній кількості позитивних результатів, а саме:

- підвищення якісних параметрів обладнання із застосованими базовими та іншими деталями (висока вібростійкість, практично відсутні температурні деформації, висока корозійна стійкість, низька теплопровідність тощо);
- низька порівняно з металевими деталями їх собівартість;
- екологічна безпечність виготовлення порівняно з литвом чавуна та сталі, кольорових металів;
- з точки зору дизайну зовнішній вигляд базових деталей, виготовлених, наприклад, із синтеграну, має хороший вигляд без додаткового фарбування;
- відсутність внутрішніх залишкових напружень.

Серед неметалевих матеріалів (композиційних матеріалів) все більшого розповсюдження займають полімербетони і, головним чином, один з його різновидів – синтегран, що володіє високим коефіцієнтом демпфування (0,8), малою теплопровідністю та іншими, наведеними вище, перевагами.

Також широкого розповсюдження набули в машинобудуванні залізобетон, текстоліт, склопластик та інші композиційні матеріали.

Важливо відмітити також те, що ці матеріали, зокрема вуглепластики, мають високі втомлювальні характеристики. Порівняльні дані, що досліджувались в роботах К.В. Фролова наведені на рисунку:

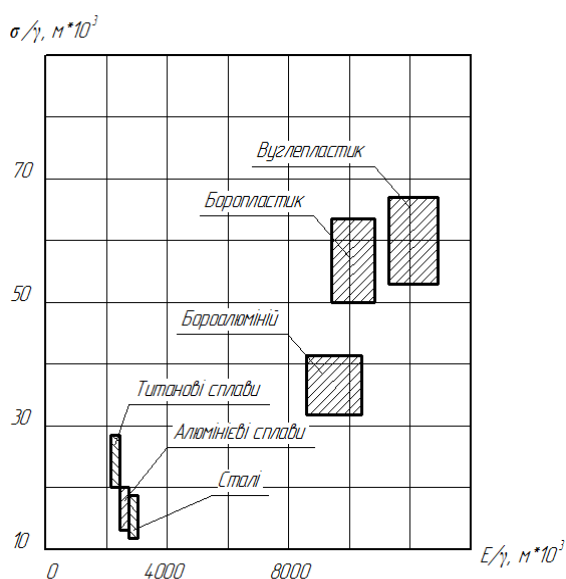


Рисунок 1 – Порівняльні дані за питомою міцністю і жорсткістю металів та композиційних матеріалів.

Нами розробляються пропозиції щодо розширення застосування композиційних матеріалів у верстатобудуванні.

При заміні металевих деталей на деталі з композиційних матеріалів слід також враховувати їх оброблюваність (інструмент, режими тощо), а також необхідність застосування закладних металевих деталей (базові поверхні, напрямні, елементи кріплення тощо), на що буде звернуто особливу увагу у подальших дослідженнях.

**Гальмак А.А.,**

*Одесский национальный политехнический университет*

## **ОКАЗАНИЕ УСЛУГ ПО ДИСТАНЦИОННОЙ ДИАГНОСТИКЕ АВТОТРАНСПОРТА**

Наиболее качественные и квалифицированные услуги по диагностике систем автомобиля соответствующего бренда могут быть оказаны на специализированном СТО, оснащённом современным диагностическим оборудованием и подготовленными специалистами. Это утверждение выглядит как аксиома.

Однако если поставить вопрос иначе: может ли специализированное СТО, оснащённое современным диагностическим оборудованием и подготовленными специалистами закрыть весь перечень потребностей рынка (оказать ВСЕ ВИДЫ услуг) по диагностике автомобиля, то опять напрашивается вывод — это неочевидно. Многие, интуитивно, сразу скажут — НЕТ и скорее всего именно они окажутся правы в самой ближайшей перспективе. Вопрос в такой постановке может оказаться интересным как владельцам действующих СТО, которые уже почувствовали сзади дыхание конкурентов и задумываются над вопросом: как сыграть на опережение в конкурентной борьбе с соседом и какие еще плюшки можно предложить своим клиентам. Так и бизнесу, который ищет незанятую нишу на рынке автодиагностики. Одной из таких «неосвоенных услуг на рынке автодиагностики», по нашему мнению, является — дистанционная первичная диагностика технического состояния автомобиля. Может ли услуга дистанционной диагностики заменить традиционную диагностику автомобиля на участке диагностики специализированного СТО — НЕТ. Может ли услуга дистанционной диагностики дополнить перечень услуг действующего СТО и тем самым поднять его конкурентноспособность — ДА. Может ли услуга дистанционной диагностики быть самостоятельным бизнесом — ДА. Перечень таких риторических вопросов можно продолжить, но по вопросу, что конкретно и как нужно делать, сколько это стоит и какую выгоду это даст через 1-Х года, ясности не внесет. Услугу дистанционной диагностики нужно просто пробовать внедрять. На уровне пилотных проектов и адаптировать по результатам. Каждый может примерить эту задачу на себя. Внести свои дополнения, принять риски. Ниже ряд аргументов «ЗА»

Для дистанционной диагностики автомобиля наиболее приспособлена техника компьютерной диагностики сканером через ОBD-2. Технических решений масса, именно поэтому не будем выделять какие-то отдельные решения. Это область электроники и вычислительной техники, которая совершенствуется и дешевеет стремительно. Технология взаимодействия, умение пользоваться электронной и вычислительной техникой: компьютером, планшетом и смартфоном уже перестало быть черной магией для значительной части населения. Запустить приложение диагностики автомобиля на компьютере/ смартфоне и выполнить необходимые операции в пользовательском интерфейсе, не воспринимается как сверхзадача. Можно продолжить перечень аргументов «ЗА» и далее. Можно, наоборот, привести и ряд аргументов «Против», но мы этого делать не будем, т. к. наша основная задача рассмотреть схему бизнес-проекта «дистанционная диагностика автомобиля», которая позволит предоставить потенциальному клиенту- автовладельцу некие полезные для него услуги по автодиагностике, за которые он согласен заплатить справедливую цену.

### **Коммерческая основа внедрения дистанционной диагностики:**

А. Эта услуга является относится к первичной оценочной диагностике, которая может быть оказана клиенту 24 часа в сутки/7 дней в неделю, территориально места оказания услуги приближены к клиенту (как банкоматы). Эта первичная диагностика может быть как независимой, выполняться независимым дистанционным диагностическим-консультационным центром, так и форпостом определенной СТО (или группы СТО). Именно в этом сегменте ее привлекательность, т. е. «ее бизнес ниша».

Сегодня традиционные СТО, с участком компьютерной диагностики, не могут удовлетворить запросы клиентов в части «профилактическая диагностика», в том формате, который скорее всего устроит клиента больше всего. Не смогут просто в силу своего месторасположения и технологии построения и организации своей работы. Например, клиент собирается в дальнюю поездку в отпуск и хочет получить оценочную диагностику (первичную, контрольную, включающую только оценку основных показателей) работы двигателя. Желает потратить на это минут 15 и небольшие деньги, получить эту услугу где-то на маршруте по дороге домой, момент когда он сможет выделить эти 15 минут ему самому еще неведомы. Или просто получить оценку состояния работы двигателя перед посещением СТО с целью ремонта/ТО, чтобы как-то ориентироваться в ситуации, если он ожидает, что на СТО его «могут начать грузить» заинтересованные специалисты СТО.

Б. Услуга диагностики выполняется поэтапно в режиме оф-лайн (рис. 1).



Рисунок 1 – Диагностика в режиме оф-лайн

Операции по съему параметров с автомобиля выполняются по технологической карте неспециалистом в диагностике автомобиля, а просто «обученным соответствующим операциям пользователем. А заключение, по полученным техническим показателям, делает профессионал в режиме off-line.

#### **1. Удаленный диспетчерский центр.**

Это сервер получения и хранения данных о сеансах дистанционной диагностики, проведенных удаленными абонентами, и персонал специалистов, которые обрабатывают полученные диагностические данные и дают заключение, если это заключение запрошено в услуге. Персонал работает с сервером в режиме off-line. Территориально центр может быть размещен где угодно или быть территориально распределенным. Заключение, вместе с протоколом диагностики, отправляется клиенту по электронной почте или выкладывается на сервере, для скачивания клиентом, по известному ему коду доступа.

#### **2. Выносной диагностический пункт.**

Размещается на площадке партнера по оказанию данной услуги. Партнером могут выступать: автомойки, шиномонтаж, гаражные кооперативы, автостоянки, мотели, магазины автозапчастей и др. предприятия автосервиса, для которых участие в оказании такой услуги является акцией рекламного плана, направленной на привлечение своего клиента путем оказания сопутствующих услуг, или просто дополнительным заработком. Техническое оснащение такого выносного диагностического пункта включает:

- Generic OBD-2 беспроводной Wi-Fi сканер; (MVCИ для продвинутых партнеров)
- Моноблочный ПК с ПО;
- WI-FI точку доступа;

- подключение к сети Интернет.

### **3. Услуги автовладельцам, оказываемые центром напрямую.**

В последнее время на рынке появилось огромное количество недорогих OBD-2 сканеров, как брендов, так и клонов. Эти устройства решают задачу диагностики двигателя, востребованы на рынке и хорошо продаются. Ориентированы на продвинутых автолюбителей и/или малые СТО. Есть сканеры/MVCI, ориентированные на определенный бренд, позволяющие выполнять углубленные процедуры диагностики, и Generic OBD-2. Стоимость устройств уже сравнима со стоимостью насоса/домкрата.

Эта ниша пуста и может быть освоена дистанционным диагностическим центром. Организация информационного обмена электронными данными автовладельца с off-line удаленным диагностическим центром по каналам сети Интернет, с целью получения информационной услуги, легко интегрируется в работу центра.

Целью настоящего обоснования бизнеса проекта: «Оказание услуг дистанционной диагностики автотранспорта», является показать:

- бизнес привлекательность данного направления деятельности;
- целесообразность финансирования и старта пилотного проекта включающего выполнение работ:

1. Пилотная отработка технических аспектов построения выносного диагностического пункта.
2. Пилотная отработка технологии работы выносного диагностического пункта, включая программу и методику минимально-достаточного обучения персонала процедурам.
3. Пилотная отработка технологии взаимодействия индивидуальных пользователей с ДЦ, включая минимально-достаточную программу и методику обучения пользователя процедурам на основе согласованного набора моделей наиболее распространенных сканеров.
4. Пилотная отработка технических аспектов построения диагностического пункта.
5. Пилотная отработка технологии работы дистанционного диагностического центра и взаимодействия с абонентами различного типа.

Перечисленные услуги «широкого профиля» по силам оказывать ДЦ «неопределенной принадлежности и технического уровня».

**Гончаров А.В.,**

*Одесский национальный политехнический университет*

## **РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ «УМНАЯ ТЕПЛИЦА»**

Одним из направлений развития современных технологий является внедрение систем управления с элементами искусственного интеллекта. Руководствуясь актуальностью этой темы было решено построить модель «Умной теплицы», которая включает в себя макет объекта и систему его управления и позволяет решить следующие задачи:

- 1) обеспечение визуализации автоматического управления объектом;
- 2) реализация интеллектуального пользовательского интерфейса ПЛК;
- 3) подключение расширенного набора периферийных устройств для контроля за состоянием объекта;
- 5) обеспечения оптимальных параметров функционирования объекта.

Аппаратная часть проекта представлена контроллерами фирм Berghof и Phoenix Contact. Программная часть - среды разработки Codesys и PC WORX. Контроллер Berghof отвечает за такие компоненты системы, как:

1. Капельное орошение. Для активации насоса, который осуществляет подачу воды для капельного орошения, используется цифровой выход Berghof. Для установки времени полива

предусмотрен программный таймер, позволяющий активизировать цифровой вход на необходимое время.

2. Регистрация показаний микроклимата. Для мониторинга микроклимата используются датчики влажности и температуры, которые подключены к аналоговым входам Berghof. Диапазон измерения температуры – 0...40 градусов. Измерения влажности – 0...100 %.

3. Система пожаротушения. При срабатывании датчика огня, регистрирующего возгорание, ПЛК вырабатывает цифровой сигнал, активирующий насос системы пожаротушения. Кроме того на экране ПЛК включается пожарная сигнализация с возможностью ручного отключения. Измерения с датчиков влажности и температуры отображаются в виде аналоговых индикаторов. Параметры капельного орошения и пожарная сигнализация представлены мнемосхемами для обеспечения высокой эргономики управления. Визуализация систем контроля и управления осуществляется при помощи сенсорного экрана фирмы Berghof.

Контроллер Phoenix Contact отвечает за следующие компоненты системы:

1. Система обеспечения безопасности (кодовый замок). Система безопасности состоит из клавиатурной панели для ввода пароля и магнитного замка. Для входа в теплицу необходимо ввести четырехзначный код. После чего даётся 5 секунд, чтобы нажать клавишу "Подтверждение". Если на протяжении 5 секунд клавиша не была нажата, то попытка ввода считается неверной. При успешном вводе пароля ПЛК вырабатывает цифровой сигнал на магнитный замок для открытия двери. Для очистки поля ввода используется клавиша «Сброс». Если трижды был введен неправильный пароль, то дверь блокируется. Для разблокировки двери необходимо выполнить «Админ сброс».

2. Система внутреннего и внешнего освещения. Внутреннее освещение организовано при помощи светодиодных лент. Яркость света контролируется при помощи потенциометра контроллера Phoenix Contact. Внешнее освещение служит для удобства посещения теплицы в темное время суток. Для экономии энергии светодиодная лента включается при наличии двух условий: 1) Темное время суток (регистрируется датчиком освещенности); 2) Присутствие человека (регистрируется датчиком движения). Датчики подключены к аналоговым входам ПЛК.

3. Система аэрации. Аэрация в теплице осуществляется с помощью вентилятора, который начинает работать по достижении определенной температуры, установленной пользователем. Для считывания показаний с датчика температуры используется аналоговый вход ПЛК.

**Грех В.С., Иванов Б.В., Крупський Я.Ю.,**  
*Вінницький національний технічний університет*

## **ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО РЕЖИМУ РУХУ, КІЛЬКОСТІ ТА ПАСАЖИРОМІСТКОСТІ МАРШРУТНИХ АВТОБУСІВ**

Пасажи́рський транспорт відіграє значну роль у житті мешканців міста, оскільки задовольняє різноманітні потреби населення в пересуванні. Удосконалення організації автобусних перевезень має важливе народногосподарське та соціальне значення [3]. З метою зменшення експлуатаційних витрат мають впроваджуватися такі заходи, як удосконалення маршрутної системи, правильний вибір типу, кількості та форми руху автобусів, їх розподіл за маршрутами. Аналіз досліджень останніх років свідчить, що при вивченні проблем міських пасажирських перевезень використовують сучасні математичні методи та обчислювальну техніку, які розширюють можливості використання моделювання в задачах аналізу, синтезу та експлуатації складних транспортних систем. Моделювання дозволяє логічним шляхом прогнозувати наслідки альтернативних дій і сприяє визначенню, якій з них варто віддати перевагу.



## Результати дослідження

Особливістю міських перевезень є великі добові коливання обсягів перевезення пасажирів. Так, у середніх, великих і найбільших містах у вранішні та вечірні часи «пік», коли здійснюються перевезення населення на роботу і з роботи, за 4–4,5 години перевозиться більше половини добової норми пасажирів. Обсяги перевезення пасажирів коливаються також за днями тижня, місяцями та сезонами року. На величину обсягів перевезення пасажирів, крім кількості населення міста впливає також його рухливість. Рухливістю населення називають кількість поїздок на одного жителя за рік. На величину рухливості населення впливають розміри території, планування та чисельність населення міста, його адміністративне значення, розташування промислових підприємств та підприємств сфери послуг відносно житлових районів, розташування місць відпочинку тощо. Великі незручності для пасажирів виникають через переповнення рухомого складу в години пік, коли провізна здатність транспорту на маршрутах нижча фактичного пасажиропотоку. Звідси відмова в перевезеннях, додаткові витрати часу на зупинках в очікуванні транспортного засобу.

Для реалізації алгоритму імітаційного моделювання спочатку необхідно провести аналіз маршруту. Маршрут аналізується з метою отримання початкових даних. З метою визначення можливості використання автобусів великого, середнього та малого класу здійснюється аналіз умов руху на маршруті. Алгоритм складається з блоків, кожен з яких визначає здійснення певної операції. Передача управління між блоками показана стрілками. При реалізації пасажирських перевезень важливим є питання визначення кількості та пасажиромісткості транспортних засобів, оскільки це визначає ефективність реалізації в цілому. Алгоритм визначення кількості та пасажиромісткості автобусів на маршруті представлений на рисунку 1.

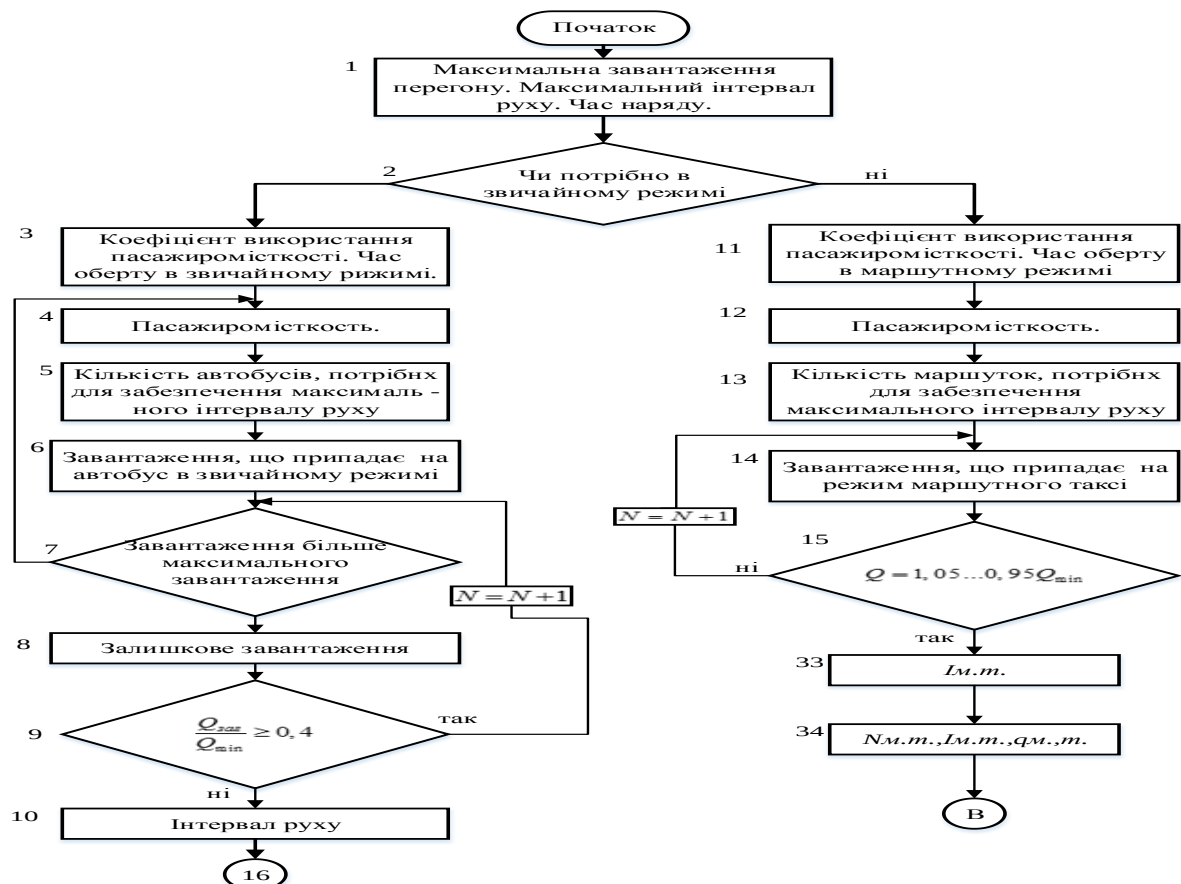


Рисунок 1 - Алгоритм визначення кількості та пасажиромісткості автобусів на маршруті (початок)

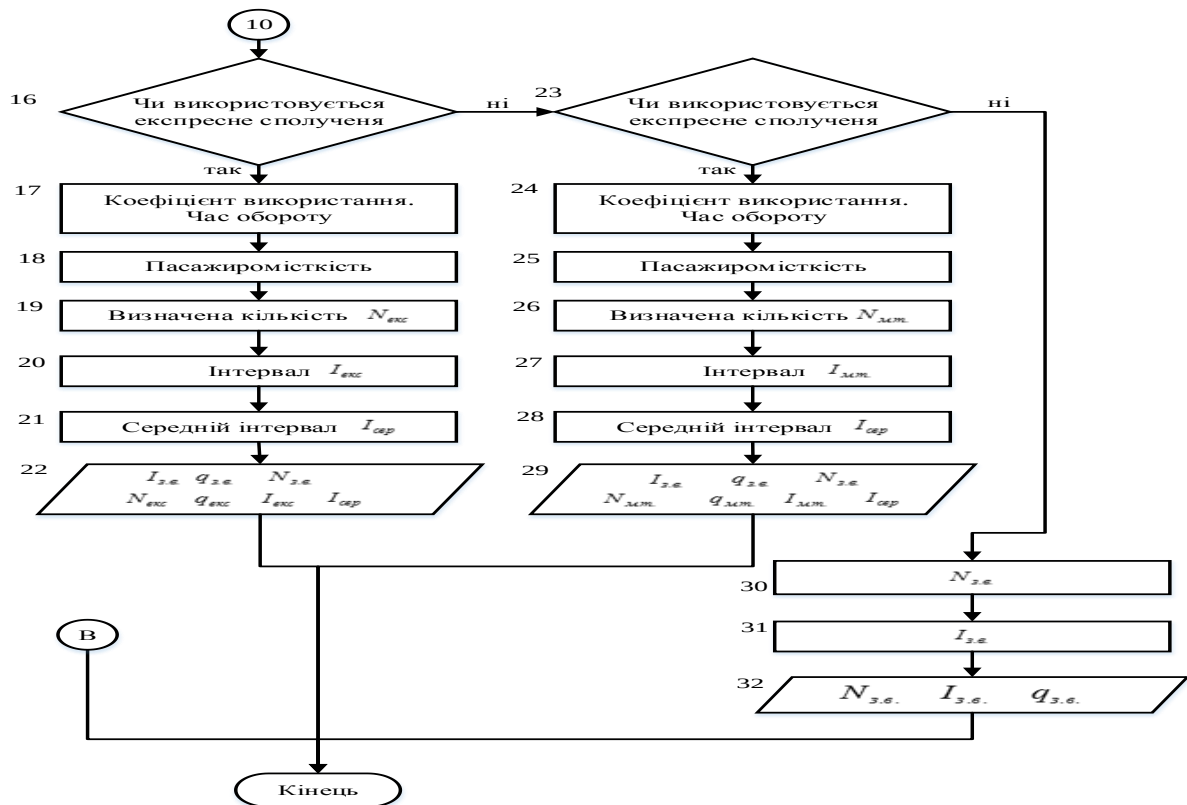


Рисунок 1 - Алгоритм визначення кількості та пасажиромісткості автобусів на маршруті (закінчення)

Блок 1 передбачає введення початкових даних: максимальний інтервал руху, максимальне завантаження перегону, час в наряді на маршруті, які були визначені при вивченні попиту на пасажирські перевезення досліджуваного маршруту. Вибір подальшого напрямку розрахунку пропонує блок 2. Залежно від завантаження маршруту та інших факторів визначається доцільність використання на маршруті автобусів в звичайному режимі руху. Блоки 3 та 11 призначені для введення коефіцієнту використання пасажиромісткості та часу оборту в звичайному режимі руху та в режимі маршрутного таксі відповідно. Блок 4 передбачає введення пасажиромісткості автобуса, який перевозить пасажирів в звичайному режимі руху. Відповідно блок 12 передбачає введення пасажиромісткості автобуса, що перевозить пасажирів в режимі маршрутного таксі. Блоки 5 та 13 визначають необхідну кількість автобусів указаної пасажиромісткості, потрібну для забезпечення максимально допустимого інтервалу руху в звичайному режимі та в режимі маршрутного таксі відповідно, за формулою (1):

$$N = \frac{t_{\text{іа}} \cdot 60}{I_{\text{max}}}, \quad (1)$$

де  $t_{\text{іа}}$  - час обертання автобусів на маршруті, год.;

$I_{\text{max}}$  - максимально допустимий інтервал руху [2], хв.

Завантаження перегонів, що припадає на обраховану кількість автобусів, визначається в блоках 6 та 14. У разі, коли обраховане завантаження перевищує максимальне, необхідно повернутись до блоку 4, змінити пасажиромісткість та повторити обрахунки. Доля залишкового завантаження визначається в блоці 8, а блок 9 порівнює її зі значенням 40%. У разі перевищення вказаної межі необхідно збільшити кількість використаних автобусів на одиницю та повернутись до блоку 6 з метою повторних обрахунків до тих пір, поки не виконається умова. Блок 10 визначає інтервал руху автобусів з урахуванням вище наведених обрахунків. Блок 15 виконує відповідно дію блоку 9 для руху в режимі маршрутного таксі.

Блок 16 пропонує використати експресне сполучення. Оскільки число автобусів експресного сполучення визначається за формулою (2)

$$A_e = A(1 - k_i), \quad (2)$$

то доцільність впровадження певного варіанту комбінованого режиму руху має вираз (3):

$$0,2A < A_e < 0,5A, \quad (3)$$

де  $A$  – число автобусів в звичайному режимі руху, одиниць.

У разі використання експресного сполучення, необхідно ввести коефіцієнт використання пасажиромісткості, час оберту та пасажиромісткість автобусів для цього виду сполучення (блоки 17-18). Далі обраховуються кількість транспортних засобів та інтервал руху в режимі експресного сполучення. У випадку відмови від використання експресного сполучення, пропонується використати паралельно до звичайного режиму руху режим маршрутного таксі (блок 23). Далі блоки 24-25 повторюють дії блоків 17-18. Блок 34 передбачає вибір експресного сполучення паралельно до режиму маршрутного таксі, а наступні блоки повторюють аналогічно дії в разі використання звичайного режиму руху. На завершальному етапі блоки 22, 29, 32 та 34 призначені для виведення отриманих результатів оптимізації кількості транспортних засобів відповідно для різних режимів руху та їхніх комбінацій.

### **Висновки**

Розроблено алгоритм оптимізації роботи міських маршрутів шляхом вибору режиму руху, раціональної кількості та пасажиромісткості автобусів. Алгоритм представлений у вигляді блок-схеми імітаційного моделювання.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Гліненко Л.К. Основи моделювання технічних систем – Навч. посібник/Л.К. Гліненко, О.Г. Сухоносів – Львів: Видавництво «Бескид Біт», 2003. – 176 с.
2. Ігнатенко О. С. Організація автобусних перевезень в містах: [навч. посібник] / О.С. Ігнатенко. – К. : УТУ, 2002. – 196 с.
3. Пасажирські перевезення 2015. – [Електроний ресурс]. Режим доступу: [http://ua-referat.com/Пасажирські\\_перевезення/](http://ua-referat.com/Пасажирські_перевезення/) (дата звернення 05.03.2017). – Назва з екрана.
4. Советов Б.Я. Моделирование систем (3-е изд.)/ Б.Я. Советов, С.А.Яковлев – М.: Высшая школа, 2001. – 420 с.

**Данилишин О.Я.,**

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

### **ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНДУКЦІЙНОГО НАПЛАВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

Індукційне наплавлення порошками високовуглецевих хромистих сплавів типу сормайт 1 знайшли достатньо широке застосування при виготовленні робочих органів сільськогосподарських машин: лемехів плугів, ножів гичкорізів, лап культиваторів і т.д. Наплавлений метал при цьому має крупнозернисту структуру з включеннями крупних карбідів хрому [1,2]. Для подрібнення структури і покращення властивостей наплавленого металу запропонована нова технологія індукційного наплавлення з використанням механічної вібрації [3-5]. Суть її полягає в тому, що деталь піддається вертикальній або горизонтальній вібрації в той момент часу, коли порошкоподібна шихта знаходиться в розплавленому стані. При цьому велике значення має напрям прикладання механічних коливань, а також їх частота і амплітуда.

Для оцінки ефективності запропонованої технології були проведені дослідження структури, мікротвердості структурних складових та зносостійкості наплавленого індукційним методом без і з прикладанням вібрації. Для проведення досліджень наплавлення з використанням шихти, яка містить порошок сплаву ПГ-С1 (сормайт 1), були наплавлені плоскі зразки з сталі Ст3: зразок №1 без вібрації; зразок №2 і №3 – відповідно з вертикальною і горизонтальною вібрацією. Наплавлення проводили на височастотному генераторі типу ВЧГ-6-60/0,44 при постійній питомій потужності за час наплавлення. Режими були однакові для всіх трьох варіантів наплавлення. Амплітуда коливань складала 0,2 мм при частоті струму 50 Гц.

Мікроструктура основного металу являє собою ферит і перліт, а мікроструктура наплавленого металу всіх досліджуваних зразків складається з первинних карбідів (комплексні карбіди типу  $(\text{Fe,Cr})_7\text{C}_3$  і  $(\text{Fe,Cr})_3\text{C}$ ) у вигляді крупних пластин «олівцевого» типу, які мають гексагональну решітку з чіткою межею спряження з матрицею карбідної ектектики і матрицевої аустенітної структури.

Надлишкові карбіди як правило, розташовуються в окремих пластинчатих виділеннях в центральній частині по ширині і товщині наплавленого валика. Прямокутні і шестигранні виділення – це карбіди різної дисперсності, частина з них – надлишкові пластинчаті карбіди достатньо рівномірно розташовані в матриці. Мікротвердість карбідів змінювалась в межах  $\text{HV}_{0,5}=11710\ldots 12830$  МПа.

Необхідно відмітити різницю в структурі трьох варіантів наплавленого металу. Горизонтальна вібрація приводить до помітного подрібнення карбідної складової (рис. 1,в). Карбіди, які мають вигляд шестигранників з середньою довжиною сторони 10... 12 мкм, без вібрації (рис.1,а), подрібнюються до 7... 10 мкм при вертикальній (рис.1,б) і 3,5... 7 мкм при горизонтальній вібрації (рис.1,в).

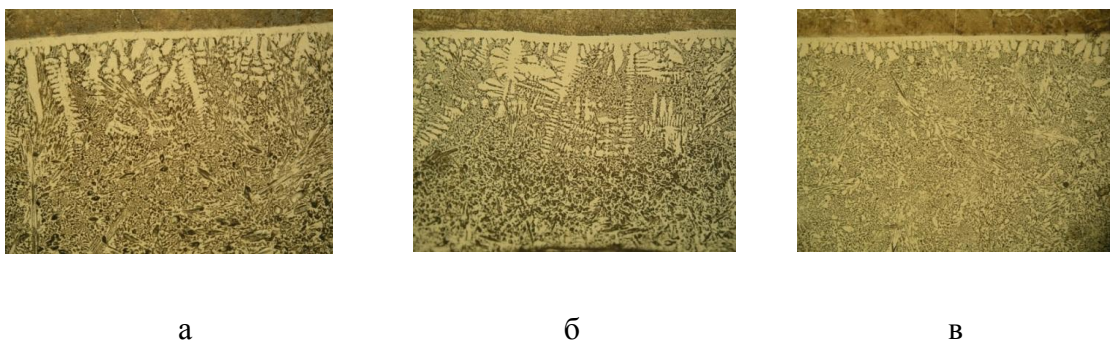


Рисунок 1–Мікроструктура зразків наплавленого металу: а- №1; б- №2; в- №3 (×200, зменш. 2/3)

Для вивчення розподілу елементів (Cr, C) при переході з основного металу в наплавлений були проведені їх лінійні записи за допомогою мікрорентгеноспектрального аналізу на мікроаналізаторі CAMEBAX SX- 50 французької фірми CAMECA. У всіх випадках аналіз проводився приблизно в центрі наплавленого шару перпендикулярно лінії сплавлення на глибині до 350 мкм від межі сплавлення. Встановлено, що в металі досліджуваних зразків вуглець з'єднаний в карбіди типу  $(\text{Fe,Cr})_7\text{C}_3$  і  $(\text{Fe,Cr})_3\text{C}$ , помітного дифузійного розподілу вуглецю у лінії сплавлення не спостерігалось.

Були проведені також виміри твердості наплавленого металу на твердомірі «Лесо» при навантаженні 0,5 і 3 Н (рис.2).

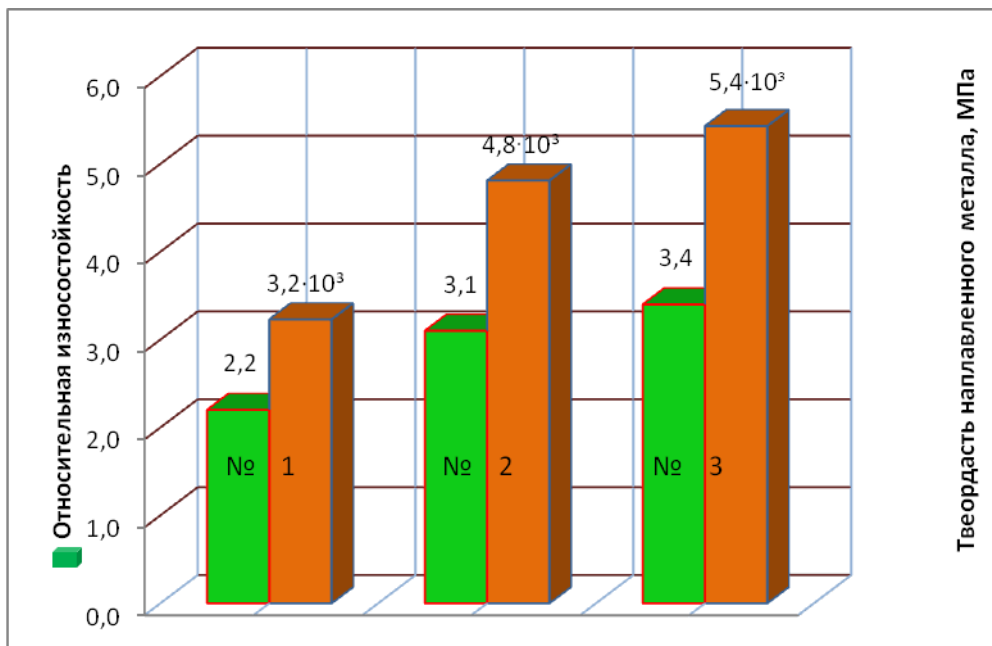


Рисунок 2 – Відносна зносостійкість і твердість наплавленого металу зразків №1, №2 і №3.

Як видно з рис. 2 найбільшу твердість має зразок №3. Проводили також лабораторні дослідження зносостійкості наплавленого металу зразків №1, 2, 3 на машині НК-М [6]. Як видно з рис. 2, найменшу зносостійкість має зразок №1 (2,2), а найбільшу – зразок №2 і 3 (відповідно 3,1 і 3,4). Таким чином, при наплавленні за схемою прийнятою для зразка №3, досягається найвища зносостійкість, що пояснюється більш сприятливою структурою наплавленого металу і утворенням в більшій мірі карбідів  $(Fe,Cr)_7C_3$ , що підтверджується результатами мікрорентгеноспектрального аналізу.

### Література

1. Ткачев В.Н. Индукционная наплавка твердых сплавов / В.Н. Ткачев, Б.М. Фиштейн, Н. В. Казинцев, Д.А. Алдырев // М.: Машиностроение, 1970. – 184 с.
2. Пулька Ч.В. Наплавка рабочих узлов почвообрабатывающей и уборочной сельскохозяйственной техники / Ч.В. Пулька // Автомат. Сварка, 2003. – № 9. – С. 22-25.
3. Шаблій О.М. Спосіб наплавлення тонких плоских сталевих деталей [Текст] / О.М. Шаблій, Ч.В. Пулька, В.С. Сенчишин, О.І. Король, М.В. Шарик // Патент на корисну модель №54204 В23К 13/00; Опубл. 25.10.2010; Бюл. № 20.
4. Пулька Ч.В. Пристрій для наплавлення тонких фасонних дисків [Текст] / Ч.В. Пулька, В.С. Сенчишин // Патент на корисну модель UA МПК В23К 13/00 №59994; Опубл. 10.06.2011; Бюл. № 11.
5. Пулька Ч.В. Влияние вибрации на структуру и свойства металла наплавленного индукционным методом / Ч.В. Пулька, О.М. Шаблій, В.С. Сенчишин, М.В. Шарик, Г.Н. Гордань // Автомат. сварка № 1, 2012. - С. 27-29.
6. Юзвенко Ю.А. Лабораторные установки для оценки износостойкости наплавленного металла / Ю.А. Юзвенко, В.А. Гавриш, В.А. Марьенко // Теоретические и технологические основы наплавки. Свойства и испытания наплавленного металла. – Киев: ИЭС им. Е.О. Патона, 1979. – С. 23 – 27.

## ЗАСТОСУВАННЯ ГРАВІТАЦІЙНИХ ЕНЕРГОУСТАНОВОК НА АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Питання енергоефективності та енергозбереження є одними з найважливіших завдань, які повинні вирішуватися підприємствами будь-якої форми власності. Для енергозабезпечення ремонтних зон автотранспортних підприємств в залежності від місцевих умов використовують різні схеми насосно-силового обладнання, які вимагають для своєї роботи коштовних ліній передачі електроенергії або палива для двигунів внутрішнього згоряння, вітрової чи сонячної енергії (котрі також необхідно перетворювати в електроенергію), а отже є витратними та енергоємними. Тому зниження енерговитрат при експлуатації систем водопостачання та одержання дешевої енергії для забезпечення безперервної роботи технологічного ремонтного обладнання є надзвичайно актуальним аспектом роботи підприємств автомобільного транспорту.

Існуючі технічні рішення для підймання води, як правило, мають низькі коефіцієнти корисної дії (ККД) і при експлуатації потребують значних енерговитрат [1,2]. Тому для вирішення проблеми енергозабезпечення і водопостачання ремонтних автокомплексів пропонується впровадження інноваційної технології гравітаційного водопідйому (ТГВ) на основі використання типової гравітаційної енергетичної установки (ГЕУ), яку можна застосувати як альтернативне джерело електроенергії [3,4].

По результатам проведених досліджень на експериментальній установці «Система гравітаційного водопідйомника» з застосуванням інноваційної ТГВ виконана конструктивна розробка ГЕУ, в склад якої (рис. 1) входять: базові ємності  $O_1$  і  $O_2$  для стиску атмосферного повітря за допомогою води з джерела живлення (компресор); транзитні ємності  $1_T, 2_T, 3_T, \dots, n_T$ ; магістраль стисненого повітря атмосфери Землі –  $M$ ; напірні трубопроводи –  $T$ ; крани для води і повітря –  $K_1, \dots, K_n$ ;  $K_{01}$  і  $K_{02}$ ; крани зливу  $K_{C1}$  і  $K_{C2}$ ;  $K_{H1}$  і  $K_{H2}$ ; клапани герметизації і розгерметизації –  $B$ ; гравітаційна башта –  $1$ ; водопровід до турбіни –  $2$ ; турбіна –  $3$ ; генератор –  $4$ ; блок автобаластного навантаження –  $5$ ; блок автоматичного регулювання –  $6$ ; вивід електроенергії до споживачів –  $7$ ; джерело живлення ИП, яке створює гравітаційний стовп води з необхідним перепадом, з оголовком –  $8$ ; робочий накопичувач води –  $PH$ . При використанні інноваційної ТГВ на ГЕУ всі технологічні операції виконуються в наступній послідовності: спочатку через кран  $K_{mp}$  заповнюють водою транзитну ємність  $1_T$  і герметизують її за допомогою клапана  $B$ . Одночасно з цим базову ємність (наприклад  $O_1$ ) також герметизують і заповнюють водою через кран  $K_{H1}$ , створюючи при цьому в ній тиск атмосферного (стиснутого) повітря

$$P_A = P_{ам} + \gamma h, \quad (1)$$

де  $\gamma$  - питома об'ємна вага води, а  $h$  – висота стовпа води наявного тиску  $H_{расн}$  в джерелі живлення ИП. Далі, через кран  $K_{01}$  стиснуте повітря з ємності  $O_1$  спрямовують в магістраль  $M$  і через клапан  $K_{01}$  в транзитну ємність  $1_T$ , з якої воду витискують стиснутим повітрям по трубопроводу  $T$  в транзитну ємність  $2_T$  і заповнюють її, після чого виконують повторення циклу витіснення води для транзитної ємності  $2_T$ , т.ч. після її заповнення водою вона також герметизується за допомогою клапана  $B$ . Процес заповнення водою і витіснення її з наступних по рахунку транзитних ємностей відбувається аналогічно, при цьому кожна транзитна ємність ГЕУ, починаючи з 2-ї, забезпечує на конкретному своєму рівні підйом води на величину напору  $H = \gamma h$ , при цьому забезпечення постійної і безперервної подачі стиснутого повітря в магістраль  $M$  для водопідйому передбачає послідовне і синхронне включення двох базових ємностей  $O_1$  і  $O_2$ , а також двох перших транзитних ємностей.





## **РОЗРОБКА АПАРАТНО-ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ТЕСТУВАННЯ СИСТЕМ АВТОМОБІЛЬНИХ СИГНАЛІЗАЦІЙ**

Статистика свідчить, що кожного року кількість викрадень автотранспортних засобів зростає з експоненційною залежністю. Погіршення економічної ситуації, доступність злочинних технічних пристроїв і спеціалізованої тематичної літератури дозволяють злочинцям знаходити все більш технологічні методи злому систем автомобільних сигналізацій. Саме тому питання комплексного тестування систем автомобільних сигналізацій є дуже важливим і потребує поглибленого вивчення.

З науково-дослідницькою метою в рамках виконання магістерської роботи був реалізований апаратно-програмний комплекс, який дозволяє виконувати тестування і аналіз безпеки різних систем автомобільних сигналізацій.

### **Архітектура апаратно-програмного комплексу**



Рисунок 1 - Структурна схема розробленого комплексу (спрощена)

Головним вузлом в розробленому апаратно-програмному комплексі є однокристальний комп'ютер (мікроконтролер із вбудованим ОЗУ і ПЗУ), який виконує всі основні функції і управляє іншими, не менш важливими електронними компонентами, які необхідні для роботи комплексу (приймач та передавач). Зрозуміло, що у мікроконтролер заздалегідь повинна бути завантажена відповідна програма, яка реалізує весь функціонал та змушує систему працювати як треба. Так само, для зручного керування комплексом і відображення важливої інформації використовуються дисплей та кнопочні елементи керування. Звісно, жодна система не може працювати без елементів живлення. Спрощена структурна схема розробленого апаратно-програмного комплексу представлена на рис. 1.

комплексом і відображення важливої інформації використовуються дисплей та кнопочні елементи керування. Звісно, жодна система не може працювати без елементів живлення. Спрощена структурна схема розробленого апаратно-програмного комплексу представлена на рис. 1.

### **Реалізація структури комплексу**

Для коректної роботи комплексу у якості мікроконтролера може бути використаний будь-який чіп, що виконує не менше однієї операції за секунду. Тобто практично будь який з відомих AVR, PIC та інших. У нашому випадку використовується мікросхема PIC18F252. Для роботи на частоті 433,9 МГц (саме на цій частоті працюють автомобільні сигналізації) використовуються приймач BC-NBK Receiver та передавач TX-SAW 433/s-Z RFM. У якості елемента відображення інформації використовується LCD-дисплей. У якості мови програмування для написання програмного забезпечення було використано мову програмування низького рівня Асемблер.

### **Висновок**

Реалізований апаратно-програмний комплекс працює коректно та дійсно виконує усі задумані функціональні операції. Цей комплекс може бути використано для перевірки безпеки різноманітних систем автомобільних сигналізацій для їх покращення і подальшого удосконалення.

### **Список використаної літератури**

1. How Car Alarm Work. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://auto.howstuffworks.com/car-alarm.htm>
2. Программирование для PIC. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://labkit.ru/html/Assembler\\_for\\_PIC](http://labkit.ru/html/Assembler_for_PIC)



## ВИРТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА МЕХАТРОННОГО ПРИВОДА С АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ

Основной особенностью тенденции развития современного машиностроения является всевозрастающее создание и внедрение экологически чистых, высокопроизводительных, безопасных и ресурсосберегающих технических объектов (ТО) для инновационных технологических процессов в различных отраслях.

Одной из основных составных частей современных технических объектов является подсистема мехатронного привода. Поэтому создание виртуальных моделей таких подсистем, как функционально законченных элементов [1], является актуальным.

Использование виртуальных моделей обеспечивают возможность ускоренного изучения, установления закономерности и оптимизации режимов этих приводов.

Структурная модель (СМ) подсистемы мехатронного привода ТО с асинхронным электродвигателем, приведена на рис.1. На рисунке показаны:  $M_c$  - момент сопротивления, формирующийся в зоне взаимодействия рабочего органа с внешней средой; исполнительный орган (1), редуктор привода (2), асинхронный электродвигатель (3) с динамической механической характеристикой, частотный преобразователь (4) и  $f_y$  - алгоритм управления частотой и величиной напряжения от адаптивной системы управления.

Эта модель наиболее полно описывает динамические процессы в асинхронном двигателе, в т.ч. на нелинейной части характеристики, с учетом общеизвестных допущений [2,3,4].

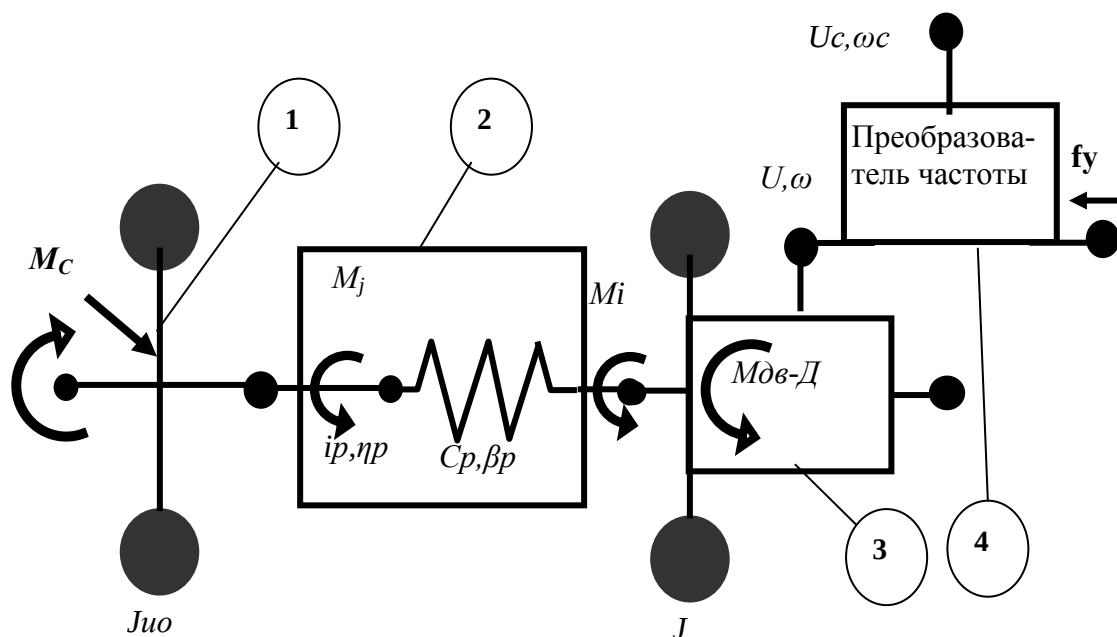


Рисунок 1 – Структурная модель мехатронного привода

Для представленной структурной модели, ММ рабочего процесса привода АД запишется виде системы дифференциальных уравнений (1).

$$\begin{cases}
J\dot{\omega}_p = M_\partial - M_i; & \dot{\varphi}_p = \omega_p; \\
\dot{\psi}_{S\alpha} = \omega(t)b_S[(a_S - 1)\psi_{S\alpha} + a_{r\delta}\psi_{\delta\alpha} + a_{r\eta}\psi_{\eta\alpha}] + U_m(t)\cos(\omega(t) \cdot t) - \Delta U_{S\alpha}; \\
\dot{\psi}_{\delta\alpha} = \omega(t)b_{r\delta}[a_S\psi_{S\alpha} + (a_{r\delta} - 1)\psi_{\delta\alpha} + a_{r\eta}\psi_{\eta\alpha}] - \omega_p\psi_{\delta\beta}p; \\
\dot{\psi}_{\eta\alpha} = \omega(t)b_{r\eta}[a_S\psi_{S\alpha} + a_{r\delta}\psi_{\delta\alpha} + (a_{r\eta} - 1)\psi_{\eta\alpha}] - \omega_p\psi_{\eta\beta}p; \\
\dot{\psi}_{S\beta} = \omega(t)b_S[(a_S - 1)\psi_{S\beta} + a_{r\delta}\psi_{\delta\beta} + a_{r\eta}\psi_{\eta\beta}] + U_m(t)\sin(\omega(t) \cdot t) - \Delta U_{S\beta}; \\
\dot{\psi}_{\delta\beta} = \omega(t)b_{r\delta}[a_S\psi_{S\beta} + (a_{r\delta} - 1)\psi_{\delta\beta} + a_{r\eta}\psi_{\eta\beta}] + \omega_p\psi_{\delta\alpha}p; \\
\dot{\psi}_{\eta\beta} = \omega(t)b_{r\eta}[a_S\psi_{S\beta} + a_{r\delta}\psi_{\delta\beta} + (a_{r\eta} - 1)\psi_{\eta\beta}] + \omega_p\psi_{\eta\alpha}p; \\
A = a_S\psi_{S\alpha} + a_{r\delta}\psi_{\delta\alpha} + a_{r\eta}\psi_{\eta\alpha}; \quad B = a_S\psi_{S\beta} + a_{r\delta}\psi_{\delta\beta} + a_{r\eta}\psi_{\eta\beta}; \\
M_\partial = \frac{3\omega(t)p}{2X_S}[\psi_{S\beta}A - \psi_{S\alpha}B]; \quad i_{S\alpha} = \frac{\omega(t)}{X_S}(\psi_{S\alpha} - A); \quad i_{S\beta} = \frac{\omega(t)}{X_S}(\psi_{S\beta} - B); \\
\Delta U_{S\alpha} = R_c i_{S\alpha} - X_c i_{S\beta}; \quad \Delta U_{S\beta} = R_c i_{S\beta} - X_c i_{S\alpha}; \\
P_\partial = \frac{3}{2}[(U_m \cos(\omega(t) \cdot t) - \Delta U_{S\alpha})i_{S\alpha} + (U_m \sin(\omega(t) \cdot t) - \Delta U_{S\beta})i_{S\beta}]; \\
J_{HO} \cdot \ddot{\varphi}_J = M_j - M_c; \quad M_i = C_p(\varphi_j i - \varphi_i) + \beta_p(\dot{\varphi}_j i - \dot{\varphi}_i); \quad M_j = M_i i \eta
\end{cases} \quad (1)$$

где:  $J$  – момент инерции ротора двигателя;  $\varphi_p, \omega_p$  – угол поворота и угловая скорость вращения ротора;  $M_\partial$  – электромагнитный момент, развиваемый двигателем;  $M_i$  – момент нагрузки на валу двигателя;  $\psi_{S\alpha}, \psi_{S\beta}, \psi_{\delta\alpha}, \psi_{\delta\beta}, \psi_{\eta\alpha}, \psi_{\eta\beta}$  – составляющие векторов потокосцеплений;  $U_m(t)$  – изменение амплитуды напряжения в фазе;  $\omega(t)$  – угловая скорость магнитного поля;  $t$  – текущее время;  $\Delta U_{S\alpha}$  и  $\Delta U_{S\beta}$  – проекции вектора падения напряжения статора на оси  $\alpha$  и  $\beta$ , учитывающие влияние питающей сети;  $b_S, b_{r\delta}, b_{r\eta}$  и  $a_S, a_{r\delta}, a_{r\eta}$  – расчетные коэффициенты относительного реактивного сопротивления [3];  $p$  – число пар полюсов электродвигателя;  $i_{S\alpha}, i_{S\beta}$  – токи статора в проекции на оси  $\alpha$  и  $\beta$ ;  $R_c, X_c$  – активное и индуктивное сопротивления питающей сети;  $P_\partial$  – активная мощность, потребляемая электродвигателем;  $J_{HO}$  – момент инерции исполнительного органа;  $\varphi_i, \varphi_j$  и  $M_i, M_j$  – углы поворота и вращающие моменты на входном и выходном валах редуктора;  $M_c$  – момент сопротивления действующий от внешней среды на исполнительный орган;  $C_p, \beta_p, i$  и  $\eta$  – приведенные ко входному валу жесткость, коэффициент демпфирования, передаточное число и КПД редуктора.

**ММ** подсистемы привода (1) как интегрированный ФЗЭ запишется в виде неявной вектор-функции.

$$F_{np}(\bar{X}, \bar{P}, \bar{Y}) = 0 \quad (2)$$

Где:  $\bar{X}(M_c, U_m(t), \omega(t))$  – входной вектор подсистемы мехатронного привода;

$\bar{P}(J, R_c, X_c, b_S, b_{r\delta}, b_{r\eta}, a_S, a_{r\delta}, a_{r\eta}, p, C_p, \beta_p, i, \eta)$  – вектор параметров мехатронного привода;

$\bar{Y}(\varphi_p, \omega_p, M_\partial, M_i, \psi_{S\alpha}, \psi_{S\beta}, \psi_{\delta\alpha}, \psi_{\delta\beta}, \psi_{\eta\alpha}, \psi_{\eta\beta}, t, \Delta U_{S\alpha}, \Delta U_{S\beta}, i_{S\alpha}, i_{S\beta}, P_\partial, \varphi_i, \varphi_j, M_i, M_j)$  –

выходной вектор подсистемы мехатронного привода.

**Разработанная виртуальная модель (ВМ) рабочего процесса мехатронного привода с асинхронным электродвигателем** – это программный продукт, разработанный с использованием математического пакета *MathCAD* и реализующий ММ  $F_{np}(\bar{X}, \bar{P}, \bar{Y}) = 0$  с динамической механической характеристикой электродвигателя с компьютерным управлением в различных режимах работы привода.

### **Выводы:**

1. Разработан виртуальный стенд рабочего процесса привода с асинхронным электродвигателем, как функционально законченный элемент мехатронной динамической подсистемы, в различных режимах его работы с визуализацией изменений выходных параметров.
2. Виртуальный стенд может быть использован при создании виртуальных лабораторий мехатронных технических объектов и в учебном процессе для проведения лабораторных и практических занятий, а также научных исследований.
3. Структурная, математическая и виртуальная модели могут быть использованы как специальное математическое и программное обеспечение САПР мехатронных технических объектов при анализе и структурно параметрической оптимизации этих объектов, по критериям производительности и ресурсосбережения.

### **Список использованных источников**

1. Семенченко А.К., Кравченко В.М., Шабаев О.Е. Теоретические основы анализа и синтеза горных машин и процесса их восстановления как динамических систем. – Донецк: РВА ДонНТУ, 2002. – 302с.
2. Гуляев В.Г., Сивокобыленко В.Ф., Жуков К.В. Математическая модель двухдвигательного привода исполнительных органов очистного комбайна // Труды Донецкого государственного технического университета. Выпуск 7, серия горно-электромеханическая. ДонГТУ. – Донецк, 1999. – С. 97-102.
3. Сивокобыленко В.Ф., Павлюков В.А. Параметры и схемы замещения асинхронных электродвигателей с вытеснением тока в роторе // Электрические станции, 1976. – № 2. – С. 51-54.
4. Сивокобыленко В.Ф., Костенко В.И. Математическое моделирование динамических режимов двухдвигательного асинхронного электропривода // Известия вузов. Энергетика.– Минск, 1974. – № 1. – С. 43-48.

**Дячун Т.І., Козюк А.Ф.,**

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВПЛИВ ВОДНЮ НА МІЦНІСТЬ МАТЕРІАЛІВ КОРПУСІВ АТОМНИХ РЕАКТОРІВ**

Проблема впливу водню на фізико-механічні властивості матеріалів стала однією із найважливіших у механіці руйнування матеріалів та науці про надійність конструкцій. Водень, проникаючи в конструкційний метал, суттєво знижує його опір руйнуванню, а пластичний метал окрихчується. При цьому машини і обладнання, які мають достатні міцність, ресурс, та надійність при звичайних умовах, під дією водню втрачають роботоздатність і передчасно руйнуються. Виявлено, що матеріали з більш високою межею міцності, які широко використовуються в техніці, як правило є більш чутливі до впливу водню, що призводить до пониження навантаженості конструкцій, підвищення її металоємкості, зниження ефективності.

Відомо, що внаслідок опромінення матеріалу корпусу реактора збільшується вплив адсорбованого водню на пластичність, тобто швидше матеріал переходить до крихкого стану. Джерелами наводнювання матеріалу корпусу є водень, який утворюється внаслідок електрохімічних реакцій, а також водень металургійного і технологічного походження [1].

В умовах пониження температури від робочої до температури перехідних режимів під час зупинки чи пуску реактора можливе наводнювання металу корпусу ректора, яке інтенсифікується ще й нейтронним опроміненням [2, 3].

Досліджували вплив електролітичного наводнювання і попереднього термомеханічного навантаження на крихку міцність корпусної реакторної сталі 15Х2МФА після термообробки, яка моделює окрихчення матеріалу на середину терміну експлуатації реактора типу ВВЕР-440.

Попередньо на всіх компактних зразках товщиною 19 і 25 мм вирощували втомні тріщини за коефіцієнту асиметрії циклу навантажування  $R = 0,1$  та частоти навантажування 40 Гц згідно з рекомендаціями [4]. Відносна довжина тріщини становила  $(0,45 \dots 0,55)b$  ( $b$  — ширина зразка).

Оскільки величина розвантаження майже не впливає на критичний КІН  $K_f$  сталі 15Х2МФА, в експериментах була використана схема ПТН з повним розвантаженням [5].

Попереднє термомеханічне навантаження всіх зразків здійснювали при температурі  $T_1 = 350^\circ\text{C}$  і  $\bar{K}_1 = \frac{K_1}{K_Q^{5\%}} = 0,85$  за методикою [6] (де  $K_1$  - максимальний КІН при термомеханічному навантаженні;  $K_Q^{5\%}$  - критичне значення КІН, визначеного за допомогою 5% січної на діаграмі руйнування при температурі  $350^\circ\text{C}$ ). Після чого зразок розвантажували, охолоджували до кімнатної температури. Згодом зразки перед випробуванням на в'язкість руйнування, наводнювали електролітичним способом [7]. Перед наводненням зразки хімічно знежирювали за температури  $80^\circ\text{C}$  впродовж 30 хв. у водному розчині і промивали в гарячій, а потім в холодній воді. Електролітичне наводнювання проводили у розчині сірчаної кислоти (рН0) за густини струму  $10\text{ А/дм}^2$  та температури  $25^\circ\text{C}$  впродовж 2 год. Згодом проводили електрохімічне нікелювання, яке є підкладкою для мідного покриття, протягом 30 хв. за температури  $35^\circ\text{C}$  і густини струму  $5\text{ А/дм}^2$ . Мідне покриття наносили для запобігання виходу з металу абсорбованого водню у водному розчині впродовж 30 хв. за температури  $25^\circ\text{C}$  і густини струму  $5\text{ А/дм}^2$ .

Зразки з тріщиною деформували розтягом (ПТН) і розтягом з одночасним накладанням низькоамплітудної циклічної складової (комбіноване ПТН) при  $\Delta K = 20\text{ МПа}\sqrt{\text{м}}$  і частоті  $f = 25\text{ Гц}$ .

Стандартні механічні властивості сталі 15Х2МФА після термообробки, яка моделює окрихчення матеріалу на середині терміну експлуатації реактора типу ВВЕР-440 за одновісного розтягу 5 мм циліндричних зразків наведені в табл. 1. Підвищення температури випробувань до  $350^\circ\text{C}$  дещо знижує характеристики міцності сталі.

Таблиця 1

| Т випробувань, $^\circ\text{C}$ | $\sigma_{0,2}$ , МПа | $\sigma_b$ , МПа | $\delta$ , % | $\psi$ , % |
|---------------------------------|----------------------|------------------|--------------|------------|
| 20                              | 900                  | 1000             | 15,8         | -          |
| 350                             | 790                  | 878              | 10,0         | 56,1       |

За величину в'язкості руйнування  $K_{1c}$  сталі 15Х2МФА при статичному навантаженні було взято значення отримане в [8] на зразках товщиною 25 мм.

Виявлено, що незалежно від режимів навантаження (ПТН чи комбіноване ПТН) на повітрі і в агресивному середовищі (електролітичний водень) в усіх випадках опір крихкому руйнуванню сталі корпусу реактора підвищувався у порівнянні із  $K_{1c}$ .

Встановлено, що за статичного ПТН електролітичне наводнювання знижує критичний КІН  $K_f$  сталі корпусу реактора у порівнянні із ненаводненим матеріалом. За комбінованого ПТН опір крихкому руйнуванню реакторної сталі збільшується як для ненаводненого так і для наводненого матеріалу. Отже електролітичне наводнювання за комбінованого ПТН дещо підвищує опір крихкому руйнуванню сталі корпусу реактора у порівнянні із комбінованим

ПТН ненаводненого матеріалу, що може бути пов'язане із розкидом його властивостей, однак залишається меншим у порівнянні із статичним ПТН ненаводненого матеріалу.

### Література

1. Мелехов Р.К., Похмурський В.І. Конструкційні матеріали енергетичного обладнання. Властивості і деградація. – К.: Наук. думка, 2003. – 384 с.
2. Радиационное повреждение стали корпусов водо-водяных реакторов / Под. общ. ред. И. В. Горынина. – М.: Энергоиздат, 1981. – 192 с.
3. Parkins R. N. Some electrochemical aspects of mechanisms of corrosion fatigue // Metal. Sci., 1979. – 13. - №7. – P. 381-386.
4. ГОСТ 25.506-85. Расчет и испытания на прочность. Методы механических испытаний металлов. Определение характеристик вязкости разрушения (трещиностойкости) при статическом нагружении – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 62 с.
5. Ясній П. В. Пластично деформовані матеріали: втомі і тріщинотривкість. – Львів: Світ, 1998. – 292 с.
6. Ясній П., Гуцайлюк В., Пшоняк П. Вплив комбінованого попереднього термомеханічного навантаження на опір крихкому руйнуванню теплостійкої сталі // Вісник ТДТУ, 2003. – Т.8. - №4.- С.5-12.
7. Цирульник О., Окіпний І. Вплив водню і пластичної деформації на напруження сколювання теплостійкої сталі // Вісник ТДТУ, 2006.— Т. 11. - № 1. - С. 5-11.
8. Ясній П.В., Подкозьїн В.Ю., Ковальчук Я.О. Деклараційний патент на винахід 23231А, F16L57/0 Спосіб підвищення стійкості елементу конструкції до поширення тріщин; Опубл. 19.05.1998; Бюл. № 4.

**Ігнатова Т.О.,**  
МТУ «Миколаївська політехніка»

### КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ПОСТІЗОМЕТРИЧНОЇ РЕЛАКСАЦІЇ

**Анотація.** Система постізометричної релаксації м'язів, яка передбачає попереднє проведення пасивного розтягнення м'яза до пружного бар'єру, поетапного двома фазами впливу на м'язи, виконуючи вольове м'язове скорочення, повну релаксацію і додаткові розтягування м'язів, з послідовністю дій під управлінням електронно-обчислювального комплексу. До проведення етапів двофазного впливу на м'язи в електронно-обчислювальному комплексі формують базу даних анамнезу і фізіологічних показників пацієнта, за допомогою програмних засобів електронно-обчислювального комплексу встановлюють і оцінюють параметричні значення показників і фази виконання наступних етапів двофазного впливу, причому відповідні рішення приймають і здійснюють завдяки графічному відображенню послідовності етапів та голосовому супроводженню початку і закінченню кожного етапу з акцентуванням уваги на важливих моментах для запобігання можливих помилок в техніці виконання релаксації.

Представлена корисна модель системи відноситься до медицини, а саме до мануальної терапії і торкається лікування неврологічних синдромів з подальшою їх профілактикою.

Відомий спосіб лікування міофасціального больового синдрому, що включає проведення аурикулярної електропунктури з наступною коригувальною мануальною терапією ураженого м'яза, після якої здійснюють вплив лазерним випромінюванням в частотно-модульованому режимі на міофасціальні больові пункти з одночасною дією на ці зони імпульсним магнітним полем [1,2], потім виконують постізометричну релаксацію (ПР) і завершують сеанс сегментарною та локальною магнітолазерною терапією [3].

До недоліків такого способу відносяться: необхідність врахування значної кількості факторів перед проведенням процедур фізіотерапії; наявність абсолютних та відносних

протипоказань до застосування електрорефлексо-та магнітотерапії; наявність кваліфікованих фізіо-і мануального терапевтів та спеціального медичного обладнання, а саме апаратів електрорефлексо-та магнітотерапії; відсутність комп'ютеризації виконуваних дій ППР.

Найбільш близьким рішенням до запропонованої системи є технічні рішення зі способу ППР при дегенеративній нестабільності поперекового відділу хребта, що включає пасивне розтягування і активне ізометричне скорочення м'язів [4], які оточують поперековий відділ хребта, шляхом послідовно повторюваних регламентуючих поворотів нижніх кінцівок пацієнта в положенні лежачи на жорсткій основі під кутом до його тулуба з використанням об'ємного напівжорсткого ортопедичного корсету, яким охоплюють поперековий відділ хребта і перед виконанням релаксації прикріплюють задню стінку корсету до жорсткої основи [5]. Цей спосіб, як найбільш близький за змістом до нашої розробки, має недолік, який полягає в тому, що ППР здійснюється при наявності кваліфікованого мануального терапевта і спеціального медичного виробу, а саме об'ємного напівжорсткого ортопедичного корсету, що ускладнює застосування даного способу, також відсутня комп'ютеризація виконання дій ППР.

З метою усунення проблем у відомих відмічених способах, нами пропонується система ППР м'язів, яка базується: на проведенні попереднього розтягнення м'яза до пружного бар'єру; поетапному впливі на м'язи, шляхом виконання вольового м'язового скорочення; повній релаксації і додатковому розтягуванні м'язів у розслабленому стані. Виконання вправ супроводжується особливою технікою дихання, заснованій на його затриманні. Запропонована система розрахована на самостійне виконання хворим. Послідовністю усіх дій управляє спеціально розроблений додаток для операційної системи Android. У додатку передбачені: опис і графічне відображення кожної вправи; зауваження щодо важливих особливостей техніки виконання вправи для запобігання можливих помилок; голосове супроводження початку і закінчення кожного етапу вправи; моніторинг частоти серцевих скорочень (ЧСС) і прогресу у вправах.

Пропонована система ППР реалізується наступними діями: виконується двофазний вплив на хворобливі м'язи з попереднім проведенням пасивного розтягування м'яза до пружного бар'єру, вольове м'язове скорочення протягом 6-10 сек з інтенсивністю близько 5-10% від максимально можливого, повна релаксація м'яза і додаткове його розтягування, також протягом 6-10 сек, після чого знову проводиться повна релаксація. В електронно-обчислювальному комплексі (ЕОК) формується база даних анамнезу і фізіологічних показників пацієнта. За допомогою програмних засобів ЕОК, встановлюються і оцінюються параметричні значення цих показників і фази виконання постізометричного впливу, забезпечуючи при цьому моніторинг у режимі реального часу.

Запропонована методика вирішує задачу самостійного лікування і подальшої профілактики певних неврологічних синдромів без наявності кваліфікованих спеціалістів у галузі медицини і використання будь-якого спеціального медичного обладнання і медичних виробів. Вправи підібрані таким чином, щоб здійснювати м'який та щадний вплив на опорно-руховий апарат хворого, уникаючи можливого негативного впливу від лікування. Застосування способу ППР при неврологічних синдромах, із використанням розробленого додатку для операційної системи Android, дозволяє контролювати увесь процес лікування і уникати можливих помилок у виконанні тої чи іншої постізометричної вправи.

### **Література**

1. Артемов В.Г. Миофасциальные релизинг техники. – М.: ООО «ЦИТвП», 2007. – 288 с.
2. Трэвелл Д.Г., Симонс Д.Г. Миофасциальные боли и дисфункции. Т. 1-2. – М.: Медицина, 2005. – 656 с.
3. Патент України № 66303. МПК: А61Н 39/08, А61Н 39/06; опубл. 15.04.2004.
4. Чикуров Ю.В. Мягкие мануальные техники. – М.: Триада-Х, 2011. – 176 с.
5. Патент України № 51283. МПК: А61В 10/00, А61В 6/02, G01N 24/00; опубл. 15.11.2002.

## **СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ДОСТУПУ ДЛЯ РОЗУМНОГО БУДИНКУ**

«Розумний будинок» - автоматична система управління будівлею. Побудова «розумного будинку» передбачає створення системи, яка забезпечує, комфорт при мінімальній затраті ресурсів. Така система за допомогою різноманітних датчиків і сенсорів виявляє та розпізнає конкретну ситуацію, після чого використовуючи наявні засоби реагує на неї. Тому створення систем контролю доступу для «розумних будинків» є актуальною задачею, адже побудова «розумного будинку» із застосуванням смарт технологій є одним із наступних етапів еволюції житла і побуту людини.

Грунтуючись на цьому система контролю доступу повинна гарантувати зручність у використанні та високий рівень захисту, використовуючи сучасні методи аутентифікації, такі як: перевірка відбитку пальця або сканування сітківки ока, які є унікальними для кожної людини. Також система має підтримувати загальну концепцію модульності розумного будинку, захищеності від зламу та несанкційованого доступу до приміщень та модулів «розумного будинку».

В даний час створено кілька варіантів таких систем. Однак, існує ряд робіт, в яких був проведений аналіз існуючих систем на захищеність. Результати аналізу показують, що системи «розумний будинок» мають низький ступінь захищеності. Одним з найважливіших аспектів цього питання є проблеми, що виникають при вивченні каналів передачі даних. Практика показала, що більшість існуючих рішень для побудови системи розумного будинку використовує нешифрований канал для передачі всіх керуючих сигналів, а також не здійснює перевірку відправника повідомлення. В якості основних засобів для з'єднання використовується типове Ethernet або Wi-Fi з'єднання. При цьому злоумисник може отримати доступ до основної мережі та виконувати роль другої довіреної особи для відправлення всіх команд на життєво важливі системи будинку.

Для вирішення цієї проблеми було прийнято рішення використовувати радіомодулі XBee, так як вони підтримують апаратне шифрування даних за стандартом AES 128.

Система складається з семи функціональних блоків. Управління та комутацію виконує плата Arduino, яка побудована на мікроконтролері atmega328.

На рисунку 1 наведено структурну схему системи контролю доступу для «розумного будинку».

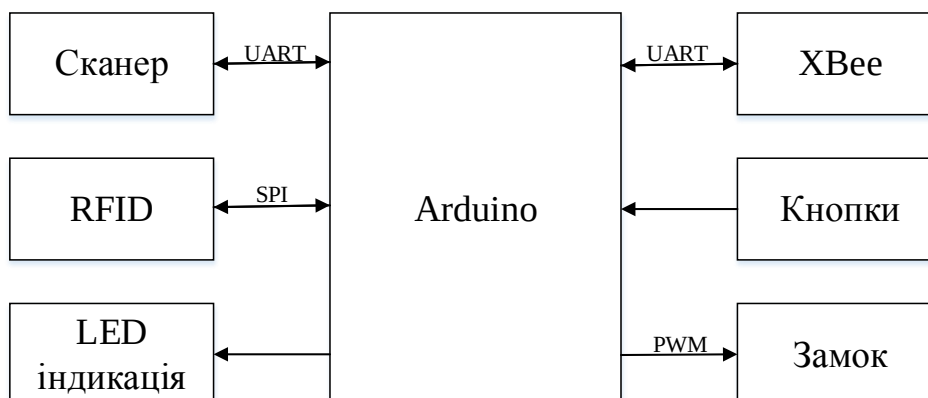


Рисунок 1 – Структурна схема системи контролю доступу для «розумного будинку»

Доступ здійснюється за допомогою біометричного сканера відбитків пальців або скритого сканера RFID та NFC міток.

Сам «розумний будинок» можна уявити, як комп'ютерну мережу з двома вузлами і вхідні та вихідні дані (запит-відповідь) між ними. У цьому випадку ми можемо припустити можливі класи мережевих вразливостей.

Для того, щоб виключити можливість виконання зловмисником ролі додаткової довіреної особи, захистити канали передачі даних і зв'язати межі неконтрольованої зони системи «розумний будинок», при цьому з огляду на специфіку використовуваних пристроїв, необхідно створити надійний і довірений канал між керуючим центром автоматизованої системи і пристроями автоматизації. Для цього передбачається розробка спеціального програмно-апаратного модуля, який дозволить прибрати основні недоліки в захисті розумного будинку і значно обмежити зловмисника в можливих негативних діях, як на окремі компоненти системи, так і на весь «розумний будинок» в цілому.

Розроблена системи реалізована у макеті і відповідає поставленим вимогам, використовуючи шифрований завадостійкий канал зв'язку та забезпечує надійну аутентифікацію людини. Подальшу роботу над удосконаленням конструкції доцільно спрямувати на відпрацювання алгоритму функціонування системи та створення замкнутої системи з центральним сервером.

**Карнаух О.О.,**  
*НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського»*

## **ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ШИЙКИ ВАЛА ПАРОВОЇ ТУРБІНИ**

Одним з методів зміцнення поверхневих шарів металу з одночасним утворенням на поверхні регулярних мікрорельєфів є метод вібраційного накатування, який базується на тонкому пластичному деформуванні поверхневих шарів і складному відносному переміщенні оброблюваної деталі і деформуючого елемента. За рахунок незалежного варіювання значень великої кількості параметрів режиму вібраційного накатування стає можливим утворення регулярних мікрорельєфів різних видів. При цьому практично необмежено змінюються і регулюються значення як стандартизованих, так і не стандартизованих геометричних параметрів якості поверхні.

Особливостями технологічного процесу є:

- незалежне регулювання кроку і висоти мікрорельєфу, що неможливо здійснити при різцевій і абразивній обробці;
- незалежне регулювання напрямку мікрорельєфу або виступів повністю нового мікрорельєфу;
- утворення мікрорельєфів з радіусами закруглень виступів і заглиблень, на один-два порядки більшими, ніж при відомих способах обробки, з малими кутами нахилу – похилими мікронерівностями, з малою довжиною ліній профілю;
- при цьому кількість виступів і заглиблень нерівностей на одиниці площі можна розраховувати і витримувати з великою точністю.

У зв'язку з цим на циліндричній поверхні шийки вала парової турбіни утворювали частково-регулярний мікрорельєф синусоїдального типу за допомогою вібраційного пристрою закріпленого на токарно-гвинторізальному верстаті. Пристрій кріпили в різцетримачі верстата. Деформуючим інструментом, за допомогою якого утворювали мікрорельєф, був штучний алмазний індентор з радіусом сфери  $R=1,5$  мм. Діаметр шийки 1000мм, твердість приповерхневого шару HRC61...64. Зусилля вдавлювання індентора в поверхню деталі 270Н. В зону обробки подавали мастильно-охолоджуючу рідину. Одним із найважливіших показників мікрорельєфу є відносна площа мікрорельєфу. Експериментальні дослідження показали, що оптимальним значенням, у випадку з геометричними параметрами мікрорельєфу: глибиною - 0,003мм, шириною – 0,28мм, висотою напливів – 0,0011мм, площею поперечного перетину – 0,0009мм<sup>2</sup> є відносна площа мікрорельєфу – 28%.



Результати проведених теоретико-експериментальних досліджень показали, що зносостійкість поверхні вала може підвищитись в 1,2 – 1,4 рази в порівнянні зі шліфованими поверхнями.

**Козакевич В.М.,**

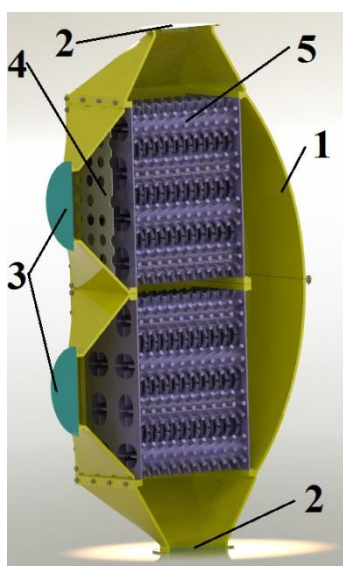
*Житомирський державний технологічний університет*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕХРЕСНОГО РЕКУПЕРАТИВНОГО ТЕПЛООБМІННИКА**

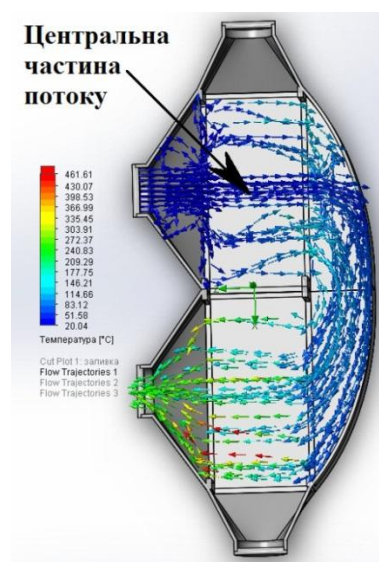
В даній роботі запропоновано використовувати теплогенератори на біомасі для сушіння каоліну в обертовому сушильному барабані (типорозмір барабана  $D=1.8$ ,  $L=10$  м). Початкова вологість каоліну становить 20%, кінцева 6%. Для уникнення забруднення каоліну продуктами горіння біомаси, пропонується використовувати голчастий теплообмінник-рекуператор перехресного типу для нагрівання повітря (приблизно до  $550^{\circ}\text{C}$ ) продуктами горіння біомаси.

З врахуванням розрахованої корисної витрати тепла на сушку (1560 кВт), тепловмісту сушильного агента вибрано теплогенератор фірми «ИНКА» марка ПОВ 1700 (теплова потужність 1700 кВт). На основі вказаних початкових даних здійснено моделювання та розрахунок голчастого рекуператора для підігріву повітря у кількості  $V_{\text{пов}} = 1350 \text{ м}^3/\text{год}$  до температури  $550^{\circ}\text{C}$ . Модель трубного перехресного голчастого рекуператора з розподільчою решіткою представлена на рис.1,а.

Результати моделювання теплообміну в розробленому рекуператорі в середовищі SolidWorks FlowSimulation показали, що вхідний потік повітря не рівномірно розподіляється по теплообмінних трубах (рис.1,б), більша частина потоку проходить через теплообмінні труби, котрі знаходяться в центрі. Тому, для підвищення ефективності теплообмінника, запропоновано встановити розподільну решітку (позиція 4, рис.1,а) для більш рівномірного розподілу вхідного потоку повітря по теплообмінних трубах.



а)



б)

Рисунок 1 – Голчастий перехресний рекуператор: 1- корпус рекуператора, 2 – кришки, на яких задаються умови та цілі дослідження для входу і виходу продуктів горіння, 3 – кришки, на яких задаються умови та цілі дослідження для входу і виходу повітря, 4 – решітчаста перегородка для перерозподілу вхідного потоку повітря, 5 – теплообмінні голчасті труби.

В цілому запропоновані заходи (встановлення решітки для більш рівномірного розподілу повітря по теплообмінних трубах) дозволяють підвищити теплову ефективність розробленого рекуператора на 7-12%.

**Колібабчук Е.І.,**  
*Вінницький національний технічний університет*

## **ПРОГРАМНИЙ ЗАСІБ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ АТАК НА ВІДМОВУ В ОБСЛУГОВУВАННІ**

**Анотація.** *Запропоновано класифікацію атак на відмову в обслуговуванні, розроблено програмний засіб для визначення атак на відмову в обслуговуванні відповідно до розробленої класифікації*

**Ключові слова:** хакерська атака, відмова в обслуговуванні, кібербезпека, DoS, інформаційна безпека.

**Abstract.** *The classification of denial-of-service attacks is proposed, software for detecting and determining attacks is developed (related to the proposed classification)*

**Keywords:** cyberattack, denial-of-service, cybersecurity, it security, DoS.

В даний час, важко собі уявити успішну компанію, яка не використовує для організації діловодства досягнення науки і техніки у сфері інформаційних технологій. На жаль, останнім часом все більшого поширення отримав цілий клас атак, спрямованих на відмову в обслуговуванні (DoS). Проблема виявлення і протидії DoS-атакам є актуальною і вимагає недорогих і ефективних рішень.

### **Результати дослідження**

Для полегшення виявлення та захисту від DoS-атак розроблено класифікацію за наступними критеріями.

За кількістю задіяних пристроїв (КЗП) – за цією ознакою атаки можна поділити власне на: прості DoS-атаки (1), групові DDoS-атаки (2) та масовані DDoS-атаки (3) – більше 100 пристроїв.

За приналежністю джерел атаки до зловмисника (ПДАЗ) атаки можна поділити на: добровільні атаки з машин зловмисників (1), атаки з використанням бот-мереж (2), атаки з використанням фізичних та віртуальних виділених серверів (3), атаки з використанням проміжних машин та засобів тунелювання (4) та атаки з використанням випадкових користувачів (5). Атаки з використанням бот-мереж можна поділити на атаки з використанням заражених серверів (2.1), атаки з використанням заражених домашніх комп'ютерів (2.2) та атаки з використанням заражених мобільних пристроїв (2.3). За складом машин-джерел атаки DoS-атаки (СДА) можна поділити на статичні (1), динамічні з керуванням (2) та динамічні без керування (3). За засобом керування (ЗК) атаки можна поділити на: ручні (1), керовані (2) та автоматичні (3).

За типом вразливості атаки (ТВ) можна поділити на семантичні (1) – використання особливостей конкретного протоколу або сервісу та flood (2) – спроби «тупого» перевантаження за допомогою величезної кількості або розміру пакетів.

За коректністю адреси джерела (КАД) атаки можна поділити на: атаки з вказуванням коректного джерела (1), атаки з вказуванням підробленого джерела (2) та реверс-атаки (3) (amplification attack).

За динамікою потужності (ДП) можуть бути поділені на: атаки з постійною потужністю (1), атаки з випадковою змінною потужністю (2), атаки з визначеною змінною

потужністю (3), атаки з потужністю, що коливається (4) та атаки з потужністю, що збільшується (5).

За рівнем реалізації (PP) поділити на атаки на фізичному рівні (1), атаки на каналному рівні (2) – атака на рівні фізичної адресації та кадрів, атаки на мережному рівні (3), атаки на транспортному рівні (4), атаки на рівні сегментів та дейтаграм (5), атаки на сеансовому рівні (6), атаки на прикладному рівні (7) та атаки на рівні сервісів (8).

За впливом на жертву (ВЖ) атаки можна поділити на атаки, що блокує доступ (1) – результатом є блокування з'єднань сервісу з клієнтами, атаки, що збільшує споживання ресурсів (2) – не блокує доступ повністю, а лише значно збільшує споживання ресурсів, атаки, що призводить до руйнування (3) – наслідком атаки є руйнування компонентів системи – втрачання даних внаслідок переповнення жорсткого диску, перегрівання та вихід з ладу обладнання.

Відповідно до наведеної класифікації було розроблено програмний засіб, який за допомогою вхідного потоку трафіку дозволяє фахівцю визначити певний тип атаки. Було протестовано декілька атак, таких як SYN Flood, Slowloris та SSL DOS (рис. 1).

Для атаки SYN Flood можна побачити стрімке зростання кількості пакетів {ДП4, КЗПЗ, ТВ2, КАД2, ВЖ1} та збільшення співвідношення кількості SYN пакетів до кількості SYN+ACK-пакетів, Slowloris може бути виявлена за зростанням кількості TCP-пакетів {ДП4, ВЖ1, ЗК2, ТВ1, ПДА1}, помітно зростає кількість втрат SYN+ACK-пакетів через деякий час.

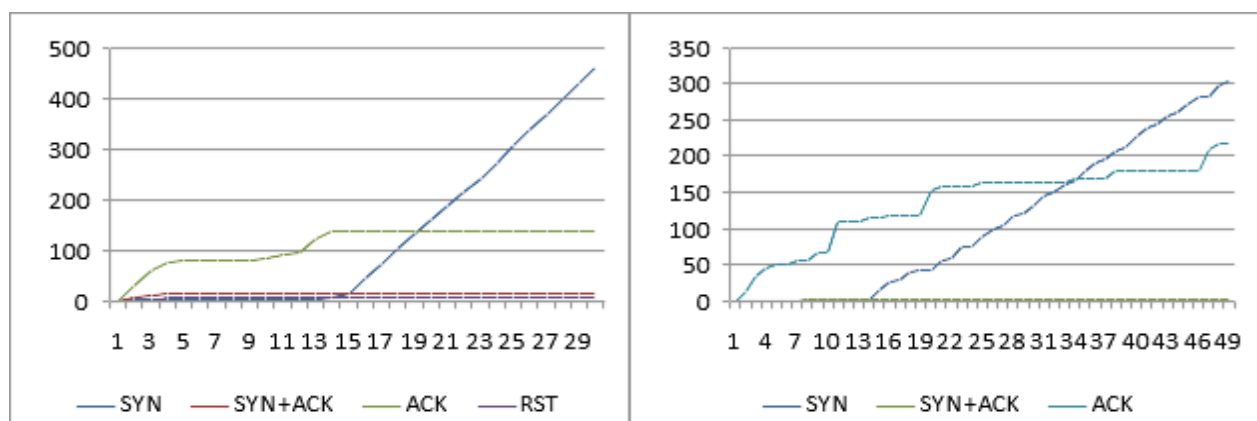


Рисунок 1 - Результати моніторингу атак типу TCP SYN Flood та Slowloris

## Висновки

Запропоновано класифікацію атак на відмову в обслуговуванні та розроблено програмний засіб, який дозволяє здійснювати моніторинг пакетів мережевого трафіку та на його основі дозволяє визначати наявність та тип атаки відповідно до запропонованої класифікації.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Voytovych O.P. Denial-of-service attack research / O.P. Voytovych, E.I. Kolibabchuk// Матеріали статей Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології та комп'ютерне моделювання» м. Івано-Франківськ - Яремче, 23-28 травня 2016 року. - Івано-Франківськ: ФОП Супрун В. П., 2016. – С.111-112.
2. Voytovych O.P. Denial-of- Service attacks investigation / O.P. Voytovych, E.I. Kolibabchuk, L.M. Kupershtain// Вісник ХНУ : серія Технічні науки. - №3. -2016. - С. 129-133.
3. Mirkovic J. A taxonomy of DDoS attack and DDoS defense mechanisms/ J. Mirkovic, P. Reiher // ACM SIGCOMM Computer Communication. – 2004.

4. Sah J.J. Impact of DDOS attacks on cloud environment / J.J. Sah, D.J. Malik // IJRCCT. – 2013.
5. Yu J. A detection and offense mechanism to defend against application layer DDOS attacks / J. Yu, Z. Li, H. Chen, X. Chen // Networking and Services. – 2007.

**Коновалов М.В.**

*Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»*

## **ГРАФІЧНИЙ СКІНЧЕННОЕЛЕМЕНТНИЙ ПРЕПРОЦЕСОР**

Робота присвячена опису розробленого спеціалізованого препроцесору для розв'язання задач механіки у випадку великих деформацій методом скінченних елементів. Одним з поширених підходів в цьому випадку є застосування узагальненого методу Лагранжу-Ейлера (ALE), згідно якому, скінченноелементна сітка залишається нерухомою впродовж всього процесу деформування, а матеріал тіла, що деформується «тече» крізь неї. Для використання цього підходу застосовують методику, що потребує створення у скінченноелементних сітках двох зон - одна з яких містить «матеріальні» елементи, а інша – «повітряні». Останні приймають матеріальні точки при деформуванні. Для проектування та розробки застосовано об'єктно-орієнтовану методологію.

Завданням, яке вирішується у роботі, є підготовка двох- та трьохвимірних моделей, які є потрібними при застосуванні в розрахунках методом скінченних елементів у випадку великих деформацій. Базова програма розбиває плоский багатокутник на трикутні елементи, після цього, у випадку необхідності моделювання трьохвимірних призматичних об'єктів вони створюються шляхом розбиття трикутників на чотириохкутники та продовження шарів елементів на необхідну глибину.

Розглянемо алгоритм роботи програми створення двовимірної сітки з двома типами елементів. Базовим структурним блоком для алгоритму є прямокутник, з яких користувач конструює фігуру. Задаються координати вузлів та необхідна кількість повітряних вузлів для кожної із сторін. Такі дії проводяться для всіх прямокутників. Далі додаються необхідні трикутні фрагменти з подібними ж початковими даними.

Розбиття формується шляхом об'єднання складових сіток, що утворені на базі прямокутників та трикутників, з яких зібрано фігуру. Алгоритм наведено для базових прямокутників, які розбиваються згідно з заданими користувачем при їх створенні параметрами (кількість вузлів, крок сітки) за наступною схемою: 1) створюються вузли майбутньої сітки; 2) перші два елементи першого рядка та два елементи другого умовно об'єднуються у прямокутник, який розділяється діагоналлю з верхнього лівого кута у правий нижній. 3) утворені діагоналлю трикутники (елементи) додаються до сітки; 4) виконуються зсув ліворуч на один вузол; 5) повторюються кроки 2-3 для відповідних вузлів. При досягненні кінця рядку відбувається перехід до першого вузла наступного рядку.

Побудовані таким чином сітки переносяться на полотно цільової сітки за винятком вузлів (та елементів, що на них побудовано), розташованих у граничних зонах. Гранична зона — лінія крайніх нижніх чи правих вузлів сітки прямокутника, при умові, що той має сусіда (відповідно) знизу чи праворуч. Слід зауважити, що крайні верхні чи ліві вузли прямокутника, що має сусіда згори чи ліворуч, не вважаються присутніми у граничній зоні цього прямокутника і переносяться на даному етапі. Одночасно, з точки зору сусіднього згори/зліва прямокутника вони належать його граничній зоні і він їх не переносить на полотно цільової сітки. Це пов'язано з необхідністю уникання дублювання спільних вузлів. Після того, як перенос вузлів завершено, починається обробка граничних зон. До обробки беруться перші два вузли однієї сторони і перші два вузли сусідньої та на них формуються

трикутники сітки. У випадку, коли сусідній прямокутник не має відповідного вузла, той спершу генерується і його так само використовують для генерації сітки.

Отримані координати вузлів та матриці індексів (перелік номерів вузлів у кожному елементі сітки) записуються у текстовий файл. Програмний додаток RD написано на мові програмування Python (v3.5) з графічним інтерфейсом, побудованим на фреймворку Qt (v5.3) [1]. Віджети робочого та допоміжних вікон створено за допомогою його інструменту Qt Designer. За посередництва між Qt та Python відповідає бібліотека PyQt (v5.3).

Програма має три ієрархічні рівні. На верхньому зосереджено всю GUI-логіку, обробка натискань клавіш клавіатури чи миші, графічне представлення фігури та сітки розбиття. Другим є абстракція фігури, що відповідає за наступні операції: компонування фігури з прямокутників; редагування фігури; управління робочим простором (розміщення позиціонування «камери», масштаб зображення); підготовка даних для малювання на верхньому рівні; основний алгоритм розбиття та збереження розбиття. Третій рівень: представлення прямокутника, розбиття (без граничних зон), відображення прямокутника.

Інтерфейс побудовано на базі Qt — крос-платформового інструментарію розробки програмного забезпечення, з використанням «обгортки» для мови Python — PyQt. Розроблений інтерфейс виконано у конструкторі Qt Designer і збережено у XML-сумісному форматі інструменту, вікна програми ініціалізуються ними при її завантаженні.

Розглянуто всі етапи роботи програмного додатку RD з необхідними демонстраціями стану віконного інтерфейсу. Наведено приклади створення областей складної геометрії з різної кількості початкових базових елементів та їхнього взаємного розташування у фігурі. Проаналізовано функціональність створених модулів при завданні різної кількості додаткових «повітряних» областей.

#### **Список літератури:**

1. Бреславський Д.В. Препроцесорні програми для підготовки скінченноелементних сіток у випадку великих деформацій / Д.В. Бреславський, М.В. Коновалов, О.А. Татарінова // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Динаміка і міцність машин. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – № 46 (1218). – С. 16-20.

**Кренцін М.Д.,**

*Вінницький національний технічний університет*

### **ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ДІАГНОСТУВАННІ ІНСУЛЬТІВ**

**Анотація.** В роботі розроблено нейронну експертну систему підтримки прийняття рішень для діагностування інсультів. За допомогою програми можна швидко та з високою точністю встановити хворому попередній та заключний діагнози, отримати план обстеження та лікування, роздрукувати дані про хворого, аналізувати накопичені статистичні дані хворих та здійснювати параметризований пошук по базі хворих. Програмний продукт розроблено з використанням програмних засобів Borland C++ Builder 6.0, MATLAB 2014, MS Excel, MS Access.

**Ключові слова:** експертна система, діагностика інсультів, попередній діагноз, заключний діагноз.

**Abstract.** There was developed neural expert system for stroke diagnosing in the work. With this program you can quickly and accurately set to the patient preliminary and final diagnoses, get examination and treatment plans, print data of patient, analyze statistics data and perform parameterized search for patients. The software was developed using software Borland C++ Builder 6.0, MATLAB 2014, MS Excel, MS Access.

**Keywords:** expert system, diagnosis of stroke, previous diagnosis, final diagnosis.

*Актуальність теми.* Застосування комп'ютера підвищує продуктивність та якість виконання роботи у будь-якій сфері діяльності. Медицина в цьому плані не є винятком. Проте в багатьох лікувально-діагностичних технологіях можливості сучасних комп'ютерів мало використовуються. Насамперед, це диференціальна діагностика, призначення лікувальних заходів, прогнозування протікання захворювання і його завершення. Визначаючи діагноз чи курс лікування, лікар опирається на знання – свої власні та колег. Дуже важливим є обґрунтування рішення, особливо якщо воно приймається консиліумом лікарів.

Одним із серйозних захворювань сьогодення, яким хворіють у наш час не тільки літні люди, є інсульт. Але йому можна запобігти, якщо терміново викликати "швидку" і хворий буде госпіталізований. Його діагностування є досить складним процесом, при якому треба враховувати багато параметрів (симптомів, аналізів, супутніх хвороб), а тому є вірогідність помилки при встановленні вірного діагнозу [1]. Щороку в Україні стається більше 111 тисяч нових випадків інсульту, у світі - 16 млн. інсультів, третина усіх інсультів - у країнах із середнім або низьким рівнями прибутку. 10% населення помирає внаслідок мозкового інсульту, люди, які залишилися живими після інсульту, стають інвалідами, 30% потребують сторонньої допомоги. Інсульти - дуже актуальна медико-соціальна проблема.

На сьогоднішній день, залишається вкрай актуальною задача підвищення швидкості та точності діагностування інсультів, адже на практиці доля лікарських помилок при встановленні попереднього діагнозу у молодих лікарів та інтернів становить 20-45%. Тому тематика даного дослідження щодо застосування інтелектуальних технологій [2] у діагностиці інсультів є актуальною.

*Мета та задачі дослідження.* Метою роботи є зменшення тривалості та підвищення точності діагностування інсультів за рахунок використання інтелектуальних технологій.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішуються такі *завдання*: ідентифікація проблеми діагностування інсультів; здобуття знань для розробки нейронної експертної системи; розробка архітектури нейронної мережі; моделювання нейронної мережі; розробка архітектури нейронної експертної системи; розробка програмних модулів нейронної експертної системи; оцінка ефективності функціонування нейронної експертної системи.

*Об'єктом дослідження* є процес діагностування інсультів.

*Предметом дослідження* є інтелектуальні технології у діагностуванні інсультів.

*Методи дослідження.* Для реалізації поставлених задач були використані методи теорії штучного інтелекту для проектування нейронної мережі, для формування та обробки баз знань експертної системи; статистичні методи для підготовки вхідної та вихідної інформації для моделювання нейронної мережі, методи проектування програмного забезпечення для розробки та верифікації експертної системи.

*Наукова новизна одержаних результатів:* запропоновано підхід для побудови інтелектуальної системи для діагностування інсультів, який полягає в комплексному використанні нейронної мережі для встановлення багатопараметричного попереднього діагнозу захворювання щодо локалізації інсульту та продукційних правил для встановлення заключного діагнозу захворювання щодо типу інсульту.

*Практичне значення одержаних результатів:*

– розроблено експертну систему для диференційного діагностування інсультів на основі технологій штучних нейронних мереж (рис. 1), ефект від якої полягає в автоматизації підтримки прийняття складних діагностичних рішень, що дозволяє оперативно та з високою точністю встановлювати правильні діагнози і, відповідно, вчасно призначати необхідне лікування;

– використання нейронної експертної системи дозволяє вести облік та контролювати процес лікування хворих у стаціонарі лікарні та при необхідності корегувати лікування;

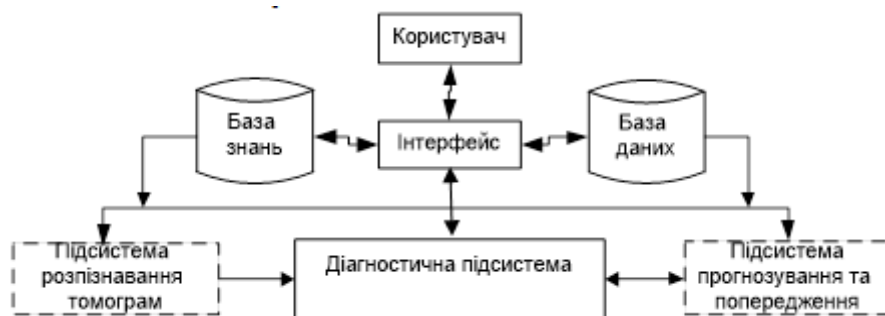


Рисунок 1 – Узагальнена архітектура експертної системи для діагностування інсультів

– розроблена нейронна експертна система дозволяє зменшити тривалість діагностування інсультів на 45%, точність встановлення попереднього діагнозу збільшується на 10-35%. Точність заключного діагнозу становить 100%.

### Висновки

Використання розробленої нейронної експертної системи є ефективним способом інтелектуальної підтримки лікаря в умовах неврологічного або інсультного відділення багатопрофільної лікарні та дозволяє проводити навчання молодих спеціалістів в процесі повсякденної лікарської діяльності.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Разные типы инсультов и их признаки [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://sosudy.pro/dostupno-ob-insulte/diagnostika-insulta/86-osnovnye-simptomy-insulta>
2. Медицинские экспертные системы: что это такое? [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.kv.by/content/325186-meditsinskie-ekspertnye-sistemy-cto-eto-takoe>

**Кривий Д.В.,**

*Вінницький національний технічний університет*

### ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС CCLIPSE ДЛЯ РЕАБІЛІТАЦІЇ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ПАЦІЄНТІВ З НАБУТИМИ ОБМЕЖЕННЯМИ ПО РУХУ

**Анотація.** *Проект CClipse – програмно-апаратний комплекс, що орієнтований на людей з серцево-судинними захворюваннями та хворих, що прикуті до ліжка внаслідок травм хребта, інсульту, інфаркту тощо.*

**Ключові слова:** натільні гаджети, системи моніторингу стану серцево-судинної системи, виконуючі механізми, пристрої аналізу стану здоров'я, embedded devices, IAR embedded workbench, XCode, C language programming, IOS, сенсори руху, ARM core, Bluetooth, BLE, RF, серводвигуни, операційні системи реального часу.

Проблеми лікування і реабілітації патологій, що викликають параліч чи призводять до лежачого стану хворого є доволі актуальними на сьогодні. Навіть найздоровіші та натреновані люди не застраховані від важких набутих чи пов'язаних із травмою/пораненням недуг, що можуть призвести до втрати рухливості, а шалений ритм життя та травматизм постійно збільшують кількість постраждалих. Також слід зазначити, що кількість травм хребта постійно зростає. Переважаючий вік травмованих – 20-55 років. А відповідно до невтішних статистичних показників, за останні 2 роки травмування хребта у дітей зросла у 1,5 рази. Проблемаю також є те, що молоді та здорові люди, які отримали травму хребта в



умовах гіподинамії, одержують супутні хвороби органів дихання і серцево-судинної системи. Особливо турбує той факт, що хвороби системи кровообігу лідирують у структурі первинної інвалідності дорослого населення України. Протягом останніх 20 років рівень смертності дорослого населення від хвороб системи кровообігу в Україні зріс удвічі. Варто також зазначити, що сьогодні захворювання серцево-судинної системи є найчастішою причиною смертності у всьому світі в цілому. За оцінками експертів, за останні 20 років рівень цього захворювання виріс більше ніж на 20%.

**Об'єкт дослідження:** програмно-апаратні засоби покращення стану хворих з обмеженою рухливістю і супутніми серцево-судинними розладами [5].

**Предмет дослідження:** використання сучасних мініатюрних мікроконтролерів, розгалуженої структури програм [4], безпроводних технологій та механічних роботизованих засобів.

**Мета дослідження:** розробка та створення прототипу програмно-апаратного комплексу для покращення стану здоров'я хворих та їх ефективного лікування, скорочення терміну реабілітації, комунікації між хворим та світом та перевірка його ефективності.

### Результати дослідження

На рисунку 1 зображено функціональну схему комплексу. Основою проекту є наручна пов'язка, яка завдяки надсучасному SOC контролеру [8], спеціальним методам вимірювання [3] та сенсорам [1,2] виконує моніторинг стану серцево-судинної системи та зберігає його параметри у внутрішню енергонезалежну пам'ять. Якщо присутнє Bluetooth з'єднання, то дані безпосередньо транслюються на смартфон, де в подальшому опрацьовуються та відображаються у зрозумілій для людини формі. Також пов'язка дешифрує рухи тієї частини тіла, де вона закріплена в команди керування механічною рукою. У разі присутності, надсилає їх на виконавчий механізм (механічну руку) [7], що має вигляд і функції кінцівки людини, закріплений статично неподалік. Окрім цього, використовуючи вбудований дисплей, людина може бачити результати вимірювання у вигляді діаграми та цифрових величин і контролювати параметри виміру з телефону або з вбудованих кнопок.

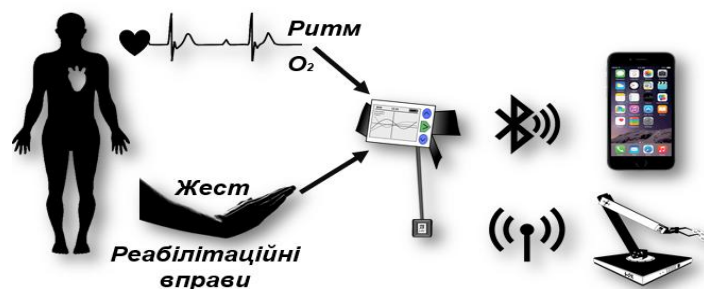


Рисунок 1 – Функціональна схема комплексу

Для апробації результатів та основних гіпотез було створено діючі моделі, написано програмне забезпечення на контролери та створено iOS додаток. Переваги поданого комплексу полягають у застосуванні найсучасніших комплектуючих, що дозволило зменшити габарити, ціну і суттєво збільшити функціональність. А інтуїтивне управління та зрозумілий інтерфейс дають можливість використовувати пристрої хворим людям із обмеженою діяльністю мозку.

### Висновки.

Таким чином, було створено систему, що може застосовуватися для визначення порушень функціонування серцево-судинної системи, пришвидшити термін реабілітації



лежачих хворих, що мають важкі травми хребта та їх самообслуговування і стимуляції мозкової активності при розробці нерухомих кінцівок.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Нелінійні спотворення двотактних підсилювачів постійного струму з вибіркоким зворотним зв'язком / О.Д. Азаров, Л.В. Крупельницький, М.Ю. Теплицький// Вісник вінницького політехнічного інституту – Вінниця, ВНТУ, 2014 – №4. - С.79-87.
2. Цифрова обробка сигналів. Лабораторний практикум / Л.В. Крупельницький, М.А. Очкуров// Електронна версія посібника. – Вінниця, ВНТУ. - 2012.
3. Семеренко В. П. Програмування мовами С та С++ в середовищі Windows: навчальний посібник — Вінниця: Універсум, 2003. — 128 с.
4. Barr M. Programming Embedded Systems in C and C++. America: O'Reilly, 2007.
5. Heath S. Embedded systems design. EDN series for design engineers (2 ed.). Newnes, 2003. - P. 11–12. ISBN 9780750655460.
6. <http://books.google.com/books?id=BjNZXwH7HlkC>.
7. <http://www.seattlerobotics.org/encoder/sep07/basics.html>.
8. Furber S., Stephen B. ARM system-on-chip architecture, Addison-Wesley, 2008.

**Крутеус Ю.А.,**

*МТУ «Миколаївська політехніка»*

### АВТОМАТИЗОВАНА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ ТА АНАЛІЗУ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

***Анотація.** Автоматизована інформаційна система управління навчальною діяльністю яка забезпечує виконання контролю зі збором статистичних даних про навчання, перевірку знань при обробці даних про навчання, виявлення оцінок і проведення аналізу результатів навчальної діяльності студентів з встановленням динаміки зміни знань.*

Успішність навчальної діяльності студентів у ВНЗ важлива, оскільки вона зумовлює успішність їх подальшої професійної діяльності. У даний час на ринку інформаційних систем існує безліч розробок, які використовуються для автоматизації економічних і управлінських процесів у ВНЗ. Це окремі програмні рішення фірм «ІС», «Галактика», «Парус», «Політек-софт», «Direct IT», авторські розробки індивідуальних приватних підприємств, співробітників відділів інформаційних технологій ВНЗ тощо

Прикладом автоматизованої системи підтримки знань (АСПЗ) є система «OpenTEST», розробник: Харківський національний університет радіоелектроніки, створена для очного підсумкового контролю якості засвоєння теоретичного матеріалу, набутих знань і практичних навичок студентів [1]. Вона містить загальні функції системи тестування але не дозволяє виконувати аналіз результатів контролю.

Функціонал, який відповідає вимогам проектованої системи, частково реалізовано в системі дистанційного навчання стандарту SCORM Д.О. Улянова [2]. Дана система є системою адаптивного тестування, яка дозволяє обирати питання максимально наближені до параметрів оцінки можливостей опитуваного. Проте дана система не передбачає виконання аналізу процесів отримання/втрати знань, діагностування якості організації навчального процесу за дисциплінами, оскільки в ній не приділяється належної уваги питанням математичного моделювання процесів отримання та втрати знань.

На відміну від існуючих систем у пропонованій при виконанні контролю формують масив результатів успішності, перевірку знань студентів проводять на основі процедури класифікації студентів за чотирма групами з використанням методу послідовного аналізу для чотирьох станів навченості «високий», «достатній», «середній», «початковий», обробку

даних про навчання студентів проводять із застосуванням безперервної марківської моделі з чотирма станами навченості та кусково-постійними інтенсивностями отримання і втрати знань, визначають індекс якості навчання шляхом визначення ймовірностей перебування студентів у заданих станах навченості на будь-якому часовому проміжку курсу вивчення.

Запропоновано ядро системи управління навчальним процесом (НП), до складу якого входять обчислювальні технології ППР під час контролю знань на основі послідовного аналізу відповідей об'єктів навчання та моделювання процесу навчання на основі рішення системи диференціальних рівнянь Колмогорова-Чепмена з коефіцієнтами, які залежать від часу (1). АІС перевірки знань та аналізу результатів навчальної діяльності складається з підсистеми конфігурування, клієнтської, серверної частини та бази даних.

Процес навчання формалізовано у вигляді графа переходів учасників навчального процесу із одного стану навченості в інший на інтервалі часу  $(t, t + \Delta t)$  (рис. 1). Стани системи відповідають рівням засвоєння навчального матеріалу: 0 – «початковий» (F, FX – для системи ECTS або «2» для п'ятибальної системи оцінки знань); 1 – «середній» (DE або «3»); 2 – «достатній» (BC або «4»); 3 – «високий» (A або «5»). Дана модель характеризується наступними параметрами:  $P_k(t)$  – ймовірність перебування учасників НП у відповідному стані  $k$ ,  $k = \overline{0, n-1}$ , де  $n = 4$  – кількість станів системи;  $\lambda_{k,j}(t), \lambda_{i,k}(t)$  – функції інтенсивностей переходів між станами,  $i, j = \overline{0, n-1}, k \neq j, i \neq k$ ;  $t$  – час вивчення дисципліни; початкові умови  $P_k(0) = N_k(0)/N$ ,  $k = \overline{0, n-1}$ , значення яких визначається шляхом попередньої оцінки залишкового рівня знань учасників НП з базового предмету досліджуваної дисципліни, де  $N_k(0)$  – кількість студентів, які відносяться до відповідного класу навченості;  $N$  – загальна кількість студентів.

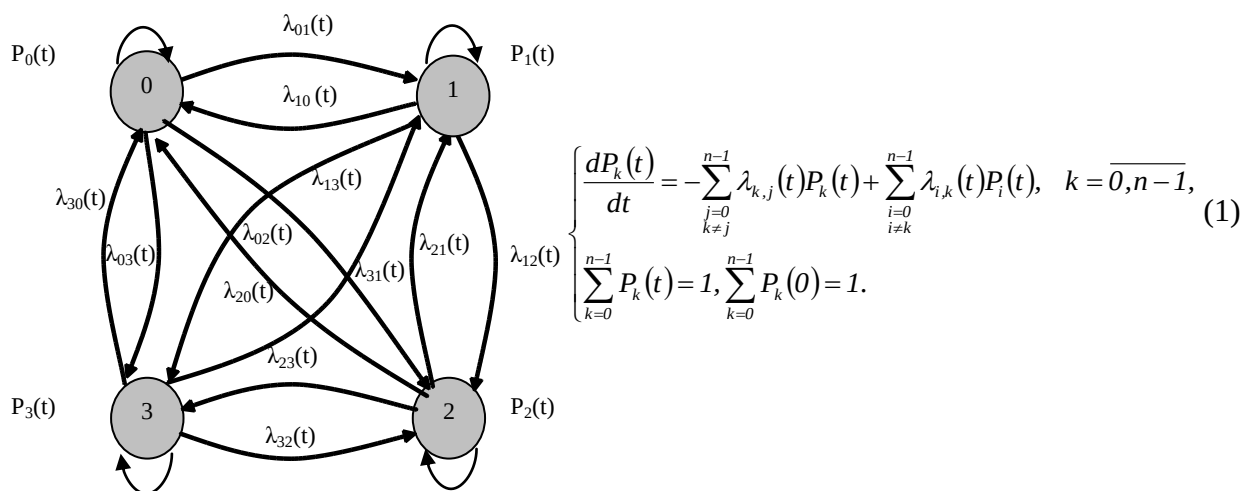


Рисунок 1 – Марківська модель управління навчальним процесом

Систему «ManageEdu 1.0» реалізовано на мові Object Pascal у середовищі Borland Delphi 7.0. В основу розробки покладено об'єктно-орієнтований підхід та модульний принцип, що дозволяє зменшити ресурси на створення нових підсистем, а також забезпечує їх адаптацію до нових умов функціонування. Програмний комплекс складається з наступних компонентів: серверна частина - ManageEdu\_Server.exe; адміністративна частина - Administrator.exe; клієнтська частина ManageEdu\_Client.exe.

Функціональні можливості системи «ManageEdu 1.0»: введення, редагування, збереження відомостей про студентів, викладачів; формування бази даних тестових питань, варіантів відповідей, а також предметів та тем; проведення процесу перевірки знань з використанням стандартної (перевірка всіх завдань) або запропонованої процедури

контролю знань; збереження й аналіз результатів тестування шляхом оцінки ймовірностей перебування учасників навчального процесу в заданих станах навченості.

Мінімальні вимоги до апаратного та програмного забезпечення для функціонування системи як на стороні сервера так і на стороні клієнта: центральний процесор Intel Pentium III з тактовою частотою 1000 MHz; 70 Мб дискового простору; 512 Мб оперативної пам'яті, монітор з роздільною здатністю 1024x768 пікселів; операційна система Windows XP.

Таким чином, розроблена клієнт-серверна система «ManageEdu 1.0» для перевірки знань та аналізу результатів навчальної діяльності дозволяє як якісно, так і кількісно виконувати аналіз процесів отримання/втрати знань, діагностувати якість організації навчального процесу за дисциплінами, здійснювати підготовку даних для прийняття корекційних рішень, спрямованих на підвищення рівня навченості об'єктів навчання.

#### Список літератури:

1. OpenTEST System: The System of Computer Testing Knowleges. – Режим доступу : <http://www.opentest.com.ua>.

2. Ульянов Д.А. Марковская модель адаптивного тестирования и ее программная реализация в условиях дистанционного обучения: дис. ... канд. техн. наук : 05.13.18 / Ульянов Дмитрий Александрович. – Иркутск, 2005. – 119 с.

Лановий Р.О.,

Вінницький національний технічний університет

### МІКРОПРОЦЕСОРНИЙ МОДУЛЬ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ГЛИБИНИ ОБРОБКИ ҐРУНТУ “CRAFT SCANNER”

**Анотація.** Розглядаються сучасні технології для сканування, вимірювання та автоматичного регулювання глибини обробки ґрунту. Дана система є універсальною і може бути встановлена на сучасну сільськогосподарську техніку будь-якого типу.

**Ключові слова:** мікропроцесор; керуючий модуль; ультразвукові сенсори; соленоїд; гідравлічний циліндр.

**Abstract.** The modern technology is used to scan, measurement and automatic control of the depth of tillage. This system is universal and can be installed in agricultural-equipment of any type.

**Keywords:** microprocessor; managing module; ultrasonic sensors; solenoid; hydraulic cylinder.

Велика кількість агро-холдингів, великих, дрібних та приватних фермерів зіткнулись із такою проблемою, як погана схожість зернових культур. Причиною даної проблеми є недотримання вимог технологій, складність контролю обробки ґрунту, відсутність пристроїв регулювання. Ще однією проблемою є неправомірна економія палива за рахунок зниження навантажень на агрегати та недотримання технологічної глибини обробки ґрунту. Рішення проблеми - створення мікропроцесорного модуля «Craft Scanner» – дистанційно-керованого пристрою, який вимірює та автоматично регулює глибину обробки ґрунту. Пристрій працює в режимі реального часу, зберігає і надсилає інформацію про те, на якій глибині здійснюється обробка.

Система контролю глибини обробки землі в режимі реального часу характеризується такими суттєвими ознаками:

- система сповіщення про недотримання технології;
- автоматичне регулювання глибини;
- мінімальні похибки при зміні профілю і ґрунту;
- можливість установки на будь-яку техніку.

### Опис проекту

Всі механізми та сенсори керуються за допомогою розробленого модуля із драйверами, головним компонентом якого є мікроконтролер. В розробці застосований безпроводний інтерфейс моніторингу та управління для обміну даними між керуючим і вимірювальними пристроями. Пристрій керування встановлюється в кабіні трактора та під'єднується до електричних кіл керування гідравлічною системою сільськогосподарського агрегату. Вимірювальний пристрій із сенсорами встановлюється на рамі обладнання та на гідравлічних циліндрах. Вмонтований модуль із сенсорами вимірює глибину обробки і автоматично регулює її під задану. Достатньо лише вказати бажану глибину і всі механізми будуть відслідковувати її, незалежно від зміни рельєфу. Ультразвукові сенсори, що використовуються для вимірювання глибини обробки ґрунту, монтуються на гідравлічних циліндрах, інші датчики монтуються на рамі для точного вимірювання глибини обробки. Бажана глибина задається керуючому пристрою, встановленому в кабіні трактора. Якщо глибина змінилась від заданої, то сигнал подається з вимірювального пристрою на керуючий, після чого приводяться в дію певні виконавчі механізми для відновлення заданої глибини. Перед початком роботи потрібно проводити калібрування сенсорів для подальшої коректної роботи в конкретних умовах.



Рисунок 1 - Принцип роботи системи регулювання глибини обробки ґрунту [1].

### Технічні параметри

Типи ґрунтів, що обробляються: сірі лісові, темно-сірі опідзолені, опідзолені чорноземи, типові чорноземи, звичайні чорноземи, південні чорноземи. Діапазон регулювання глибини обробки ґрунту – від 0 до 500 мм, уточняється залежно від типу навісного чи причіпного обладнання та коефіцієнту передачі руху штока циліндра на робочий орган. Точність підтримки глибини обробки ґрунту в діапазоні регулювання – 20 мм (для чорнозему). Довжина підйомів або впадин, при яких виконується зміна регулювання обробки (оранки, глибокого рихлення) ґрунту (при швидкості 10-12 км/год.) – від 200 мм.

Для вимірювання глибини обробки ґрунту при роботі з однією робочою секцією регулювання агрегату потрібно 2 сенсори. Крім того, необхідно встановити сенсор на гідравлічний циліндр, який відповідає за підйом цього обладнання. Передбачена можливість роботи з «оборотними» плугами. Тому є потреба у встановленні другої пари додаткових сенсорів з протилежної сторони та їх автоматичного перемикавання.

Проведені технічні параметри повинні забезпечувати при таких умовах експлуатації:

- діапазон робочих температур від -10 до +50 °С;
- швидкість руху трактора з обладнанням - від 0 до 30 км/год;
- відсутність сильних атмосферних опадів.

Розробка програмного забезпечення (ПЗ) під вимірювальний пристрій зводиться до створення програми, яка буде керувати сенсорами і передавати дані на керуючий пристрій для моніторингу та управління (бортовий комп'ютер або мобільний пристрій). При розробці ПЗ передбачено також створення сервера для синхронізації даних – створення серверної програми для отримання та передачі даних з пристроїв моніторингу.

### Висновки

Встановлено, що використання даних технологій не тільки допоможе контролювати оранку, культиважні та посівні роботи, а й збільшить урожайність на 20-25%. Модульна система легка у монтажі та експлуатації, стійка до погодних умов. Система

використовується на будь-якій сільськогосподарській техніці, керується з кабіни трактора, з можливістю керувати процесом через смартфон.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. [www.malatok.at.ua](http://www.malatok.at.ua).
2. <http://bin.ua/news/interesting/it/159755-sozdana-umnaya-navigacionnaya-vibroobuv.html>
3. [www.zerno-ua.com](http://www.zerno-ua.com)
4. [www.tractorillo.ru](http://www.tractorillo.ru)
5. [www.all.datasheet.com](http://www.all.datasheet.com)
6. <http://cxem.ne>

**Лауштан В.О.,**

*Одесский национальный политехнический университет*

### УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ ИСКРИВЛЕНИЙ ПОЗВОНОЧНИКА “MeViCS”

**Ключевые слова:** *MeViCS, осанка, контроллер, акселерометр, Bluetooth*

Современный человек, который занимается офисной работой, часто сталкивается с проблемами, связанными с искривлением позвоночника. Согласно статистике 80-90% людей страдают искривлением позвоночника в разных степенях и проявлениях. Самый основной способ решения проблем искривления позвоночника является его профилактика. В почти 100% случаев осанка нарушается когда мы неровно сидим, на работе в школе, университете где угодно, для детей у которых формируется позвоночник это чревато искривлениями, а для взрослых болями и дискомфортом в спине, а также эстетически некрасивым видом. На данный момент поддержание правильной осанки при сидении находится полностью на совести человека, косвенными решениями могут служить различные корсеты, но в них нельзя сидеть больше 1-2 часов в день из-за возможности атрофирования мышц позвоночника.

В рамках студенческой работы в качестве решения проблемы контроля осанки при сидении, автором предлагается аппаратная структура устройства MeViCS, которая при взаимодействии с программной частью образует интеллектуальную систему по контролю осанки человека. MeViCS представляет собой устройство, которое крепится на позвоночник за счёт застёжек-фиксаторов и повторяет его форму.

Принцип работы достаточно прост: человек одевает устройство, выпрямляет спину и нажимает кнопку в программе, после этого программа запоминает значения датчиков при правильном положении спины (табличные данные) и устройство готово к работе. Как только пользователь меняет своё положение и портит осанку, устройство вибрирует в соответствующем отделе позвоночника и тем самым заставляет пользователя выпрямиться.

Структурная схема аппаратной части изображена на рис.1. Для определения положения позвоночника в пространстве в устройстве используются 4 акселерометра, которые располагаются во всех отделах позвоночника от шейного до поясничного и 2 дополнительных акселерометра для получения более точных результатов.

В качестве каналов связи «акселерометр -> микроконтроллер» играют шины по которым передаются значения координат  $x, y, z$ . Каждый акселерометр во время работы будет предоставлять исходные данные в виде силы ускорения (в нашем случае направленной силы тяжести)  $G$  на каждую ось.

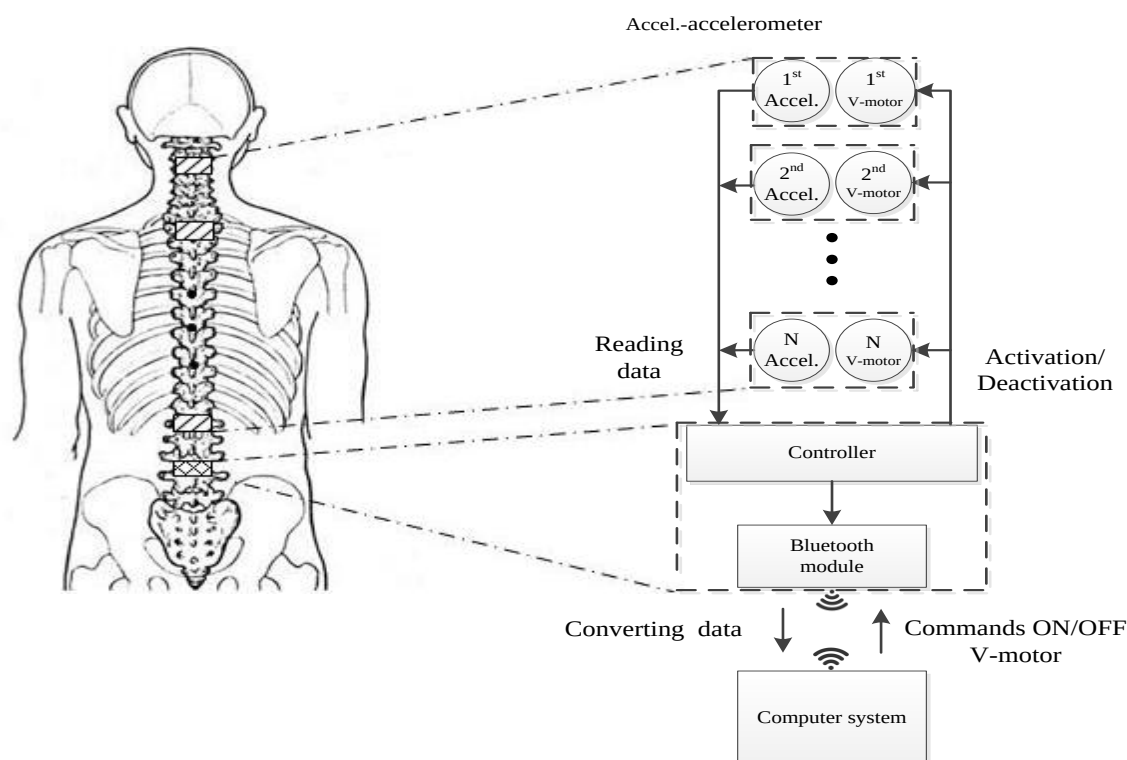


Рисунок 1 – Структурная схема аппаратной части

#### Алгоритм работы аппаратной части устройства MeViCS:

- Микроконтроллер принимает данные по каналу связи и передаёт их беспроводным способом при помощи Bluetooth модуля вычислительной системе (компьютер, смартфон, ноутбук);
- Программная часть обрабатывает данные и посылает команды микроконтроллеру (включить или выключить соответствующий вибромоторчик) в зависимости от того равны или не равны они табличным данным с учётом корректировки на каждый датчик;
- Микроконтроллер принимает их, и активирует/деактивирует соответствующий вибромоторчик.

Предложенное автором расположение датчиков позволяет контролировать изменения наклона позвоночника во всех 3 плоскостях, огромным плюсом является то, что устройство приучает пользователя к самоконтролю и тем самым мышцы спины находятся постоянно в тонусе и как следствие через несколько недель пользователь привыкнет сидеть ровно.

Мы работаем над улучшением эргономики и дизайна устройства, что бы оно было максимально удобно для человека. Планируем также использовать 2х слойную плату управления, которая позволит уменьшить размеры блока управления. Работаем над снижением энергопотребления путём оптимизации работы вибромоторчиков.

**Выводы.** В данной работе автором была предложена аппаратная часть устройства для профилактики искривлений позвоночника MeViCS. Расположение датчиков вдоль позвоночника в соответствующих отделах (от шейного до поясничного) позволяет контролировать изменения во всех плоскостях. Использование Bluetooth модуля позволяет устройству быть очень удобным в использовании и мобильным. Самым большим плюсом является то, что устройство само приучает человека сидеть ровно.

#### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСТОЧНИКИ**

1. Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы: Справочник / С.В. Якубовский, Л. И. Ниссельсон, В. И. Кулешова и др.; Под ред С. В. Якубовского.- М.: Радио и связь, 1990. -496с.

2. Популярныe цифровыe микросхемы: Справочник / В. Л. Шило. - Второй изд., Испр. - Челябинск: Металлургия, 1989. - 352 с.
3. А.В. Нефедов «Интегральные микросхемы и их зарубежные аналоги». Серии K100 - K142. Т.1. - М.: Кубка, 1996.

**Лефтеров М.М.,**

*Донецкий национальный технический университет*

## **БРАУЗЕРНА БАГАТОКОРИСТУВАЦЬКА АРКАДНА ГРА «CHOPERBALL»**

З кожним роком зростає кількість комп'ютерних ігор та їх технологічний рівень. Причина популярності комп'ютерних ігор в тому, що ми від них отримуємо щось корисне. Коли ви перемогли у грі, ви відчуваєте себе добре - і це піднімає ваш настрій. У тому випадку, якщо у вас був поганий день, і ви хочете все забути, ігри допоможуть відволіктися і зайняти всі ваші думки. Також ігри дозволяють потрапляти у ситуації, які неможливі в реальному світі, та переживати їх. У багатьох країнах вже визнали кіберспорт як офіційний вид спорту, що теж сприяє популярності ігор. Також деякі ігри розвивають логічне мислення, пам'ять, фантазію та дрібну моторику рук.

### **Актуальність роботи**

Оригінальний ігровий процес серед браузерних ігор, має мало аналогів серед усіх ігор. Ігровий рушій не використовує сторонні розробки, усі компоненти програмної системи авторські. Фізичний рушій має за собою фізичну модель та добре теоретично виведений. Ігровий процес може надавати ряд позитивних ефектів: освітній, підвищення самооцінки, поліпшення координації, підвищення швидкості реакції, розвиток дрібної моторики рук.

### **Мета роботи**

Дослідити можливості HTML5 на стороні клієнту та фреймворку Node.js на стороні серверу за допомогою розробки гри. Прикладна програмна система має використовувати можливості HTML5; клієнт-серверного зв'язку; мати досить реалістичний фізичний рушій у межах обраних правил; бути багатокористувацькою. Розробити правила гри та її програмну реалізацію, не використовуючи сторонні бібліотеки.

#### **1. Правила гри.**

Ігровий процес представляє собою матч між двома командами гравців, які керують гвинтокрилами і можуть підхоплювати м'яч крюком знизу корпусу або бити по м'ячу корпусом.

Мета гри - забити м'яч у ворота команди суперників.

#### **2. Компоненти програмної системи: сервер; клієнт; протокол зв'язку; фізичний рушій.**

#### **3. Ігровий фізичний рушій (схеми та формули на презентації).**

Фізичний рушій – комп'ютерна програма, яка робить моделювання фізичних законів реального світу у віртуальному світі, з тим чи іншим ступенем апроксимації.

Складові частини фізичного рушія: фізична модель гравця; рух та прискорення: другий закон Ньютона та чисельне інтегрування методом Ейлера; обробка зіткнень: закон збереження імпульсу.

Головна вимога – візуальна реалістичність, – і для її досягнення не обов'язково проводити точну симуляцію.

4. Протокол зв'язку: огляд деяких видів зв'язку між клієнтом та сервером; побудова на основі найшвидшого засобу клієнт-серверного зв'язку у web-і – WebSocket; специфічні події для клієнта та сервера окремо; правила передачі повідомлень мережею; передача подій та опрацювання вхідних повідомлень.

#### **5. Візуалізація ігрового процесу та керування.**

Графіка: векторна; містить мінімум деталей, але достатньо для інтуїтивного розуміння стану ігрового процесу; побудована за допомогою технології HTML5 Canvas.

Керування: обробка подій клавіатури; використання протоколу зв'язку для передачі їх на сервер.

6. Тестування: клієнтські боти, як система для тестування; правки помилок балансу гри, фізичного рушія та візуалізації; навантажувальне тестування; кросбраузерність: настільні та мобільні браузер.

7. Сервер.

Серверна частина складається з: обробки клієнтів; балансування команд; алгоритма поведінки бота.

#### **Перспективи для гри “Chopperball”:**

- ігровий процес не має аналогів (на 2016 рік);
- легке розгортання серверу майже на будь-якій машині;
- залишаються можливості для покращення візуалізації та додання звукового супроводу;
- можливе додання масштабування серверної частини на багато ігрових кімнат та балансування гравців по ним;
- керовані комп'ютером гравці мають дуже простий алгоритм та залишається можливість для їх покращення.

Клієнт-серверна архітектура програмної системи може використовуватися повторно у інших системах, які мають інтенсивний обмін даними із клієнтами. Новий фізичний рушій, можна узагальнити для інших ситуацій, зробити універсальним та використовувати як підсистему інших прикладних програмних систем.

#### **Висновки**

В ході дослідження проведено порівняльний аналіз існуючих технологій для вирішення задач зв'язку клієнта з сервером та фізичні рушії, виділено їх недоліки та переваги, на основі яких отримано засоби, які найбільш підходять для реалізації підсистем гри. Також розглянуто аналогічні ігрові проекти.

Теоретично розроблено алгоритм фізичної симуляції на основі другого закону Ньютона, чисельного методу інтегрування Ейлера та закону збереження імпульсу. Під час проектування мережевого протоколу були виділені основні події клієнта та сервера, сформульовані правила для повідомлень між клієнтом та сервером.

Спроектвана та розроблена програмна система, що складається з клієнтської та серверної частин, мовою Javascript із використанням фреймворку Node.js, що складається із кількох модулів.

Проводилося тестування за допомогою керованих комп'ютером гравців. Під час тестування були виявлені та виправлені деякі критичні помилки. Додатково проводилося тестування реальними людьми, яким була цікава дана тема, і виявлені додаткові помилки та побажання користувачів. Були отримані дані по продуктивності системи на різних браузерах та пристроях клієнтів, ресурсах, що споживає сервер при різних навантаженнях.

**Луць І.В.,**

*Луцький національний технічний університет*

## **СХЕМА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА ОСНОВІ САПРОПЕЛЮ**

Одним з основних багатств нашої держави є родючі ґрунти сільськогосподарського призначення. Підвищення родючості ґрунтів та збільшення врожайності сільськогосподарських культур є однією із найважливіших проблем сільського господарства.



Адже зменшення гумусу в ґрунтах в 2-3 рази за остані десятиріччя може призвести до різкого погіршення ситуації в агропромисловому комплексі. Такий стан виник внаслідок безсистемного використання іноземних технологій, без врахування умов господарювання в Україні, відсутністю науково обґрунтованих регіональних сівозмін та технологій вирощування різних культур.

У зв'язку з цим особливого значення набуває проблема рівномірного використання поживних елементів із ґрунту та добрив рослинами, при якому втрати цих елементів були б зведені до мінімуму. Такого явища можна досягти створенням добрив із покращеними фізико-механічними властивостями, у яких швидкість розчинення у ґрунтах була б регульованою. До цих добрив, з такими властивостями, належать полімерні повільно діючі добрива. Але висока вартість їх при виробництві вимагає пошуку та створенню більш альтернативних добрив.

Процес виготовлення ОМД на основі сапропелів енергомісткий та складний. Існуючі способи гранулювання таких матеріалів вимагають вдосконалення, направлені на зменшення витрат при виробництві готової продукції, підвищення якості та збільшення відсотку виходу товарної фракції.

Найбільш перспективна технологія виробництва ОМД, яка дозволяє варіацію мінеральних компонентів у складі добрив, залежно від аналізу біоактивності ґрунту. Тому, при проектуванні засобів гранулювання, зусилля необхідно спрямувати на зниження металомісткості, зменшення енергетичних витрат на виготовлення добрив, особливо у випадках з новими матеріалами такими, як сапропель. Враховуючи те, що вихідним матеріалом для отримання гранули можуть бути частинки ОМС невизначеної форми та вологості у межах 30-50 %, а кінцева вологість гранул з врахуванням технічних вимог до 10 % та розмір гранул 4-6 мм.

Схему технологічної лінії по виготовленню органо-мінеральних добрив на основі сапропелю показано на рис.1.

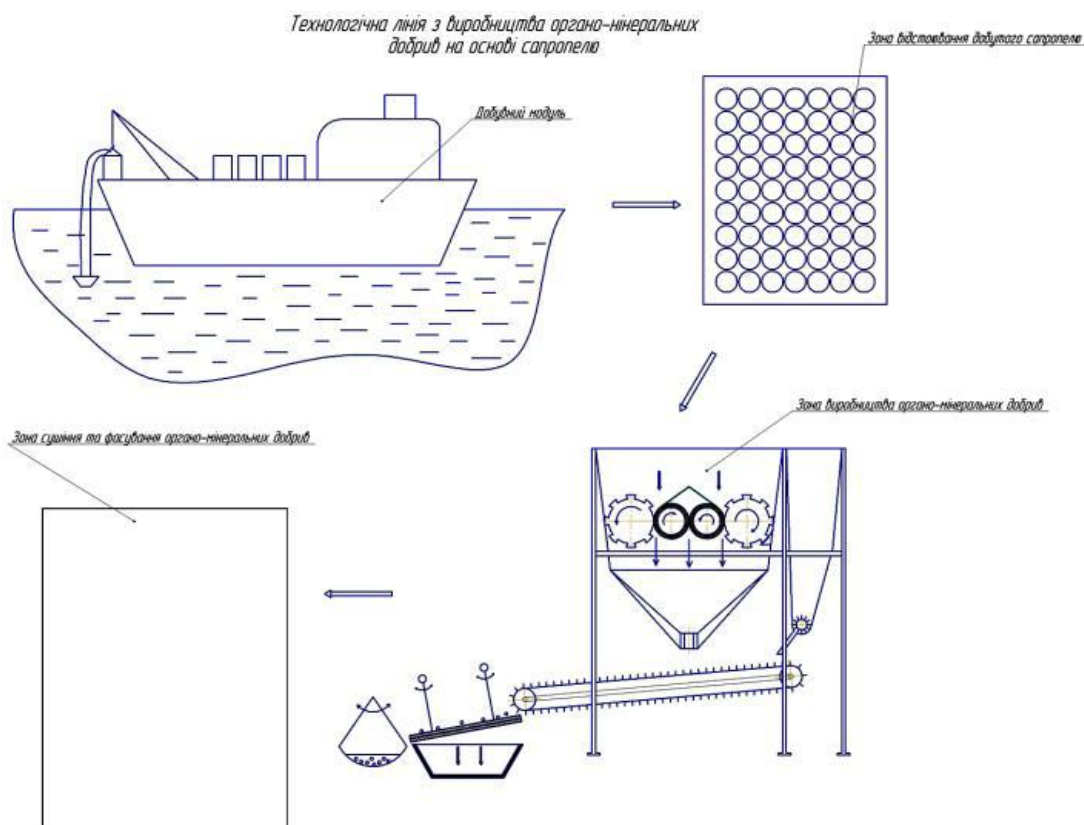


Рисунок 1 – Схема технологічної лінії виробництва органо-мінеральних добрив.

Технологічний процес гранулювання органо-мінеральної суміші відбувається наступним чином. Попередньо добутий з водойми та відстояний до вологості 65 % на площадках для відстоювання бігбегів сапропель може бути завантажений в запропонований гранулятор. Робочий процес запропонованого гранулятора відбувається наступним чином. Сапропель або підготовлена на основі сапропелю органо-мінеральна суміш завантажується вбункер де вона попадає під дію пресуючи вальців. Вальці виготовлені в формі циліндра з вирізаними сегментами захоплюють сапропель та просувають в підпресовуючу камеру де контактуючи з прорезиненими вальцями проходить процес вижимання сапропелю та одночасне створення тиску в камері пресування.

Під дією створеного тиску сапропель буде вижиматись через отвори діаметром 10 мм, які просвердлені в один поздовжній ряд в днищі камери. Проходячи через ці отвори підготовлена органо-мінеральна суміш або чистий сапропель буде поділятися на смужки циліндричної форми. Далі ці смужки встеляються на стрічковий транспортер, який попередньо посипається пилеподібними сухими добривами, що можуть визначатись замовником в плані до власно визначених вомог, щодо вмісту мінеральної частини виготовлених добрив. Полотно стрічкового транспортера виготовлене у вигляді стрічки до якої в поперек приклепані гострі пластини. Тому за допомогою сили ваги та створення незначних коливань, вони будуть частково перерізатись та на валі під час повороту розриватись на частинки визначеної довжини. Далі сформовані гранули подаються в сушарку для висушування та затарювання їх в мішки.

**Любимов А.С.,**  
*Донецький національний технічний університет*

## **РЕАЛІЗАЦІЯ НАВЧАЛЬНОГО MIMD-КЛАСТЕРА НА БАЗІ RASPBERRY PI2**

У зв'язку з тим, що нарощування швидкості роботи індивідуальних пристроїв стає практично неможливим то розвиток обчислювальної техніки пішов по екстенсивному шляху, заснованому на дублюванні обчислювальних пристроїв, які паралельно можуть працювати над спільним завданням. З навчальною метою на кафедрі комп'ютерної інженерії на базі Raspberry PI2 було реалізовано навчальний MIMD-кластера та методичні рекомендації по його використанню у навчальному процесі.

### **Архітектура технічних засобів**

Кластер – це два або більше комп'ютери (вузли), що об'єднуються за допомогою мережевих технологій. Вузол кластера повинен мати власну оперативну та фізичну пам'ять. Вузли об'єднуються в мережу локально, а потім блоки можна об'єднувати між собою, утворюючи більші системи або GRID – кластера. Навчальний кластер повинен собою являти систему з MIMD-архітектурою. Загальна структура кластера зображена на рис 1.

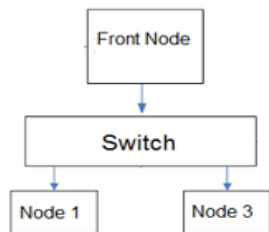


Рисунок 1 – Приклад структури кластера з 3-х вузлів

Враховуючи те, що необхідно створити паралельний MIMD-кластер, то топологія мережі - «зірка». Навчальний кластер буде мати 4 вузла, один з вузлів буде головним.

### Апаратна реалізація структури кластера

Для навчального кластера великих потужностей не потрібно, тому для реалізації вузлів навчального MIMD-кластеру було застосовано міні-комп'ютер Raspberry PI 2. Кожен міні-комп'ютер можна розглядати по-різному. З одного боку, це чотири незалежних міні-комп'ютера, кожен з яких працює зі своєю областю пам'яті. З другого боку - машина із загальною пам'яттю, яка являє собою один обчислювальний модуль. Навчальний кластер зображено на рис. 2.

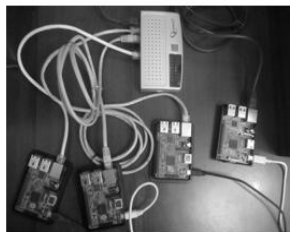


Рисунок 2 – Зовнішній вигляд навчального кластеру

Тестування реалізованого кластера за допомогою тестів LINPACK показало максимальну продуктивність у 0,7 Мфлопс.

### Висновок

Реалізований кластер повністю відповідає потребам MIMD-архітектури і може бути використаний у навчальному процесі в курсах пов'язаних з паралельним програмуванням.

### Список використаної літератури

1. Бройнль Т. Паралельне програмування: Початковий курс: Навч. посібник / Переклад з нім. В. А. Святного. – К: Вища школа, 1997. – 358 с.
2. Многопроцессорные системы (MIMD-системы). Вычислительные кластеры. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://bigor.bmstu.ru/?cnt/?doc=Parallel/ch010104.mod/?cou=Parallel/base.cou>

**Магац А.І.,**

*МТУ «Миколаївська політехніка»*

## МІКРОАВТОМОБІЛЬ-ТРАЙК «МА-1М»

**Анотація.** Мікроавтомобіль-трайк, що складається з двигуна, трансмісії, органів керування і кузова (корпусу), обшитого тонкими металевими листами, з салоном на два посадкових місця (купе) і рами, яка являє комбінацію типів сходової рами автомобіля і одинарної мотоцикла, до якої за допомогою незалежної підвіски приєднані колеса та в передній частині якої кріпиться передня балка автомобіля з рульовими тягами органів керування разом з рульовою колонкою, переобладнаної під рульовий механізм рейкового типу, і поворотною цапфою з керованими колесами, а в задній частині - приварена рама серійного мотоциклетного модуля, на яку встановлено двигун з удосконаленою системою запалювання, потужність якого збільшена, принаймні, не менш ніж на 40% , посиленою трансмісією – зчепленням з гумометалевими накладками відомого диска, коробкою передач із заднім ходом та ведучим колесом, на якому застосована робоча гальмівна система органів керування з тросовим механічним приводом від педалі гальма.

Запропонована модель механічної інженерії відноситься до галузі автомобілебудування і може бути використана в якості транспортних засобів категорії «В1» в міських умовах для перевезення пасажирів та інвалідів, а також малогабаритних вантажів в сільській місцевості.

З технічної літератури відомі триколісні мотоциклами для інвалідів і чотиріколісні легкі каркасні міні-автомобілі з мотоциклетним двигуном і кермом, виконаним у вигляді

довгого важеля для управління однією рукою. До них відносяться триколісні вітчизняні мотоколяски СЗА і СКАРЗ з моторами потужністю 3-4,5 к.с. [1]. Такі пристрої мають велику вагу і не забезпечують можливості управління ними при розташуванні водія на стандартному кріслі.

Прототипом запропонованого пристрою є трицикл [2], в якому викладено пристрій міського мікроавтомобіля, що складається з рами, двох передніх керованих і двох задніх основних коліс. Причому між основними колесами розташоване п'яте провідне колесо, воно має привід від герметично встановленого в межах бази невеликого мотоциклетного мотора. Місце водія і пасажирів закрито легким ковпаком, що має раму.

Недоліками викладеного пристрою є велика маса і складність конструкції машини. Такий пристрій не забезпечує можливості застосування стандартних мотоциклетних модулів і агрегатів в компонованні автомобіля. Неможливо, крім того, вказаний автомобіль використовувати в поєднанні з інвалідним візком [3].

Технічне завдання пропонованого рішення полягає в зниженні ваги і спрощенні конструкції, а також комбінуванні серійних мотоциклетних та автомобільних модулів. У пропонованій технічній моделі трайку знижено вагу і спрощено конструкцію [4], а також такий пристрій забезпечує можливості застосування стандартних мотоциклетних модулів і агрегатів в компонованні автомобіля.

Відмінними ознаками пропонованого мікроавтомобіля є:

- оптимальні технічні рішення і параметри, які вдосконалюють конструкцію ексклюзивного зразка транспортного засобу;
- поліпшення параметрів двигуна внутрішнього згоряння і конструкції карбюраторного двигуна, що дозволило підвищити тягову силу;
- модернізовано системи запалювання і живлення, що сприяло підвищенню приємності та ефективності роботи двигуна;
- встановлення потужнішої коробки передач для розширення діапазону крутного моменту і передачі заднього ходу для підвищення технічних параметрів, швидкості і надійності, а також маневреності трицикла;
- удосконалення конструкції рами за рахунок оригінальності її геометрії і технології виготовлення, що підвищило жорсткість несучої конструкції транспортного засобу;
- удосконалення зчеплення для підвищення терміну служби, експлуатації та безвідмовності;
- зміна конструкції гальмівного механізму шляхом вибору інноваційної моделі, що на 25 відсотків зменшило гальмівний шлях.

Реально виконана розробка мікроавтомобілю вирішила завдання щодо поліпшення основних експлуатаційних характеристик: тягово-швидкісній, стійкості, маневреності, прохідності, легкості керування, плавності ходу з підвищенням надійності та безпеки транспортного засобу.

### **Література**

1. Ксенофонов И.В. Устройство и техническое устройство мотоциклов: Учебник водителя ТС кат. «А» / И.В.Ксенофонов. – М: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. – 128с.
2. А.с. 1221017 СССР, М кл. В 62 D 61/08. ТРЕХКОЛЕСНОЕ ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО / В.А.Береговой (СССР). - № 4648512/27-11; заявл. 14.12.88, опубл. 23.12.90, Бюл. № 47.
3. Патент 3414290 US, Vehicle suspension system / Daimler Benz Ag – заявл. 07.09. 1966, опубл. 03.12.1968.
4. Берин Ф.И. Советы мотоциклисту: Справ. пособие/ Ф.И.Берин, М.Я.Детюк, В.С.Захарин, К.И.Козел – Мн.: Ураджай, 1984 – 223 с.

## **ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КРОВІ**

**Анотація.** Досліджена інформаційна технологія для реологічних властивостей крові.

**Ключові слова:** реологія, кров, реологічні властивості крові, біометричні зображення, експертна система

**Abstract.** Researched information technology for blood rheology.

**Keywords:** rheology, blood, blood rheology, biometric images, expert system.

### **Актуальність теми**

На сучасному етапі розвитку автоматизованих систем управління існує велика необхідність створення інформаційних технологій з можливістю ретельного опису структур біомедичних зображень з метою встановлення точного діагнозу. На сьогоднішній день, окрім покадрового оброблення інформації, актуальним є створення систем з можливістю оброблення інформації за зрізами. Крім того, спостерігається стійка тенденція до невідповідності, яка проявляється в тому, що системи, які є досить інформативними та точними, надзвичайно дорогі, а застосування дешевих не дає достатнього рівня діагностики, необхідного на сьогоднішній день. Рівень вимог до експертних медичних систем, які використовуються в даній області, незмінно підвищується, що вимагає застосування нових інформаційних методів та підходів до його реалізації.

Тому актуальною є задача розроблення інформаційної технології для підтримки прийняття рішень при аналізі біомедичних зображень, яка дає можливість застосовувати нові принципи та методи, зокрема, для оцінювання реологічних властивостей крові.

### **Технологія**

Технологією даної роботи є підвищення достовірності аналізу біомедичних даних шляхом застосування сучасних методів оброблення біомедичних зображень та реалізації інформаційної технології для підтримки прийняття рішень.

*Об'єктом* дослідження є процес визначення ознак біомедичних зображень на основі використання сучасних методів для аналізу біомедичної інформації шляхом застосування інформаційних технологій для підтримки прийняття рішень.

*Предметом* дослідження є геометричні розміри та інформаційні ознаки біомедичних даних.

### **Метод дослідження**

Методи дослідження: чисельні методи, теорія алгоритмів, методи препарування зображень для реалізації процесу оброблення біомедичних зображень, теорії штучних нейронних мереж, нечітких множин та кореляційного аналізу – для оцінювання інформаційних ознак біомедичних об'єктів, методи фільтрації – для усунення шумів різної природи, теорії експерименту та комп'ютерного моделювання – для перевірки адекватності розроблених моделей.

### **Результат роботи**

На основі теоретичних та практичних досліджень, що викладені в дисертації, сформовано методику аналізу біомедичних зображень на основі апарату нечітких множин, що дає можливість більш повно оцінити реологічні властивості крові.

Вперше одержано математичні моделі для оцінювання біомедичних зображень з використанням методів нечітких множин на основі експертних баз знань, що дозволило проводити комплексне якісне діагностування та підвищити на 10% достовірність й оперативність діагностування.

Вдосконалено метод узагальненого контурного препарування, який, на відміну від існуючого, має можливість настроювання порогу препарування за параметрами

просторового розподілення яскравості вхідного зображення, що дозволило підвищити достовірність аналізу біомедичної інформації.

Сформовано інформаційні ознаки (інформативні параметри) аналізу біомедичних зображень, зокрема, оцінювання реологічних властивостей крові для формування еталон-масок біооб'єктів для визначення рівня патологій.

Запропоновано алгоритм і оптико-електронну експертну систему аналізу реологічних властивостей крові, які використані для підвищення інформативності та достовірності діагностування, що є визначальним у біомедичній діагностиці.

Розроблено шаблони-маски біомедичних об'єктів на результатах аналізу реологічних властивостей крові за допомогою методів просторової зв'язності, що дає можливість підвищити достовірність оцінювання біомедичної інформації.

### **Висновок**

Виконано дослідження, що спрямовано на підвищення інформативності та достовірності оброблення біомедичної інформації шляхом застосування продуктивних методів аналізу біомедичних зображень та реалізації інформаційної технології для підтримки прийняття рішень при аналізі реологічних властивостей крові.

### **Література**

1. Павлов С.В. Оптико електронний метод для дослідження трофічного комплексу тканини / С. В. Павлов, П. Ф. Колісник, М. В. Матохнюк, І. Я. Островський // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах, 2001. – № 1. – С. 55 – 60.
2. Zabolotna N.I., Pavlov S.V., Ushenko A.G., Sobko O.V., Savich V.O. Multivariate system of polarization tomography of biological crystals birefringence networks. *Proc. SPIE* 9166, Biosensing and Nanomedicine VII, 916615 (August 27, 2014); doi:10.1117/12.2061105
3. Rovira R.H., Tuzhansky S.Ye., Pavlov S.V., Savenkov S.N., Kolomiets I.S. Polarimetric characterisation of histological section of skin with pathological changes. *Proc. SPIE* 10031, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments, 2016. - 100313E (September 28, 2016); doi:10.1117/12.2249373.
4. Pavlov S.V., Vassilenko V.B., Vovkotrub D.V., Poplavskaya A.A., Hotra O. Methods of processing biomedical image of retinal macular region of the eye. *Proc. SPIE* 8698, Optical Fibers and Their Applications, 2012. - 86980A (January 11, 2013); doi:10.1117/12.2019472.
5. Romanyuk O.N., Pavlov S.V., Melnyk O.V., Romanyuk S.O., Smolarz A. Method of anti-aliasing with the use of the new pixel model. *Proc. SPIE* 9816, Optical Fibers and Their Applications, 2015. - 981617 (December 18, 2015); doi:10.1117/12.2229013.

**Матусяк О. Е.,**

*НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського»*

## **ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ**

Для обробки плоских поверхонь застосовано високопродуктивний пристрій, що обладнаний двома держакми, які по черзі вступають в контакт з оброблюваною поверхнею. Пристрій утворює на плоскій поверхні мікрорельєф чотирикутного типу. Одним з найбільш важливих параметрів ЧРМР є відносна площа поверхні ( $F_h$ ). Цей параметр ЧРМР найбільш повно визначає практично всі експлуатаційні властивості поверхонь, в першу чергу фактичну площу контакту поверхні твердого тіла з іншою поверхнею або з фазою (газ, рідина), маслоємкість поверхні, здатність утримати від виносу на поверхню контакту чужорідні частки.

Менш розповсюджена і вивчена віброобробка плоских поверхонь, яка здійснюється за допомогою спеціальних пристроїв і віброголовок, в основному на вертикально-фрезерних, координатно-розточувальних та стругальних верстатах. Ці пристрої дещо складніші за конструкцією, що обумовлено необхідністю надавати інструменту крім осциляційного руху, ще й рух обертання або коливання. Віб्राційне накатування плоских поверхонь здійснюється за двома кінематичними схемами: 1) рядкова обробка з дискретною поперечною подачею деформуючого елемента по ширині заготовки; 2) з перекриттям оброблюваної поверхні по всій ширині за один прохід.

Нами проведено теоретико-експериментальні дослідження по встановленню режимів оздоблювально-зміцнюючої обробки деталей металорізальних верстатів які працюють в умовах тертя. Оздоблювально-зміцнюючі технологічні процеси з утворенням на поверхні регулярних мікрорельєфів найбільш розповсюджені при обробці зовнішніх і внутрішніх циліндричних поверхонь.

Контроль параметрів поверхні з мікрорельєфом здійснюється безапаратним методом. Це обумовлено його простотою, надійністю і економічністю. Суть методу полягає в тому, що контролюється не мікрогеометрія поверхні, а технологічний процес, всі умови і режим обробки контрольованої поверхні. Послідовність обробки, її умови і режим повинні бути виявлені на основі ретельно виконаного, частіше всього експериментального (рідше теоретичного) дослідження з встановленням всіх факторів і числових значень параметрів режиму, які тією чи іншою мірою визначають мікрогеометрію, а в більшості випадків і фізико-механічні параметри якості поверхні. Всю цю інформацію отримують при нормуванні якості поверхні, що встановлена експериментальними дослідженнями.

Результати проведених експериментів (режими обробки, геометричні параметри мікрорельєфу наступні):

Полоски верстатів: матеріал-Чавун С425, HB 190...210, зусилля деформування  $D=120\text{Н}$ , радіус деформуючого елемента  $R=4,0\text{мм}$ ,  $v=250\text{мм/хв.}$ , кількість обертів шпинделя  $n=80\text{об/хв.}$

Геометричні параметри мікрорельєфу: глибина  $h=0,0032\text{мм}$ , ширина  $b=0,38\text{мм}$ , висота напливів  $h_H=0,0011\text{мм}$ , площа поперечного розтину  $S=0,004\text{мм}^2$ , відносна площа нерівностей  $F_H=32\%$ .

Матеріал-Сталь 20ХНRC 44-46, зусилля вдавлювання  $-220\text{ Н}$ , радіус деформуючого елемента  $-3,0\text{мм}$ , глибина  $h=0,0025\text{мм}$ , ширина  $b=0,20\text{мм}$ , висота напливів  $h_H=0,0012\text{мм}$ , площа поперечного розтину  $S=0,0005\text{мм}^2$ , відносна площа нерівностей  $F_H=25\%$ .

**Місечко О.Р.,**

*Національний університет «Львівська політехніка»*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ОБРОБЛЕНИХ ПОВЕРХОНЬ ПІСЛЯ ФРИКЦІЙНОГО ЗМІЦНЕННЯ**

Експлуатаційні властивості деталей і вузлів суттєво залежать від якості контактуючих поверхонь і поверхневого шару, який визначається геометричними (макровідхилення, хвилястість, шорсткість) і фізико-механічними (мікротвердість, залишкові напруження, структура) характеристиками і взаємним розташуванням мікронерівностей на контактуючих поверхнях. Усі ці параметри залежать від технології обробки деталей і складання виробів.

У даний час набувають широкого застосування технологічні методи поверхневого зміцнення з використанням висококонцентрованих джерел енергії. Суть їх полягає у тому, що на відносно малі об'єми металу діють з великими швидкостями концентровані потоки енергії високої інтенсивності з наступним його швидкісним охолодженням. До даних технологічних

методів відноситься лазерна, плазмова, електронно-променева обробки, а також фрикційна обробка.

У процесі фрикційного зміцнення у зоні контакту інструмента і деталі виникають високі температури і напруження. Як показали наші дослідження, поверхневий шар металу нагрівається до температур вище  $1000^{\circ}\text{C}$ , напруження складають  $0,4\text{--}0,8$  МПа. У зоні контакту інструмент-деталь виникають інтенсивні зсувні деформації. При цьому відбуваються складні механо-хімічні реакції, змінюються фазовий та структурний стани металу, напружений стан металу. Проходить так звана осадка металу за рахунок можливого оплавлення металу у зоні фрикційного контакту та знімаються нерівності поверхні. Усі ці параметри впливають на точність оброблюваної поверхні. Фрикційне зміцнення використовується як фінішна обробка і тому точності виготовлення поверхонь приділяється особлива увага. На величину осадки металу  $dh$  суттєво впливають температурно-силові параметри, які виникають у зоні контакту, а вони у свою чергу залежать від режимів фрикційного зміцнення, форми робочої поверхні інструмента, застосовуваного технологічного середовища та фізико-механічних властивостей зміцнюваних деталей машин.

Дослідження на точність обробки проводили під час фрикційного зміцнення плоских зразків, виготовлених зі сталі 40Х у загартованому і низьковідпущеному стані. Експерименти показали, що режими фрикційного зміцнення суттєво впливають на величину осадки металу  $dh$ . Так, зі збільшенням вертикальної подачі  $t$  величина осадки металу зростає. Найменша величина осадки металу спостерігається при вертикальній подачі  $0,15$  мм. При збільшенні вертикальної подачі у зоні контакту зростають температурно-силові параметри, зростає температура та питомі навантаження. Так, під час фрикційного зміцнення зі швидкістю переміщення стола верстата  $2$  м/хв., поперечній подачі  $1,5$  мм/дв.хід та вертикальній подачі  $0,15$  мм осадка металу складає  $53$  мкм. При збільшенні вертикальної подачі до  $0,35$  мм при решті незмінних параметрів осадка збільшилась до  $96$  мкм.

При інших режимах фрикційного зміцнення зміна вертикальної подачі має аналогічний характер. При подальшому збільшенні вертикальної подачі  $t > 0,5$  мм величина осадки металу починає різко збільшуватись. Поверхневий шар нагрівається до температур вище  $1300\text{--}1400^{\circ}\text{C}$ . Це призводить до різкого зниження характеристик його міцності і тому частина металу поверхневого шару виноситься з зони контакту. Відповідно зменшується товщина зміцненого шару, а також зростає величина осадки металу. Для даних параметрів фрикційного зміцнення величина вертикальної подачі  $0,35$  мм є найбільш раціональною.

На величину осадки металу також значно впливають поперечна подача та швидкість переміщення стола верстата. Зі збільшенням поперечної подачі збільшується ширина одиничної зони контакту металу зміцнюваної поверхні, яка тільки вступила в обробку. Відповідно зростають складові сили взаємодії в зоні одиничного контакту інструмент-деталь та знижуються питомі навантаження. Усі ці параметри значно впливають на температурно-силові умови формування зміцнених шарів. Зі збільшенням поперечної подачі осадка металу, в основному, зменшується, але слід відмітити, що при цьому велике значення має швидкість переміщення стола верстату. Так, при швидкості переміщення стола верстата  $2$  м/хв., вертикальній подачі  $0,35$  мм та поперечній подачі  $1,5$  мм/дв.хід осадка складала  $96$  мкм. Збільшення поперечної подачі до  $4,5$  мм/дв.хід при решті незмінних параметрів осадка зменшилась до  $49$  мкм. Під час фрикційного зміцнення зі швидкістю переміщення стола верстату до  $6$  м/хв., вертикальній подачі  $0,35$  мм зміна поперечної подачі від  $1,5$  мм/дв.хід до  $4,5$  мм/дв.хід призводить до зменшення осадки металу від  $74$  мкм до  $36$  мкм. Збільшення поперечної подачі в прийнятому діапазоні призводить практично до 2-х кратного зниження осадки металу, що суттєво впливає на точність обробки поверхонь при їх зміцненні.

Зміна поперечної подачі впливає на кількість проходів інструмента по одному і тому ж самому місці оброблюваної поверхні, а це в свою ж чергу на осадку металу. Чим більше інструмент має проходів, тим більша осадка металу. Швидкість переміщення стола верстата  $v$  по різному впливає на величину осадки металу. При малих швидкостях переміщення стола верстата  $v$  осадка металу є найбільшою. Зі збільшенням швидкості переміщення стола осадка



металу, в основному, зменшується (4 м/хв.), досягає мінімуму, а потім знову трохи підвищується.

Зі збільшенням швидкості переміщення стола верстату зменшується час одиничного контакту інструменту та деталі. Хоча швидкість нагріву є дуже високою, тим не менш метал за рахунок теплопровідності не встигає прогрітись на велику глибину і тому білий шар має невелику товщину. При малих швидкостях переміщення стола верстату ( $v \leq 2$  м/хв.) час одиничного контакту інструмент-деталь зростає, поверхневий шар металу розігрівається до температур близьких до температури плавлення. При таких температурах міцність поверхневого шару різко знижується. Під час фрикційного зміцнення проходить високошвидкісне тертя інструмента по оброблюваній поверхні деталі і коли міцність поверхневого шару різко знижується, то проходить його інтенсивне стирання. Стирання є небажаним явищем під час фрикційного зміцнення, бо значно збільшується осадка металу та погіршується шорсткість обробленої поверхні. Також зменшується товщина зміцненого шару за рахунок того, що частина поверхневого шару металу знімається. При великих швидкостях переміщення стола верстата ( $v \geq 6$  м/хв.) часу для прогріву поверхневого шару на велику глибину є недостатньо. Поверхневий шар металу має вищі міцності, бо є нагрітим до нижчих температур. Експериментальні дослідження показали, що зміцнений шар найбільшої товщини отримано при швидкості переміщення стола верстата рівній біля 4 м/хв. Осадка металу не перевищує 60 мкм.

У процесі фрикційного зміцнення в зоні контакту інструмент-деталь окрім дії великого градієнту температур також відбувається високошвидкісне зсувне деформування поверхневого шару. При використанні інструменту з поперечними пазами відбувається пониження температури на поверхні одиничної зони контакту інструмента з деталлю. З іншого боку збільшується зсувне деформування за рахунок ударних навантажень, які виникають в зоні контакту під час проходження нахилоного пазу. У процесі проходженні пазу також проходить часткове охолодження поверхневого шару металу та наступний імпульс теплового потоку. У зоні контакту виникає складнодеформований стан металу.

Фрикційне зміцнення є фінішною обробкою, яка забезпечує відповідну точність і якість обробленої поверхні. На раціональних режимах при яких утворюється зміцнений шар максимальної товщини осадка металу становить біля 70 мкм. Величина осадки металу повинна бути врахована як припуск на обробку при поверхневому зміцненні.

**Мордач Р.О., Мордач М.О.,**

*Вінницький національний технічний університет*

## **АНАЛІТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ВИКОРИСТАНОГО РЕСУРСУ ПЛАСТИЧНОСТІ ДЛЯ ЛИСТОВИХ МАТЕРІАЛІВ**

Ресурсоощадні методи і способи обробки тиском потребують відомостей про технологічну можливість виготовлення виробів. Таку інформацію можна отримати на основі проведення теоретично-експериментальних досліджень та розрахунків або експериментальним шляхом – розглянувши та протестувавши різноманітні варіанти технології. У випадку експериментального вирішення задачі кількість варіантів, які потрібно розглянути, дуже велика, що підвищує вартість розробки технології. В зв'язку з цим широкого розповсюдження набула феноменологічна теорія обробки тиском. Висновок про можливість отримання того чи іншого виробу методами пластичної деформації здійснюється на основі критерію  $\psi$ , який розглянутий в роботах Губкіна, Смирнова-Аляєва, Деля, Огороднікова та інших авторів. За цим критерієм можливість отримання заготовок з

конкретного матеріалу та розмірів залежить від ступеню використання ресурсу пластичності під час обробки тиском.

Якщо знехтувати впливом параметра Надаї-Лоде на пластичність матеріалу, то використаний ресурс пластичності становить

$$\Psi = \int_0^{e_i} n \frac{e_i^{n-1}}{e_p(\eta)^n} de_i \leq 1, \quad (1)$$

де  $e_p$  – гранична деформація до руйнування;  $e_i$  – інтенсивність деформацій;  $e_p(\eta)$  –

крива граничних деформацій;  $n = 1 + a \frac{d\eta}{de_i}$  – показник, який враховує характер зміни

пластичності в залежності від швидкості зміни жорсткості ( $a=0,2$  – емпіричний коефіцієнт).

З виразу (1) слідує, що істотний вплив на точність визначення використаного ресурсу пластичності мають поверхня та крива граничних деформацій. Згідно методики Огороднікова В.А. поверхня (крива) граничних деформацій будується на основі відповідної апроксимації даних, отриманих в результаті дослідів на розтяг, стиск і кручення (зсув):

$$e_p(\eta) = e_p(0) \cdot e^{(-\lambda\eta)}, \quad (2)$$

Необхідно також відмітити, що достовірну залежність  $e_p(\eta, \mu_\sigma)$  можна отримати на основі дослідів в камері високого тиску що достатньо складно зробити в умовах реального виробництва. З метою спрощення експериментальних досліджень приймають, що  $e_p(\eta=0)$  відповідає граничній деформації зсуву, а  $e_p(\eta=1)$  – граничній деформації розтягу. З (2) слідує, що точне визначення граничних деформацій розтягу, стиску та зсуву має суттєвий систематичний вплив на діаграму пластичності і, відповідно, на розрахунок використаного ресурсу пластичності.

Визначення експериментальних значень граничної деформації матеріалу відбувається шляхом випробувань. Для об'ємних металевих виробів стандартами передбачені типові зразки для випробувань на розтяг, стиск і кручення. Для листових матеріалів розроблені стандартизовані зразки для лише випробувань на розтяг. Розсіювання значень граничних деформацій можна віднести до дефектів або браку. Згідно з теорією японського вченого К. Ісікави, головним джерелом невідповідності є такі елементи: матеріал; обладнання; метод; середовище; персонал, спосіб контролю.

Похибки, спричинені середовищем, обладнанням, персоналом та методами контролю можна віднести до систематичних та усунути їх. Таким чином залишається дві основні групи факторів, що впливають на розсіювання значень граничних деформацій – матеріал і метод визначення показника. Класичним методом визначення граничної деформації зсуву (розтягу) є розтягування спеціального зразка до його руйнування. Для оцінки величини впливу геометричних характеристик листових заготовок на розсіювання результатів випробувань на граничну деформацію розглянуто різновтовщинність листа, як найбільш суттєву змінну геометричну характеристику.

В результаті досліджень встановлено, що: 1) зростання товщини листа спричиняє зменшення розсіювання показників напруженого стану; 2) збільшення кута між напрямком прокатування листа і віссю зразка призводить до суттєвого збільшення розкиду показників напруженого стану; 3) зростання різновтовщинності листа сприяє відносно невеликому збільшенню розкиду параметрів; 4) зміна радіуса кривизни прокатних валків не впливає на розкид показників напруженого стану; 5) величина видовження листа  $\Delta l$ , відстань між западинами  $L$  та величина різновтовщинності листа  $d_1$  і  $d_2$ , яка обмежується державними стандартами, мають обмежений вплив на  $\eta$ ; 6) сумарний вплив параметрів різновтовщинності листа на розкид значень показника напруженого стану під час випробувань на розтяг приблизно становить до  $\pm 25\%$  від номінального значення для випробувань на розтяг ( $\eta$  змінюється від 0,75 до 1,25).

Для оцінки впливу величини розсіювання значень кривої деформації на використаний ресурс пластичності проведено оціночний розрахунок для умовного процесу холодного пластичного деформування заготовки зі сталі 20. Експериментальні значення граничних деформацій розтягу і зсуву для сталі 20 вказані в роботах В.Л. Колмогорова приймалися за номінальні величини. Відносну похибку для граничних деформацій розтягу і зсуву приймали однаковою.

В результаті розрахунків встановлено, що розкид значень використаного ресурсу пластичності зростає зі збільшенням інтенсивності деформацій, а діапазон існування траєкторії навантаження практично не впливає на величину розкиду значень використаного ресурсу пластичності. Узагальнюючи проведені розрахунки можна зробити висновок про пропорційну залежність між розкидом значень використаного ресурсу пластичності і величиною розкиду значень граничних деформацій (рисунок 1).

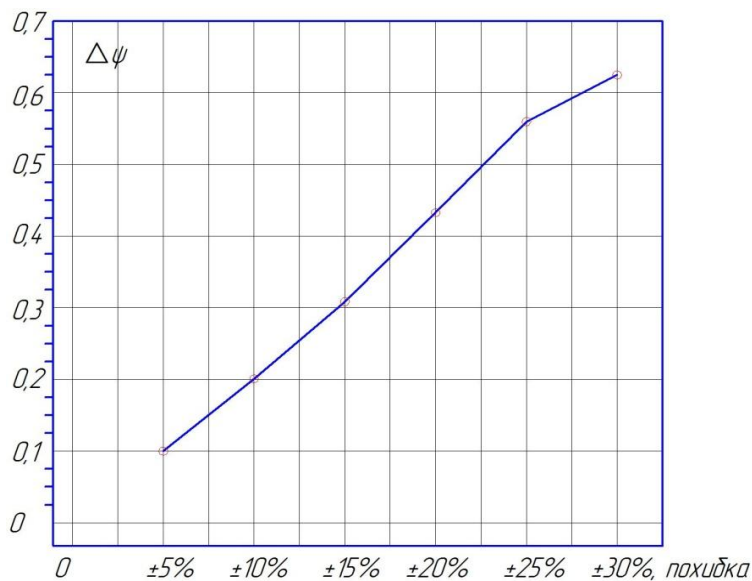


Рисунок 1 – Графік залежності використаного ресурсу пластичності  $\Delta\psi$  від похибки визначення кривої граничних деформацій

На основі вищесказаного можна зробити наступні висновки:

1. Усереднення значень випробувань для побудови діаграми пластичності призводить до похибок в обчисленні використаного ресурсу пластичності в зонах зі значною локалізацією деформацій.
2. Величина похибки розрахунку використаного ресурсу пластичності прямо залежить від діапазону розкиду експериментальних значень граничних деформацій, які використовують для побудови діаграм пластичності.
3. Збільшення інтенсивності деформацій призводить до збільшення розкиду значень використаного ресурсу пластичності, в той же час різниця показників напруженого стану в початковій і кінцевій точці траєкторії навантаження практично не впливає на розкид значень використаного ресурсу пластичності.
4. При величині розкидів значень пластичності понад 10% не можна провести адекватну теоретичну оцінку можливості виготовлення придатної продукції методами холодної пластичної деформації за умов значного використання ресурсу пластичності.

## ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВ НА ОСНОВІ РОСЛИННИХ ОЛІЙ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

В умовах збільшення попиту на енергоносії, стрімкого росту кількості двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) та підвищення вимог до екології все більше уваги приділяється пошуку нових ефективних, екологічно чистих джерел енергії. Серед альтернативних джерел енергії, які реально використовуються для засобів мобільної енергетики та мають значний комерційний потенціал, біопалива займають особливе місце. Перевагами біопалива є підвищення енергетичної безпеки держави, зменшення викидів парникових газів та токсичних речовин, а також розвиток регіональної економіки.

Для порівняння показників роботи двигуна на звичайному дизельному паливі та на біодизелі виконано тепловий розрахунок двигуна КамАЗ-470, який встановлюється на автомобілі сімейства КрАЗ.

Розрахунки робочих процесів даного двигуна базуються на основі відомих методик конструювання двигунів внутрішнього згоряння. На базі проведених розрахунків побудовано згорнуті індикаторні діаграми для двигуна при роботі на дизельному паливі (рис.1) та на біодизелі (рис. 2).

З отриманих результатів видно, що при зміні палива з дизеля на біодизель зменшується максимальний тиск у циліндрі двигуна. Очевидно це вплине і на потужність двигуна. Це пов'язано з тим, що біодизель має нижчі показники по теплотворенню у порівнянні з дизельним паливом.

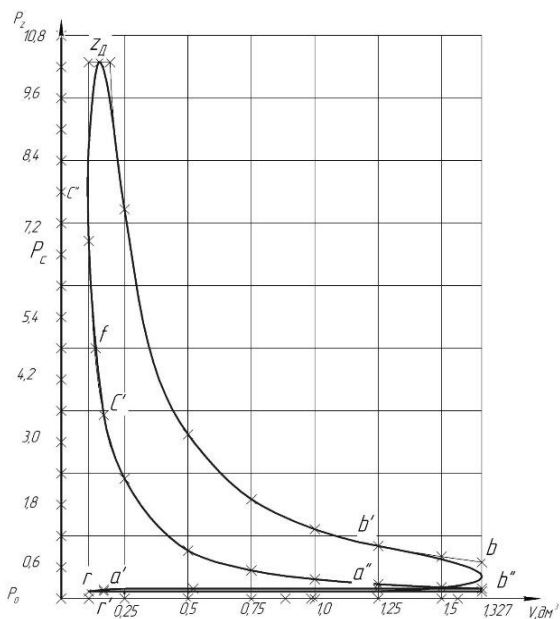


Рис. 1. Згорнута індикаторна діаграма  
двигуна при роботі на дизельному паливі

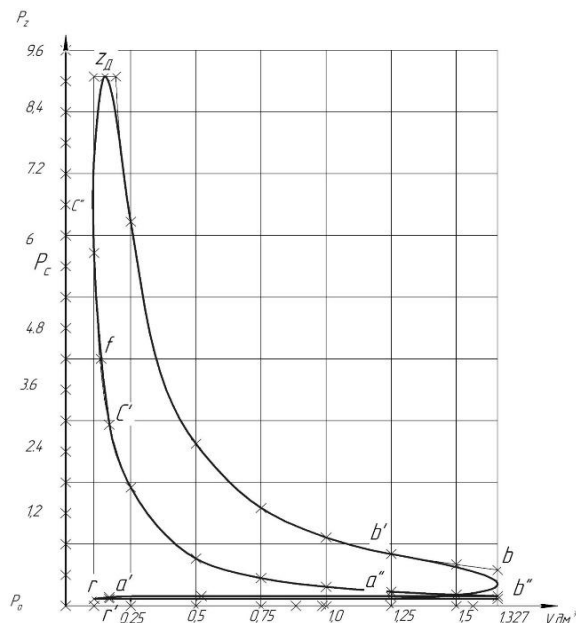


Рис. 2. Згорнута індикаторна діаграма  
двигуна при роботі на біодизельному паливі

На основі проведених розрахунків показників робочого циклу двигуна при роботі на дизельному та біодизельному паливі показано, що при роботі на біодизелі спостерігається погіршення деяких показників. У першу чергу це стосується максимального тиску у циліндрі, який зменшується на 9,5%.

В цілому біодизельне паливо має подібні властивості до дизельного палива. Основна перевага у використанні біодизеля пов'язана зі зменшенням вихлопних газів: окису вуглецю, вуглеводнів і твердих часток.

## ТРАНСПОРТНА МОДЕЛЬ МІСТА МИКОЛАЄВА

***Анотація.** Транспортна модель міста, що включає дороги звичайного типу, з яких 12 основні II - III категорії, з однією головною дорогою II категорії, за якими перевозять пасажирів і вантажі автомобілями, автобусами, трамваями, тролейбусами по визначених маршрутах, з обладнаними місцями зупинок, і залізничним транспортом по більшій частині міської забудови, що омивається двома річками з двома мостами, принаймні, два авто-і-залізничні вокзали і розташованих в кінцевих маршрутних пунктах основних доріг диспетчерських станцій.*

Пропонована корисна модель відноситься до пасажирських транспортних систем, а саме до оптимізації маршрутів руху автомобільного і електротранспорту в умовах обмеженого руху на околицях міста що омивається річками. Відомо пристрій транспортної системи і спосіб регулювання транспортно-пасажирських потоків мегаполісу [1], в якому автомобільні, трамвайні, тролейбусні, залізничні магістралі, прокладені за радіально-кільцевою структурою, з проходженням через центральну частину міста. При регулюванні руху в системі транспортно-пасажирські потоки переміщують між розташованими по різні сторони від центру кінцевими пунктами, при цьому основну частину потоків спрямовують від кінцевих пунктів до периферії, а далі рухаються по високошвидкісної окружній магістралі. Від периферії до інших кінцевих пунктів потоки переміщають за допомогою загальноміського транспорту із середньою міською швидкістю, а по високошвидкісної окружній магістралі, зі швидкістю не менше ніж удвічі перевищуючий середню для внутрішньо міських трас.

Недоліками відомого пристрою і способу транспортної системи мегаполісу є: значна протяжність маршрутів; переважна одно спрямованість пасажиропотоків на транспортних магістралях в центрі міста; висока насиченість транспортними екіпажами в центрі міста; екологічна забрудненість в центрі міста за рахунок виділення відпрацьованих газів, тепла і шуму; напруженість темпу життя городян.

Інноваційна транспортно-комунальна система міста, запропонована в роботі [2], включає, принаймні, три кільцеві автомобільні дороги та магістралі, що охоплюють міську забудову. Дві з них розташовані по суті радіально, що найменше, на частини їх довжини по відрізках хорди, що мають ширину, що забезпечує як мінімум двох смуговий автомобільний рух в одному напрямку. При цьому на одній магістралі споруджена в двох рівнях естакада з в'їздами і з'їздами, переважно без перекриття руху. Одна із зазначених естакад призначена для автомобільного руху, переважно легкового транспорту, а інша - для руху автобусів і вантажного автомобільного транспорту і має розміщені на ній, або над нею паркінг, або адміністративні багатофункціональні споруди. Доступ до транспортних комунікацій забезпечується зв'язком з іншою естакадою, або з магістраллю, або з кільцевою автомобільною дорогою. Зазначена система міста може мати альтернативний монорейковий транспорт.

Недоліки цієї транспортно-комунальної системи міста проявляються в: густий мережі магістралей і надмірної зосередженості перехресть транспортної мережі в центральній частині міста; надмірному перевантаженню пасажирськими і вантажними транспортними потоками в центрі міста; слабкому завантаженні і низькою рентабельністю периферійних ділянок магістралей міста внаслідок переважної одно спрямованості пасажиропотоків до центру; створення заторів, пробок і аварій на вулицях центральній частині міста; низький середній швидкості переміщення автопасажирського транспорту; не замкнутості віддалених решт головних радіальних транспортних магістралей. Для уникнення вказаних недоліків існує два радикальних рішення: або нескінченне розширення дорожньої мережі, що в умовах

міста вимагає значних реконструкцій і капіталовкладень, або пропонування принципово нових систем з електричним транспортом.

Створення та реалізація транспортної моделі м. Миколаєва повинні враховувати природно-географічні особливості міста, показники стану здоров'я населення та відповідати трьом взаємопов'язаним критеріям безпечної життєдіяльності - зниженим рівнем парникового ефекту, високою екологічністю природно-довкілля, осмисленою спрямованістю потоків пасажирського і вантажного транспорту.

Відповідно до теорії транспортних моделей міст [3], для м. Миколаєва рекомендується багатоваріантна транспортна модель. Перший варіант моделі відрізняє кількість в місті основних доріг II - III категорії, прийнятою рівною не менше 12, з яких 1/3 паралельні і найбільш завантажені, з однією головною дорогою II категорії, за якими перевозять пасажирів автобусами і тролейбусами в кількісному співвідношенні транспортних одиниць 4/1 і маршрутів 2/1. При цьому на головній дорозі місця зупинок автобусів і тролейбусів розділені і розташовані на відстані не менше ніж на 100 метрів, а їх кількість знаходиться в співвідношенні 1/2. На інших 2/3 дорогах, розташованих переважно по периферії міської забудови, перевезення забезпечують в поєднанні автобусів і трамваїв в кількісному співвідношенні транспортних одиниць 15/1 та маршрутів 4/1.

Як правило, всі основні дороги II - III категорії перетинаються перпендикулярно односмуговими в двох напрямках дорогами IV категорії, а на краях основних доріг II - III категорії встановлені не менше восьми диспетчерських станцій для регулювання руху і пересадки пасажирів на автобусні маршрути по дорогах III категорії, що зв'язують периферійну околицю на іншій стороні річки з центром міської забудови.

Другий варіант транспортної моделі міста, поєднується з першим і відрізняється тим, що диспетчерські станції встановлюються на двох авто-і-залізничних вокзалах, на яких виконують пересадку пасажирів на маршрути автобусів, трамваїв, тролейбусів і залізничного транспорту, котрі пов'язують центральну частину міської забудови з периферійними околицями міста на іншій стороні річки.

У третьому варіанті транспортної моделі, в поєднанні з першим і другим, перевезення в місті виконують по дорогах IV - V категорій, що проходять в безпосередній близькості до берегової лінії найбільшої річки, причому пасажирські виключно автобусами, а вантажні переважно залізничним транспортом.

Четвертий варіант транспортної моделі міста для перевезення пасажирів і вантажів, включає перші три та передбачає в майбутньому розвиток системи монорейкового транспорту, яка закріплюється на фундаментних опорах, встановлених безпосередньо біля берегової лінії річок.

Застосування варіантів транспортної моделі міста Миколаєва призведе до саморегулювання пасажирських і вантажних транспортних потоків, їх зменшення в центральній частині міста, рівномірності щільності і ліквідації односпрямованості руху, збільшення завантаженості і рентабельності периферійних ділянок транспортних доріг, зниження пробок і заторів без витрат на реконструкції, що поліпшить екологічний стан і підвищить транспортну безпеку в місті.

### **Література**

1. Патент 2104363 RU, МПК 17 E01C1/00, B61B13/08. Устройство транспортной системы и способ регулирования транспортно-пассажирских потоков мегаполиса / Вишнев И.П., Вишнев А.И., Глухарев К.К., Исаков А.В., Фролов К.В./ – № 95108463; заявлено 24.05.1995; опубліковано 10.02.1998.
2. Патент 36018 RU, МПК 17 E01C1/00 E01C1/04. Транспортно - коммунальная система города / Корнацкий А.А./ – № 95108463; заявлено 05.12.2003; опубліковано 20.02.2004.
3. Якимов М.Р. Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов: монография / М.Р. Якимов. – М.: Логос, 2013. – 188 с. ISBN 978-5-98704-729-3

## ДИНАМІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ КОНУСНОЇ ДРОБАРКИ В СЕРЕДОВИЩІ SOLIDWORKS MOTION

В роботі проводиться динамічне дослідження реактивних сил, що виникають в анкерних болтах кріплення конусної дробарки моделі КМД-1750 (рис.1, а) в модулі Motion програмного продукту SolidWorks.

Для підвищення ефективності виконання дослідження модель дробарки була адаптована для динамічного аналізу в середовищі Motion (більшість нерухомих деталей було переведено в стан погашено, спряження між деталями, котрі не здійснюють рухів один відносно одного, змінено на спряження «Зафіксовано»).

Після проведення аналізу побудовані діаграми залежностей сил реакції від часу.

Отримавши значення невідновленої сили 287852 Н за залежністю  $m = \frac{P}{\omega^2 R}$  визначено орієнтовну масу для балансування, яка становить 316 кг. Після закріплення балансувальної маси (з конструктивних міркувань балансувальна маса була дещо зменшена) на корпусі конуса (позиція А на рис.1,б) та після проведення дослідження одержано силу реакції, яка становить 7862 Н.

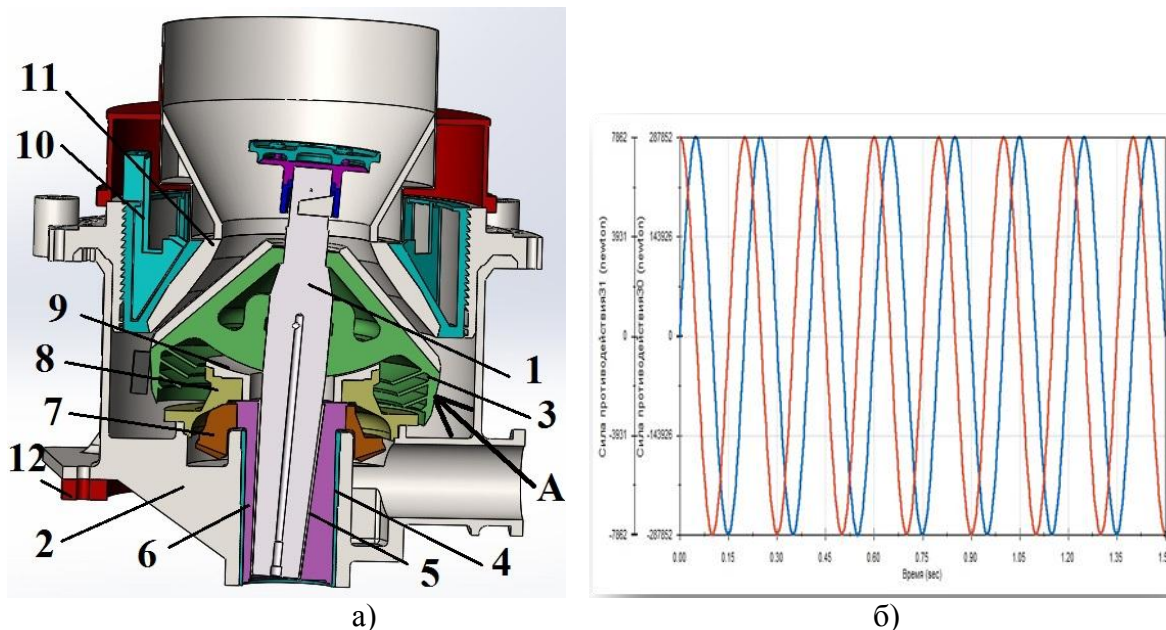


Рис.1. Твердотіла 3D модель конусної дробарки КМД-1750 (а) та її адаптована модель для динамічного дослідження в модулі Motion (б): 1 – конус рухомий; 2 – корпус дробарки; 3 – корпус рухомого конуса; 4 – втулка проміжна; 5 – втулка конічна; 6 – ексцентрик; 7 – конічна шестерня приводу конуса; 8 – опорна чаша; 9 – підп’ятник; 10 – конус нерухомий; 11 – броня нерухомого конуса; 12 – фланець для збору динамічних навантажень.

Реалізація модифікованого алгоритму А.А. Алямовського для динамічного урівноважування конусної дробарки дозволила зменшити величину невідновленості дробарки з 287852 Н до 7862 Н.

## СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО СТВОРЕННЯ ІНТЕР'ЄРУ НА БАЗІ ПСИХОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЛЮДИНИ

**Анотація.** Розглядається використання нейронних мереж для аналізу психологічних особливостей людини та застосування навчання для автоматичної генерації інтер'єру.

**Ключові слова:** нейронні мережі, перцептон, машинне навчання, інтер'єр.

**Abstract.** The usage of neural networks to analyze the psychological characteristics of human and applying of learning for automatic generation of interior is considered.

**Keywords:** Neural networks, persepton, machine learning, interior.

Більшість аспектів інформаційних технологій активно розвивається, а також пов'язується як один з одним, та з іншими напрямками суспільного життя. Спостерігається тенденція використання мережі Інтернет для вирішення різних задач, в тому числі для здійснення онлайн-покупок. Згідно зі статистикою 2016 року онлайн пошук сприяв двом третинам покупок в крамницях меблів, а близько 30% приймають рішення «швидкої покупки» онлайн навіть не завітавши до магазинів [1].

Незважаючи на підвищену активність в цьому секторі, велика кількість асортименту, стилів, брендів та палітри є проблемою для користувача, яка може бути вирішена новітніми методами.

Прикладна програма «Система автоматичної генерації інтер'єру» вирішує описану проблему засобами нейронних мереж. Важливою перевагою у застосуванні такого підходу є створення інтер'єру автоматично та аналізуючи результати психологічних тестів, видавати бажаний користувачем результат.

### Результати дослідження

Отримуючи початкові дані, які відібрані з аналізу психологічного портрету, уподобань, особистісних якостей характеру тощо, вони перетворюються у величини значень параметрів. Відповідно набору досліджуваних параметрів генеруються варіанти інтер'єру.

Алгоритм роботи нейронної мережі базується на понятті перцептону, що складається з набору вхідних і вихідних нейронів з пороговою функцією активації. Прикладом такого перцептону є перцептрон Розенблатта (рис. 1).

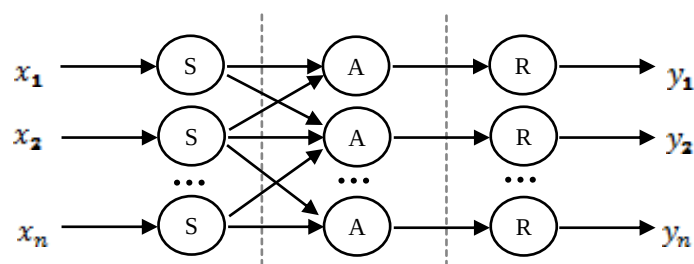


Рисунок 1 – Схематичне зображення роботи перцептону

Формула навчання перцептрона включає такі складові, як S – сенсорні нейтрони, R – ефекторні нейрони для передачі сигналу збудження, A – нейрони, що здійснюють асоціативну обробку.

Алгоритм навчання складається з наступних кроків [2]:

1. Ініціалізація вектора вагових коефіцієнтів випадковим чином або нульовими значеннями.



2. На вхід мережі подаються вхідні образи з навчальної вибірки, тобто вихідних параметрів тестів.

3. Якщо реакція мережі збігається з еталонним значенням, що задали психологи, то ваговий коефіцієнт не змінюється.

4. Якщо ж реакція мережі не збігається з еталоном, то відбувається модифікація вагового коефіцієнта за формулою навчання.

5. Алгоритм виконується до тих пір, поки реакція мережі не стане дорівнювати еталонному значенню для всіх східних образів або допоки не перестануть змінюватися вагові коефіцієнти.

У випадку навчання програми «Система автоматичної генерації інтер'єру» еталонного значення не буде досягнуто.

Новизна полягає у новому підході автоматизованого створення інтер'єру, що базується на різних психологічних аспектах людини, які програмно будуть досліджуватись за допомогою спеціальних явних та неявних тестів та аналізуватись. Таким чином користувач на підсвідомому рівні отримає бажану гамму кольорів, стилі оформлення та розташування.

### **Висновки**

Отже можна зробити висновок, що розроблена програма «Система автоматичної генерації інтер'єру» використовує новітні технології, прогресивні методи дослідження та ефективні системи прогнозування і є сучасним засобом моделювання й створення дизайнерських рішень.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Ecommerce Furniture Industry Trends: is Furniture Behind the Rest of Retail? [Електронний ресурс]: - Режим доступу: <http://www.thoughtshift.co.uk/ecommerce-furniture-industry-trends-is-furniture-behind-the-rest-of-retail/>

2. Нейросетевое моделирование: многослойный перцептрон [Електронний ресурс]: - Режим доступу: <http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Library/Book1/Content394/Content394.htm>

**Пономаренко І.Д.,**

*MTU «Миколаївська політехніка»*

### **ІНФОКОМУНІКАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ПЛАВСКЛАДОМ**

Безпека мореплавства в першу чергу залежить від компетентності плавскладу та ефективності управління його кадровим потенціалом, під яким розуміється сукупність здібностей і можливостей кадрів забезпечити прийняття рішень для ефективного функціонування та безпечної експлуатації судна. Основними складовими кадрового потенціалу є психофізіологічний (здатності і схильності людини, розумовий та емоційний стани, фізичний стан її здоров'я, працездатність, витривалість, психологічна установка і т. д.) і кваліфікаційний (досвід, навички, підсумки підготовки, обсяг, глибина і різнобічність загальних і спеціальних знань, трудових навичок і вмінь, які обумовлюють здатність персоналу до праці визначеного змісту і складності) потенціали. Управління кадровим потенціалом включає такі функції, як пошук, відбір, адаптація, переміщення персоналу, розробка системи нематеріальних заохочень, навчання, підвищення кваліфікації, кар'єрне просування, звільнення.

Підвищення компетентності, продуктивності та якості діяльності плавскладу, а отже і зменшення впливу «людського фактору» на безпеку в морській галузі та підвищення якості управління плавскладом, пов'язане з факторами мотивації - зацікавленості в тому, щоб добре виконувати функціональні обов'язки. Низький рівень мотивації проявляється в незосередженості на предметі діяльності, нехтуванні вимогами правил та інструкцій, проходженні по шляху найменшого опору. Ефективне управління кадровим потенціалом передбачає розробку дійового механізму росту цільової ефективності мотивації, основними компонентами якого виступають: тестування плавскладу з діагностуванням трудової активності та введення персональних нематеріальних винагород [1]. Методика тестування і оцінки трудової активності в якості професійно значущих виділяє наступні показники: «організованість» - питання, що стосуються дисципліни і самодисципліни, вміння складання чітких графіків і обов'язкового їх дотримання; «дієвість» - питання, які характеризують здібність проявити себе в екстремальних ситуаціях; «продуктивність» - питання відносно вміння людини використати свої сили і реалізувати можливості, які закладені в ньому; «інноваційність» - питання постійного вдосконалення знань і технологій, які дозволяють підтримувати компетентність, і «квалітативність» - питання, які відносяться до якості виконуваних робіт. Опитувальник «СТА-30» за вказаними 5 шкалами передбачує 30 запитань, що стосуються безпечної експлуатації судна, безпеки плавскладу та дій моряків в аварійних ситуаціях [2].

Алгоритм процедури комп'ютерного тестування представлений на рис. 1.



Рисунок 1 – Алгоритм процедури діагностування плавскладу.

Діагностувавши за формулою [1] трудову активність плавскладу  $T_{ак}$ , встановлюють мотиваційні фактори для зростання ефективності управління плавскладом [3]:

♦ при  $0,35 \leq T_{ак} < 0,5$  – особисті нематеріальні винагороди за досягнуту трудову активність: похвали, подяки, грамоти, дипломи, символічні нагороди, відзнаки, звання;

- ◆ при  $0,5 \leq T_{ак} < 0,65$  – можливість підвищення кваліфікації;
- ◆ при  $0,65 \leq T_{ак} < 0,8$  – соціальна мотивація: медичне страхування моряків і членів їх сімей; оформлення страхового полісу за рахунок судновласника; забезпечення соціальними пільгами; сприяння в навчанні, працевлаштуванні членам сімей екіпажів морських суден, тощо;
- ◆ при  $T_{ак} \geq 0,8$  – можливість посадового просування;
- ◆ при  $T_{ак} \leq 0,2$  – введення демотивуючих факторів, включаючи звільнення. Ефективність використання розробленої інфокомунікаційної технології для підвищення якості управління плавскладом обумовлена завдяки правильному вибору алгоритму в програмному забезпеченні для визначення показників якості та продуктивності праці моряків згідно з п'ятьма шкалами опитувальника «СТА-30».

#### **Висновки.**

1. **Оригінальністю** інфокомунікаційної технології управління персоналом морських суден є її здатність створення та автоматичного зберігання у форматі PDF файлів індивідуальних показників оцінювання моряків.
2. За результатами тестування встановлено персональні мотиваційні фактори для підвищення ефективності управління плавскладом.
3. **Практично реалізовано** процес діагностування персональних показників трудової діяльності плавскладу при застосуванні апаратно-програмних засобів, виключаючи дію людського фактору та можливість несанкціонованого доступу до результатів оцінювання.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Вільський Г.Б. Система управління підприємством з механізмом росту цільової ефективності мотивації персоналу / Г.Б. Вільський, Б.Є. Михалишин, В.Л. Просянчук // Монографія: Mechanismus der Nachhaltigen Entwicklung des Wirtschafts Systems Formation.- Nürnberg, Deutschland: Verlag SWG imex GmbH, 2014. – Vol. 2. – P. 286-295.
2. Пономаренко І.Д. Вплив мотивації плавскладу на підвищення якості системи управління безпекою мореплавства. Збірник матеріалів VI Всеукраїнської студентської наукової конференції «Сучасні проблеми морського транспорту та безпека мореплавства» (Херсон, 24 листопада 2016). – Херсон: ХДМА, 2016. – С. 124-127.
3. Михалишин Б.Є., Пономаренко І.Д., Стричек Л.С. Мінімізація впливу соціогенного фактору на функціональну безпеку судноплавства. Збірник матеріалів V Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених і студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (Тернопіль, 17-18 листопада 2016). – Тернопіль: ТНТУ, 2016. – С. 348-349.

**Пташник А.І.,**

*МТУ «Миколаївська політехніка»*

### **СПОСІБ ПОВЕРХНЕВОГО ПЛАСТИЧНОГО ЗМІЦНЕННЯ ВАЛІВ**

**Анотація.** Запропоновано спосіб поверхневого пластичного зміцнення валів, який відрізняється тим, що після зміцнювальної обкатки їх піддають знакозмінному скручуванню найбільшим пружним крутним моментом в одному напрямку і половинним моментом у протилежному.

Спосіб стосується обробки металів тиском і призначений для використання при виготовленні валів.

Існує спосіб зміцнення валів поверхневим пластичним деформуванням шляхом обкатки роликми або кульками. Недоліком цього способу є можливе недопустиме викривлення валів при робочих навантаженнях, транспортуванні, нагріві.

Напружено-деформований стан валів після зміцнювальної обкатки характеризується системою внутрішніх взаємоурівноважених макронапружень (напружень I роду) та орієнтованих мікронапружень (напружень II роду). Мікронапруження виникають внаслідок пластичного деформування валів і обумовлені скупченням дислокацій у перешкод.

Найбільш небезпечними, які викликають залишкові викривлення валів, є згинальні навантаження при роботі машини. В результаті їх дії у валах виникають постійні або змінні напруження, величина яких з врахуванням запасів міцності не перевищує  $0,4...0,5 \sigma_T$  – межі текучості матеріалу. Тому необхідно, щоб при відповідних навантаженнях форма валів була стабільна.

Основний вплив на залишкове викривлення обкатаних валів чинять осеві внутрішні деформації і напруження. Після обкатки у верхніх шарах обкатаних валів виникають залишкові напруження стискання, а в середині – розтягу. Виникненням напружень стискання пояснюють підвищення втомної міцності валів.

Для забезпечення стабільності форми валів після зміцнювальної обкатки їх необхідно піддавати знакозмінному крученню найбільшим пружним крутним моментом в одному напрямку і половинним моментом у протилежному. Кручення в одному напрямку виконують найбільшим пружним крутним моментом

$$T_T = \tau_T W_p, \quad (1)$$

а в протилежному половинному від цього,

де  $\tau_T$  – межа текучості при дотичних напруженнях,

$$W_p = \frac{\pi d^3}{16} - \quad (2)$$

полярний момент опору поперечного перерізу.

Таке деформування приводить до значного підвищення пружної несучої здібності оброблених валів. Підвищення пружної здібності обумовлено переорієнтацією і зниженням попередніх залишкових мікронапружень (напружень II роду), а також зниженням залишкових макронапружень (напружень I роду). Проведені чисельні експерименти свідчать, що після знакозмінного кручення і вилежування на протязі тижня не виникає залишкового викривлення валів при дії згинального моменту  $M=0,5...0,6M_T$ .

Наведені дані показують можливість одержання практично стабільної форми валів після поверхневого пластичного деформування і намічають шляхи побудови раціонального технологічного процесу обкатки.

**Рафальський Є.М.,**

*Житомирський державний технологічний університет*

## **СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ДВИГУНА**

Одними з основних задач на сучасному етапі розвитку двигунобудування є зменшення витрати палива на одиницю потужності та збільшення літрової потужності поршневих двигунів внутрішнього згорання. В цьому напрямку найбільший інтерес викликають роботи з використанням інтенсивних методів покращення показників роботи ДВЗ шляхом оптимізації його робочих процесів зокрема показників наповнювання свіжим зарядом і очищення циліндрів від відпрацьованих газів.

При аналізі відомих робіт в цьому напрямку виявлено, що наповнювання і очищення циліндрів в основному покращується за рахунок зменшення опорів у системах впуску і випуску за рахунок збільшення площ прохідних перерізів клапанів і каналів, раціонального вибору фаз газорозподілу (або їх регулюванням), зменшення шорсткості поверхонь каналів впуску і випуску, а для наповнювання додатково використання наддуву. При цьому для

забезпечення більш якісного очищення циліндрів від відпрацьованих газів, наприклад пристроїв для їх примусового відсмоктування, не знайдено.

В той же час, проведені аналітичні дослідження впливу величини тиску у випускному колекторі двигуна (на прикладі параметрів характеристик двигуна M10) показали, що зниження тиску з 0,122 МПа до 0,020 МПа за рахунок створення штучного розрідження, призводить до зростання коефіцієнту наповнювання на 10...12% і зменшення коефіцієнту відпрацьованих газів майже у 5 разів. Водночас, з використанням наддуву ( $P_k=0,1025$  МПа) ці параметри змінюються відповідно на 9...11%, та майже у 6 разів. В даному випадку можна зробити висновок про зниження насосних втрат і відповідно, зростання механічного ККД двигуна.

Аналітичні розрахунки індикаторних показників двигуна без наддуву і з тими ж показниками розрідження показали зростання середнього індикаторного тиску більш ніж на 10%, індикаторної потужності на 10...11%, зменшення питомої годинної витрати палива – до 1,5%. Водночас з додатковим використанням наддуву ( $P_k=1,024$  МПа) розрахунковим шляхом отримано зростання середнього індикаторного тиску більше ніж на 12%, індикаторної потужності – на 12...13%, зниження питомої годинної витрати палива – 1,7%.

З метою подальшого експериментального дослідження для підтвердження результатів аналітичних розрахунків проведені удосконалення існуючої експериментальної установки на базі бензинового карбюраторного двигуна BMW M10 з доповненнями її пристроями для нагнітання повітря у впускний колектор і відсмоктування відпрацьованих газів із системи впуску двигуна з плавною і ступінчастою зміною тиску (розрідження), витратоміром палива (ваговим), також датчиками:

- частоти обертання колінчастого валу;
- тиску у випускному колекторі двигуна;
- розрідження у системі впуску двигуна ;
- температури газів у випускному колекторі двигуна;

Для забезпечення реєстрації показників датчиків і подальшої обробки і зберігання отриманої інформації, розроблено спеціалізований програмно-апаратний комплекс, що включає мікроконтролерний пристрій для попередньої обробки та передачі на комп'ютер інформації з датчиків. Даний пристрій побудовано на основі мікроконтролера ATmega16 фірми Atmel, який було обрано з міркувань «ціна — продуктивність».

**Ринденко Т.Ф.,**

*МТУ «Миколаївська політехніка»*

## **ЗАСТОСУВАННЯ ПАРОЛЬНИХ СИСТЕМ АУТЕНТИФІКАЦІЇ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНФІДЕНЦІЙНОСТІ ІНФОРМАЦІЇ**

Парольний захист, як найбільш поширений механізм аутентифікації [1], відзначається традиційністю та відносною простотою реалізації, оскільки механізми парольного захисту є звичними для більшості користувачів комп'ютерних систем (КС) і не викликають психологічного несприйняття – на відміну, наприклад, від сканерів малюнка сітківки ока, та їхня реалізація зазвичай не вимагає залучення додаткових апаратних засобів [2]. Для парольних систем захисту характерний парадокс, що ускладнює їх ефективну реалізацію: стійкі паролі мало придатні для використання людиною. Однак чим складніший пароль, тим важче його запам'ятати, і у користувача з'являється спокуса записати незручний пароль, що створює додаткові канали для його дискредитації.

В загальному випадку, пароль може бути отриманий зловмисником:

1. *За рахунок використання людського фактору* при допомозі: підглядування, підслуховування, шантажу, загрози, використання чужих облікових записів.

2. **Шляхом підбору** при застосуванні: повного перебору, що дозволяє підібрати будь-який пароль незалежно від його складності, проте логічно припустити, що час, необхідний для підбору стійкого пароля буде суттєво перевищувати допустимі ресурси; підбору по словнику, оскільки значна частина паролів, що використовуються на практиці, є осмисленими словами або виразами, крім того існують словники найпоширеніших паролів, які у багатьох випадках дозволяють обійтися без повного перебору.

3. **Застосуванням інтелектуального методу підбору** з використанням відомостей про користувача, який ґрунтується на тому факті, що якщо політика безпеки КС передбачає самостійне призначення паролів користувачами, то в переважній більшості випадків у якості паролю буде обрана якась персональна інформація, пов'язана з системним користувачем. І хоча такою інформацією може бути вибрано що завгодно, наявність певної інформації про користувача дозволяє перевірити найбільш поширені варіанти.

4. **Використанням недоліків реалізації паролівних систем**, до яких відносяться експлуатовані уразливості мережевих сервісів, що реалізують певні компоненти паролівної системи захисту або ж незадекларовані можливості відповідного програмного або апаратного забезпечення.

Очевидно, що при побудові системи паролівного захисту необхідно враховувати специфіку КС, керуватися результатами проведеного аналізу ризиків та виконувати наступні практичні рекомендації:

♣ **Встановлення мінімальної довжини пароля.** Очевидно, що регламентація мінімально допустимої довжини пароля суттєво ускладнює для злоумисника реалізацію підбору пароля шляхом повного перебору.

♣ **Збільшення потужності алфавіту паролів.** За рахунок збільшення потужності (яке досягається, наприклад, шляхом обов'язкового використання спецсимволів) також можна ускладнити повний перебір.

♣ **Перевірка і вибраковування паролів за словником.** Дозволяє ускладнити підбір паролів за словником за рахунок вибраковування паролів, які можна явно підібрати.

♣ **Встановлення максимального терміну підбору пароля.** Термін підбору пароля обмежує проміжок часу, який злоумисник може затрачувати на підбір пароля. Тим самим, скорочення цього терміну зменшує вірогідність його успішного підбору.

♣ **Перевірка по журналу історії паролів.** Механізм запобігає повторному використанню паролів—можливо, раніше скомпрометованих.

♣ **Обмеження числа спроб введення пароля.** Відповідний механізм ускладнює інтерактивний підбір паролів.

♣ **Примусова зміна пароля при першому вході користувача в систему.** У випадку якщо первинну генерацію паролів для всіх користувачів здійснює адміністратор, користувачу може бути запропоновано змінити первинний пароль при першому ж вході в систему – в цьому випадку новий пароль не буде відомий адміністратору.

♣ **Затримка при введенні неправильного пароля.** Механізм перешкоджає інтерактивному підбору паролів.

♣ **Заборона вибору пароля користувачем і автоматична генерація пароля.** Даний механізм дозволяє гарантувати стійкість згенерованих паролів, проте варто усвідомлювати, що у користувачів можуть виникнути проблеми із запам'ятовуванням паролів.

Для оцінки елементарних взаємозв'язків між основними параметрами паролівних систем справедливо наступне співвідношення [3]:

$$P = \frac{V * T}{S} \quad (1)$$

- $A$  – потужність алфавіту паролів;
- $L$  – довжина пароля;
- $S=A^L$  – потужність простору паролів;
- $V$  – швидкість підбору паролів;
- $T$  – термін дії пароля;

- $P$  – ймовірність підбору пароля протягом його терміну дії.

Зазвичай швидкість підбору паролів  $V$  і термін дії пароля  $T$  можна вважати відомими. В цьому випадку, задавши допустиме значення ймовірності  $P$  підбору пароля протягом його терміну дії, можна визначити необхідну потужність простору паролів  $S$ . Слід відзначити, що зменшення швидкості підбору паролів  $V$  зменшує ймовірність підбору пароля. З цього, зокрема, витікає, що якщо підбір паролів здійснюється, наприклад шляхом обчислення хеш-функції і порівняння результату із заданим значенням, то значну стійкість паролівної системи забезпечить застосування повільної хеш-функції.

Механізм зберігання паролів в КС у відкритому вигляді не є оптимальним, оскільки автоматично створює безліч каналів витоку паролівної інформації. Зазвичай подібне рішення є прийнятне для систем з низькими вимогами до безпеки і недопустиме в системах, що містять конфіденційну інформацію. Паролівний механізм у *вигляді хеш-значення* зручний для перевірки, оскільки хеш-значення однозначно пов'язані з паролем, але при цьому самі не представляють інтересу для злоумисника. Досить ефективного використання паролів у *зашифрованому вигляді* з допомогою деякого криптографічного алгоритму, при цьому ключ шифрування може зберігатися: на одному з постійних елементів системи; на деякому носії (електронний ключ, смарт-карта і т.п.), що пред'являється при ініціалізації системи; ключ може генеруватися з деяких інших параметрів безпеки КС – наприклад, з пароля адміністратора при ініціалізації системи. Застосування механізмів зберігання паролів у вигляді хеш-значення та у зашифрованому вигляді дозволить підвищити цільову ефективність забезпечення конфіденційності інформації.

#### **Висновки.**

1. Встановлено спосіб підвищення стійкості паролівної системи.
2. Запропоновано ефективні механізми зберігання паролів.
3. Надано практичні рекомендації для побудови системи паролівного захисту з метою забезпечення конфіденційності інформації.

#### **Література.**

1. Грушо А.А. / А. А. Грушо, Е. Е. Тимонина. Теоретические основы защиты информации. – М.: «Яхтсмен», 1996. – 187 с.
2. Девянин П.Н., Теоретические основы компьютерной безопасности / П. Н. Девянин, О. О. Михальский, А. Ю. Щербаков. – М.: «Радио и связь», 2000. – 190 с.
3. Столлингс В. Криптография и защита сетей. Принципы и практика / В. Столлингс / А.Г. Сивак, А.А. Шпак: Пер.с англ. – 2-е изд. – М.; СПб.; К.: Издательский дом "Вильямс", 2001. – 669 с.

**Ставицький П.В.,**

*Вінницький національний технічний університет*

### **РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ДОДАТКУ «WORDS WITH FROG» ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ІНОЗЕМНИХ СЛІВ**

**Анотація.** Розглядаються методи застосування ефективних технологій для вивчення іноземних слів, що базуються на використанні мнемотехніки, при розробці мобільного додатку.

**Ключові слова:** мобільний додаток, гра, вивчення іноземних слів, мнемотехніка.

**Abstract.** Technologies for efficient learning foreign words are considered. Also described ways of applying these technologies for developing mobile application.

**Keywords:** mobile application, game, learning foreign words, mnemonic.

В сучасному світі вивчення іноземних мов є одним з найактуальніших питань. З кожним днем іноземні мови все більше входять в повсякденне життя людини, тому для багатьох дане питання є пріоритетним. Звичайне “зазубрювання” матеріалу, яке зараз є найбільш розповсюдженим, не надає очікуваних результатів, тому створення програмного продукту який дозволить підвищити ефективність даного процесу є доцільним та актуальним.

Метою розробки є процес покращення якості та швидкості вивчення іноземних слів.

Об’єктом дослідження є програмні додатки для вивчення іноземних слів.

Предметом дослідження постають технології ефективного вивчення іноземних слів, та їх використання для розробки програмного додатку.

Головною задачею є розробка програмного продукту для вивчення іноземних слів “Words with Frog”, який базується на мобільній платформі. Такий додаток дозволяє пришвидшити процес навчання та зробити його більш ефективним.

### Результати дослідження

Програмний додаток “Words with Frog” призначений для ефективного вивчення іноземних слів. Його ефективність полягає у використанні технологій, що базуються на використанні мнемотехніки. Мнемотехніка – сукупність спеціальних прийомів та способів, що облегшують запам’ятовування необхідної інформації шляхом утворення асоціацій (зв’язків): заміна абстрактних об’єктів і фактів на поняття, що мають візуальне представлення, зв’язування об’єктів з інформацією, що вже міститься в пам’яті. Мнемотехніка використовує пояснювальне кодування та візуальні образи і допомагає асоціювати вхідну інформацію з чимось більш значущим для людини, що, в свою чергу, дозволяє забезпечити краще зберігання інформації в мозку [1].

Додаток базується на мобільній платформі, що дозволяє зручно вивчати слова в будь-якому місці, маючи при собі лише смартфон на базі операційної системи Android.

В додатку присутній режим навчання, в якому користувач має змогу оволодіти технікою створення початкових асоціативних зв’язків для запам’ятовування іноземних слів. Для утворення зв’язків для невідомого слова необхідно:

- уявити образ його перекладу рідною мовою;
- уявити образ, який асоціюється зі звучанням іноземного слова;
- поєднати дані образи таким чином, щоб утворилась єдина нерозривна картинка.

Таким чином, якщо користувач пам’ятає переклад слова, то за допомогою даного результуючого образу можна відновити вимову іноземного слова і навпаки – маючи іноземне слово, можна відтворити переклад [2].

Метод запам’ятовування іноземних слів полягає в пошуку асоціацій (рис. 1).

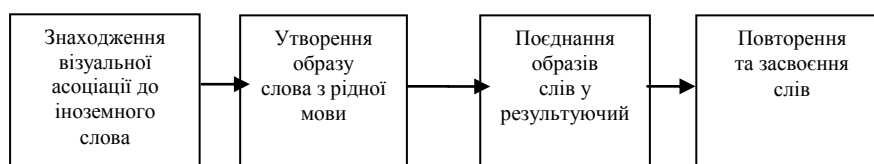


Рисунок 1 – Схема вивчення іноземних слів за допомогою програмного додатку “Words with Frog”

Після утворення асоціацій між значенням слова та його перекладом, користувач вже може відтворювати слово, проте такий зв’язок ще не є стійким і досить швидко вивчене слово може бути втрачене з пам’яті. Тому ігровий режим повторення слів допомагає закріпити



слово у пам'яті на довгий час. При використанні такого підходу користувач повинен повторювати слова протягом не менше, ніж чотирьох днів, тричі щодня. Повторення полягає у знаходженні правильного перекладу для запропонованого слова за відведений час. Кожного наступного дня час, відведений на пошук відповіді, зменшується, що дозволяє підвищити швидкість відтворення слів.

### **Висновки**

Таким чином, було розглянуто методи застосування технологій, що базуються на використанні мнемотехніки при розробці гри на базі мобільних платформ для вивчення іноземних слів. Додаток “Words with Frog” надає можливість пришвидшити процес вивчення іноземних слів, а також забезпечує значне підвищення терміну збереження в пам'яті вивчених слів за рахунок впровадження нових навчальних методів з використанням базових основ мнемотехніки, що дозволить вільно використовувати вивчені слова як в активному спілкуванні, так і в пасивній пам'яті.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

- 1.Mnemonic [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Mnemonic>
- 2.Engancing School Success with Mnemonic Strategies [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <http://www.ldonline.org/article/5912/>

**Стаканов А.Д.,**

*Одеський національний політехнічний університет*

## **РОЗРОБКА ЧИСЕЛЬНОЇ МОДЕЛІ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ АВТОМОБІЛЯ**

Сучасне конструювання автомобільної техніки потребує зокрема, постійного удосконалення складових механічних трансмісій з метою підвищення їх технічного рівня. Експлуатаційні характеристики, вартість і маса редукторних механізмів, що входять в трансмісію машин значною мірою визначається довговічністю і надійністю зубчастих зацеплень. У зв'язку з цим до актуальних задач, направлених на підвищення навантажувальної здатності і надійності зубчастих передач трансмісій, належить пошук шляхів уточнення розрахункових методик по визначенню нерівномірності розподілу характеру контактного тиску в зубчастих зацепленнях в фазах однопарного і двухпарного зацеплення і усунення зон найбільшої її концентрації.

Конструктивні особливості і умови експлуатації зумовлюють необхідність уточнення відомих методів [1] визначення розподілу навантаження уздовж ліній контакту в одно- і багатопарних фазах циліндричних евольвентних зубчастих зацеплень прямозубих, косозубих коліс і коліс з арковими зубцями, що безпосередньо впливає на достовірність визначення при проектуванні, відповідних показників міцності, надійності і віброакустичної активності зубчастих передач. В якості об'єкта дослідження вибрана трьохвальна 5-ти ступенева коробка перемикання передач (КПП) вантажного автомобіля. На основі робочих креслень розроблені твердотільні моделі кожної деталі у програмному пакеті Solidworks (рис. 1).

Далі усі частини було зведено у єдину збірку з умовами взаємного розташування та контактними умовами. Розробка чисельної моделі коробки передач методом кінцевих елементів виконувалась в програмному комплексі ANSYS. Розроблена за допомогою пакета Solidworks модель була імпортована в ANSYS Workbench. Як кінцевий елемент для моделювання деталей коробки передач використано тривимірний міцностний твердотілий 20 вузловий елемент SOLID186. Контактні поверхні в місцях контакту зубчастих коліс, зубчастих муфт, синхронізаторів та тіл кочення з обоймами підшипників моделювались за допомогою контактних елементів – CONTA174 та TARGE170.

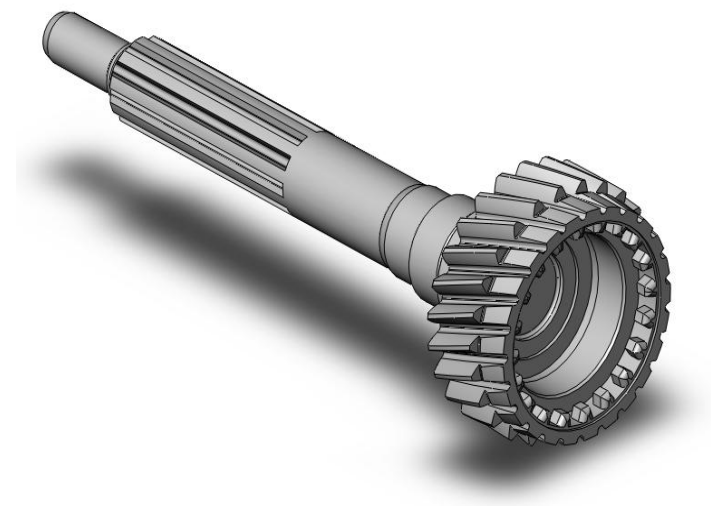


Рисунок 1 – Модель первинного валу КПП

Генерація сітки та задання контактних умов виконано в автоматичному режимі програмою ANSYS Workbench (рис. 2).

Розроблена чисельна модель дає можливість найбільш точно визначити напружено-деформований стан коробки передач та уточнити визначення характеру розподілення контактного навантаження, що дозволяє ефективно вирішувати контактні задачі зубчастих передач з урахуванням технологічних і деформаційних похибок у випадках однопарного і багатопарного зачеплення, та виконувати розрахунок оптимальної подовжньої і профільної модифікації прямих, косих та аркових зубів для будь якого режиму навантаження.

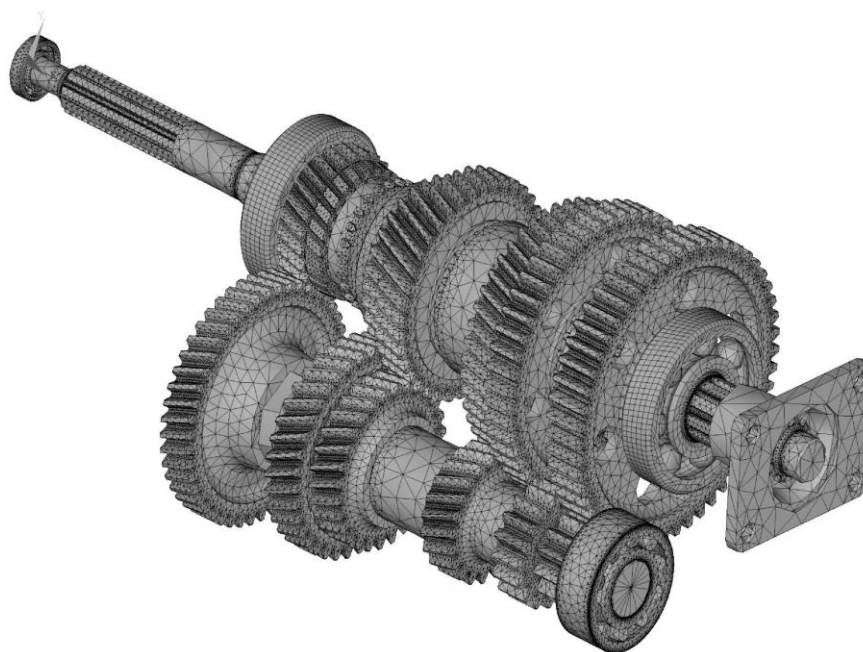


Рисунок 2 – Кінцево-елементна модель КПП

Підвищення точності розрахунків дозволить понизити металоємність коробки передач, зменшити рівень шуму і вібрації та збільшити зносостійкість зубчастих зачеплень.

#### Література

1.Заблонский К.И. Зубчатые передачи. Распределение нагрузки в зацеплении. – Киев: Техника, 1977. – 206 с.

## СРЕДСТВА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ХРУПКИХ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

В настоящее время все более широкое применение находят изделия из хрупких неметаллических материалов (ХНМ), к которым относятся технические стекла, ситаллы, различные виды технической керамики, успешно заменяющие металлы во многих отраслях промышленности. Обладая такими важными эксплуатационными характеристиками, как высокие твердость, прочность на сжатие, коррозионная, химическая и термостойкость, радиопрозрачность, они используются для изготовления изделий ракетно-и самолетостроения, энергомашиностроения, приборостроения (рис. 1).



Рисунок 1 – Примеры конструкций изделий из технической керамики

Однако из-за повышенных твердости и хрупкости эти материалы относятся к категории труднообрабатываемых, что делает возможным осуществлять их механическую обработку преимущественно абразивным способом. Одним из наиболее распространенных вариантов является использование алмазного шлифования при формировании наружных и внутренних поверхностей деталей - конструкций из ситаллов (рис. 2, а), например, антенных обтекателей, используемых в ракетной и авиационной технике, контейнеров для гидрологических приборов, представляющих собой тонкостенные крупногабаритные оболочки. Однако в ряде случаев конструкция деталей названного класса предполагает необходимость обработки сложных фасонных поверхностей (см. рис. 1), прежде всего отверстий. В существующем производстве сверление может выполняться твердосплавными перовыми или кольцевыми алмазными сверлами. В обоих случаях операция является трудоемкой и может сопровождаться браком уже готовой детали из-за осложненных условий работы инструмента.

С целью повышения производительности и надежности процесса формообразования отверстий и других фасонных поверхностей может быть использован способ ультразвуковой обработки (УЗО) (рис. 2, б) несвязанным абразивом, зерна которого получают энергию от инструмента, совершающего колебательные движения с ультразвуковой частотой (обычно это  $18 \pm 1,35$  и  $22 \pm 1,65$  кГц) [1]. Абразивная суспензия, состоящая из зерен абразива – карбидов бора или кремния и воды в качестве жидкой фазы, подается в технологическую зону. Зерна суспензии испытывают ударное воздействие от инструмента, профиль которого соответствует профилю образуемой поверхности.

В результате проведенных исследований установлено, что развитие дефектного слоя, вызванного обработкой, зависит прежде всего от уровня силового воздействия на формируемую поверхность. Силовым воздействием можно управлять, меняя входные параметры технологического процесса, которые определяют условия абразивной обработки, в частности, используя смазочно-охлаждающие технологические среды высокой степени поверхностной активности по отношению к обрабатываемому материалу [2] как на

операциях шлифования, так и при УЗО, где в качестве жидкой фазы абразивной суспензии рекомендуется использовать водные растворы поверхностно-активных веществ [3].

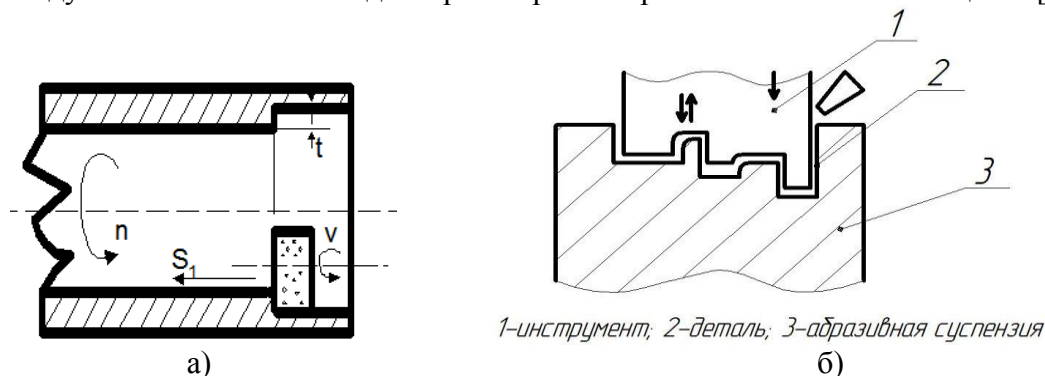


Рисунок 2 – Схемы обработки изделий из ХНМ: а - внутреннее алмазное шлифование; б – размерная ультразвуковая обработка

Являясь составным компонентом системы процесса резания, поверхностно-активные технологические среды за счет адсорбционных взаимодействий атомов среды и деформируемого твердого тела, в силу особенностей физико-химического строения ХНМ, особенно технических стекол и ситаллов, оказывают разупрочняющее действие на слой удаляемого припуска, изменяют характер его разрушения, положительно влияя на процессы, протекающие в зоне резания. В результате уменьшается энергоемкость абразивной обработки, улучшаются условия работы режущего инструмента, повышаются производительность и качество обрабатываемой поверхности, эксплуатационные характеристики изготавливаемых деталей. Экспериментально установлено, что использование поверхностно-активных технологических сред при абразивной обработке ХНМ позволяет по сравнению с водой снизить энергоемкость процесса резания до 40%, благоприятно изменив глубину и структуру возникающего в результате обработки дефектного слоя. Общая глубина проникновения дефектов (обработка технических стекол и ситаллов) уменьшается практически вдвое при снижении средних размеров единичных дефектов в 1,6 - 2,2 раза, что положительно сказывается на прочности изделий.

#### Список использованных источников

1. Хмелев В.Н. Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности / В.Н. Хмелев, А.Н. Сливин, Р.В. Барсуков и др. - Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. - 203 с.
2. Калафатова Л.П. Особливості механічної обробки виробів із крихких неметалевих матеріалів / Л.П. Калафатова // Процеси механічної обробки в машинобудуванні. Зб. наук. праць. – Житомир: ЖДТУ, 2007. – Вип. 5: к 2-х ч. – Ч. 1. – С. 72-87.
3. Калафатова Л.П. Способы повышения эффективности обработки фасонных поверхностей в изделиях из хрупких неметаллических материалов / Л.П. Калафатова, М.В. Тупикина // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць. – Краматорськ: ДДМА, 2016. Вип. №38. – С. 78-84.

**Харченко А.О.,**  
Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»

#### ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ РУХУ РУХОМОГО СКЛАДУ НА НЕРІВНИХ ДІЛЯНКАХ ШЛЯХУ

Процес взаємодії колісних пар з коліями є одними з основних чинників, що впливає на критичну швидкість, стійкість та безпеку руху рухомого складу. Від параметрів взаємодії

між колесом та рейкою залежать також енергетичні та експлуатаційні показники рухомого складу. Перевитрати енергії, що виникають при зношеності коліс, можуть доходити до 10 % від загальної кількості паливно-енергетичних ресурсів необхідних на тягу поїзда. Тому дослідження цих процесів є актуальним завданням, що потребує розробки узагальнених математичних моделей, котрі описують руху поїзда та процеси, які виникають при взаємодії колісних пар з коліями на нерівних ділянках шляху.

В роботі розроблені математичні моделі для дослідження стійкості та оптимальних параметрів руху рухомого складу при відсутності деформацій в системі «колесо-рейка» [1]. Основною метою роботи є дослідження бокових коливань рухомого складу при його русі по нерівних ділянках колії, оцінка стійкості та критичної швидкості руху поїзда за допомогою теорії Ляпунова. Особливе значення при формулюванні контактної проблеми є точне прогнозування точок взаємодії колеса та рейки. Їхні координати прогнозуються в режимі реального часу, шляхом динамічного аналізу, що враховує нерівності поверхонь. Для більш детального опису фізичних процесів, використовується теорія коливань та пружності. При взаємодії гребня бандажу та рейки значно зростають сили контактної взаємодії в системі «колесо-рейка». В даному випадку можуть бути порушені граничні значення показників безпеки руху, однією з яких є критична швидкість. Дана задача для рухомого складу може бути розв'язана за допомогою теорії стійкості Ляпунова шляхом дослідження бокових коливань. Кінематика управління колісними парами базується на основі точної геометрії профілю рейки та колеса [2]. Задача контакту в даній системі може бути представлена у вигляді нормальної та тангенціальної задач. Основна мета першої задачі – визначення розміру та форми зони контакту та розподілу нормальних контактних напружень. Результати розв'язання нормальної задачі, використовують для знаходження розв'язку тангенціальної, мета якої – визначення розподілу дотичних напружень та моментів зчеплення та проковзування в контактній зоні. Більшість із сучасних моделей негерцівського контакту зводяться до дослідження контактних еліпсів. Одним з методів оптимізації параметрів деформованих поверхонь є інтерполяція. Вона дозволяє описувати поверхню не в якості однієї змінної – радіусу  $r$ , а й використовувати відхилення для детального опису параметрів поверхонь в результаті руху.

Джерелом всіх динамічних збурень на шляху та рухомому складі є колісна пара, яка рухається на нерівних ділянках шляху, або має власні нерівності на поверхні катання. Конструкція колісної пари та розміщених на ній пристроїв впливає на хід всіх динамічних процесів. Дослідження бокових коливань вказують на наявність критичної швидкості у рухомому складі, при якій здійснюється втрата стійкості прямолінійного рівномірного руху та значення окремих координат починають зростати. Наростання амплітуд коливань обмежується гребнями бандажів – для уникнення їх частого контакту з рейкою необхідно враховувати критичну швидкість, при якій процес зносу в системі «колесо-рейка» є мінімальним. Амплітуди коливань колісних пар обмежуються поперечним зазором в рейковій колії. В даному випадку можливе виникнення автоколивань. Вони небезпечні тим, що сили, які ними створюються інтенсивно нарастають зі збільшенням швидкості тягового складу, внаслідок чого, знижується безпека руху.

Критична швидкість залежить від конусності бандажів, а також від інерційних, пружних, дисипативних та геометричних параметрів рухомого складу. Впливають на стійкість також характеристики та параметри жорсткості зв'язків. Тому визначати критичну швидкість необхідно для екіпажу в цілому. При дослідженні стійкості необхідно встановити початкові параметри на відхилення першої колісної пари, та змінюючи швидкість руху, аналізувати процеси коливання, відносу та впливання. Критичному значенню швидкості відповідає певний характер втрати стійкості з ростом амплітуд по певній координаті [3].

Модель стійкості руху рухомого складу на прикладі дизель-поїзда ДЕЛ-02 створена в пакеті математичного моделювання Matlab (Simulink Toolbox). В результаті моделювання отримуємо графіки бічних коливань колісної пари відносно осі шляху, які характеризують стійкість руху. За даними графіками, ми можемо визначати критичну швидкість для

підтримки стійкості та безпеки руху. Отримані значення бокового відносу та впливання колісних пар відповідають реальним характеристикам руху дизель-поїздів, що свідчить про адекватність розробленої моделі. Це дає можливість моделювати різні стратегії ведення поїзда та використовувати графіки залежностей, отримані в результаті цього, для аналізу ефективності цих стратегій.

Комп'ютерна модель включає функціональну схему моделі стійкості при прямолінійному русі – модель Картера, що містить модуль рівняння бокового відносу та впливання, функціональну схему моделі руху дизель-поїзда та функціональну схему моделі для дослідження руху на нерівних ділянках шляху. Switch Case Action Subsystem дозволяє обирати необхідну стратегію руху дизель-поїзда (рівномірний, розгін, гальмування). Вхідний керуючий сигнал формується за допомогою суми ступінчатих сигналів, що визначають умови наявності нерівностей.

Впровадження розроблених математичних моделей в системах автоматичного керування та підтримки прийняття рішень машиністом дасть можливість використовувати характеристики колеса та рейки для моделювання динаміки руху рухомого складу на прямих та кривих ділянках шляху, а також дозволить оцінити стійкість руху при проходженні горизонтальних нерівностей шляху та втрати енергії.

### Список літератури:

1. Дмитриенко В.Д. Моделирование и оптимизация процессов управления движением дизель-поездов / В.Д. Дмитриенко, А.Ю. Заковоротный. – Харьков: Изд. центр «НТМТ», 2013. – 248 с.
2. Заковоротный А.Ю. Моделирование движения состава с учетом взаимодействия колеса с рельсом / А.Ю. Заковоротный, А.А. Харченко // Тези доповіді Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми інформатики та моделювання». – Харків: НТУ «ХПИ», 2015. – С. 45.
3. Заковоротный А.Ю. Использование теории устойчивости при исследовании движения тягового подвижного состава на неровных участках пути / А.Ю. Заковоротный, А.А. Харченко // Матеріали Міжнародної наукової конференції «Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту». – Херсон: ХНТУ, 2016.- 71-72 с.

**Хведенчук О.В.,**

*Луцький національний технічний університет*

## **ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ КОНСЕРВУВАННЯ СТЕБЛОВИХ КОРМІВ У ПЛІВКОВИХ РУКАВАХ**

За кордоном однією з найбільш поширених серед нових технологій є консервування стеблових кормів у плівкових рукавах. Суть цієї технології полягає в тому, що підготовлена традиційним способом рослинна маса за допомогою пакувальної машини подається в довгі полімерні рукави, довжина яких становить 45, 60, 75 і 90 м, а діаметр – 2,4, 2,7 і 3,0 м. Корм у плівкових рукавах може зберігатися протягом двох років без втрат поживних речовин.

У світовій практиці існує дві технологічні схеми заготівлі кормів у поліетиленових рукавах. Перша з них передбачає консервування подрібненої рослинної маси і полягає в тому, що корм завантажувється у приймальний бункер обладнання, а потім запресовується у плівковий рукав, який збирається у вигляді штори і кріпиться на спеціальному каркасі. Друга технологічна схема передбачає вкладання на платформу спресованих кормів у паки або рулони і їх наступне обгортання поліетиленовою плівкою.

Машини для консервування стеблових кормів у плівкових рукавах виготовляють фірми **"AG-BAG"** (США), **"EBKO"** (Данія), **"Pronovost"** (Канада), **"ELHO"** (Фінляндія),

**"AMITY"** (Канада), **"Ostroj"** (Чехія) та ін. У країнах Східної Європи набувають поширення агрегати для заготівлі кормів у плівкових рукавах канадської фірми **"AMITY"**, які за ліцензією чеська фірма АО **"Zemas AG"** виготовляє у двох варіантах – **"AMITY"** SPM-9 та **"AMITY"** SPM-10, що схожі за своєю конструкцією, але мають різну ширину ротора. Подібне обладнання випускають чесько-нідерландська фірма **"Euro-bagger"**, **"LUCLAR"** та Республіка Білорусь під марками відповідно **"Euro-bagger-3000"**, **"Manitoba"** та **УСМ-3**.

Технологічна схема машини для закладання стеблових кормів у плівковий рукав наведена на рис.1. Заготовлена традиційним способом для силосу або сінажу рослинна маса, подрібнюється і завантажується в транспортні засоби, якими транспортується до агрегату, що складається з пакувальної машини та трактора. Транспортні засоби вивантажують рослинну сировину в приймальний бункер 2 машини. Далі маса стрічковим конвеєром 3 транспортується до ротора 4 і бітерів 7 та 9. При цьому ротор і нижній бітер 5 відокремлюють її від моноліту і рівномірним потоком подають в тунельну камеру 11, а верхній бітер 9 зчищає зайвий шар маси і скидає назад в бункер.

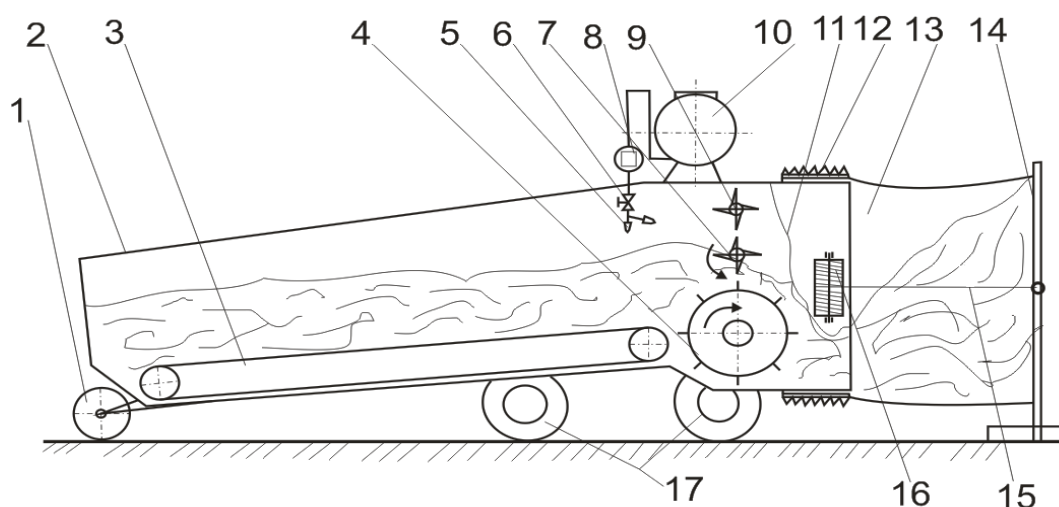


Рисунок 1 – Технологічна схема машини для закладання стеблових кормів у плівковий рукав

Оскільки тунельна камера зверху, з боків і знизу обмежена стінками та столом, а її вихідне вікно перекрите поліетиленовим рукавом 13 і підперте ґратами 14, то подача ротором кожної наступної порції маси спричинятиме до поступового зростання тиску в цій камері, внаслідок чого маса буде витіснятися з камери в поліетиленовий рукав і заповнюватиме весь його об'єм.

У процесі запресовування маси в поліетиленовий рукав обладнання автоматично просувається вперед. При цьому рукав поступово стягується з кільця 12, а з обох його сторін з барабанів 16 розмотуються канати 15, які вільним кінцем прикріплені до ґрат 14 і утримують їх від поздовжнього переміщення, що забезпечує заповнення рукава масою зі щільністю в межах 540...590 кг/м<sup>3</sup>. За потреби під час заготівлі кормів, що важко консервуються або мають підвищену вологість, з ємкості 10 за допомогою насоса-дозатора 8 через розпилювач 6 вводиться консервант.

Після закінчення завантаження подрібненої маси кінець плівкового рукава герметизують. Для цього його очищають від маси, загинають краї та затискають їх між двома дошками, які скріплюють цвяхами, або просто зав'язують. При цьому в рукаві монтується кран для спускання надлишкових бродильних газів. Процес бродіння триває 5...10 днів, тому протягом цього періоду необхідно спостерігати за станом рукава і в міру накопичення газів їх випускати через кран. Після завершення процесу бродіння кран залишають закритим. Корм в такому стані може зберігатися на спеціально виділеному для цього майданчику з вирівняною поверхнею протягом

*Наукове видання*

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ  
ВСЕУКРАЇНСЬКОГО ФОРУМУ СТУДЕНТІВ  
ПОЛІТЕХНІЧНИХ УНІВЕРСИТЕТІВ**

26 – 28 квітня 2017 року

*(українською та російською мовами)*

***Відповідальний за випуск:  
Михалишин Б.Є.***

Підписано до друку 03.04.2017. Папір офсетний. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Гарнітура Таймс. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 4,6.  
Обл.-вид. арк. 3,7. Тираж 50 прим. Зам. № 4588.

---

Надруковано у видавничому відділі МТУ «Миколаївська політехніка»,  
м. Миколаїв, Спаський узвіз 13, тел. (0512) – 565550