

Вінницький національний технічний університет  
Факультет машинобудування та транспорту  
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

Графічний матеріал до  
магістерської кваліфікаційної роботи  
на тему:

**Підвищення достовірності контролю гальмівної ефективності легкових автомобілів  
в умовах товариства з обмеженою відповідальністю "Вімпекс" місто Вінниця**

**спеціальність 274 – «Автомобільний транспорт»**

Розробив: ст. гр. 1АТ-19м  
Еспінель Еспіноса Андель Ізраель

Керівник: к.т.н., доц.  
Кашканов В. А.

Вінниця – 2020 р.

**Мета роботи** – надання практичних рекомендацій щодо підвищення достовірності контролю гальмівної ефективності легкових автомобілів в умовах товариства з обмеженою відповідальністю "Вімпекс" місто Вінниця

### **Завдання дослідження**

- виконати науково-технічне обґрунтування необхідності підвищення достовірності контролю гальмівної ефективності легкових автомобілів;
- виконати математичне моделювання процесів гальмування автомобільного колеса на опорних роликах діагностичного стенду;
- провести аналіз діяльності та стану виробничо-технічної бази станції технічного контролю товариства з обмеженою відповідальністю "Вімпекс";
- сформулювати рекомендації щодо підвищення достовірності контролю гальмівної ефективності легкових автомобілів на силових роликівних стендах;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях при виконанні робіт з діагностування автомобілів на підприємстві.

### **Методи досліджень**

Дослідження виконані з використанням загальнонаукових методів досліджень (аналіз, синтез, абстрагування, узагальнення, пояснення, класифікація), а також чисельних методів апроксимації і математичного моделювання.

**Об'єкт дослідження** – процес взаємодії еластичних шин з опорними циліндричними поверхнями стенду при контролі технічного стану гальмівної системи АТЗ

**Предмет дослідження** – закономірності, що впливають на показники гальмівної ефективності АТЗ при їх діагностуванні на силових гальмівних роликових стендах

### **Наукова новизна одержаних результатів**

Набув подальшого розвитку метод діагностування гальмівних систем автомобілів на силових гальмівних роликових стендах.

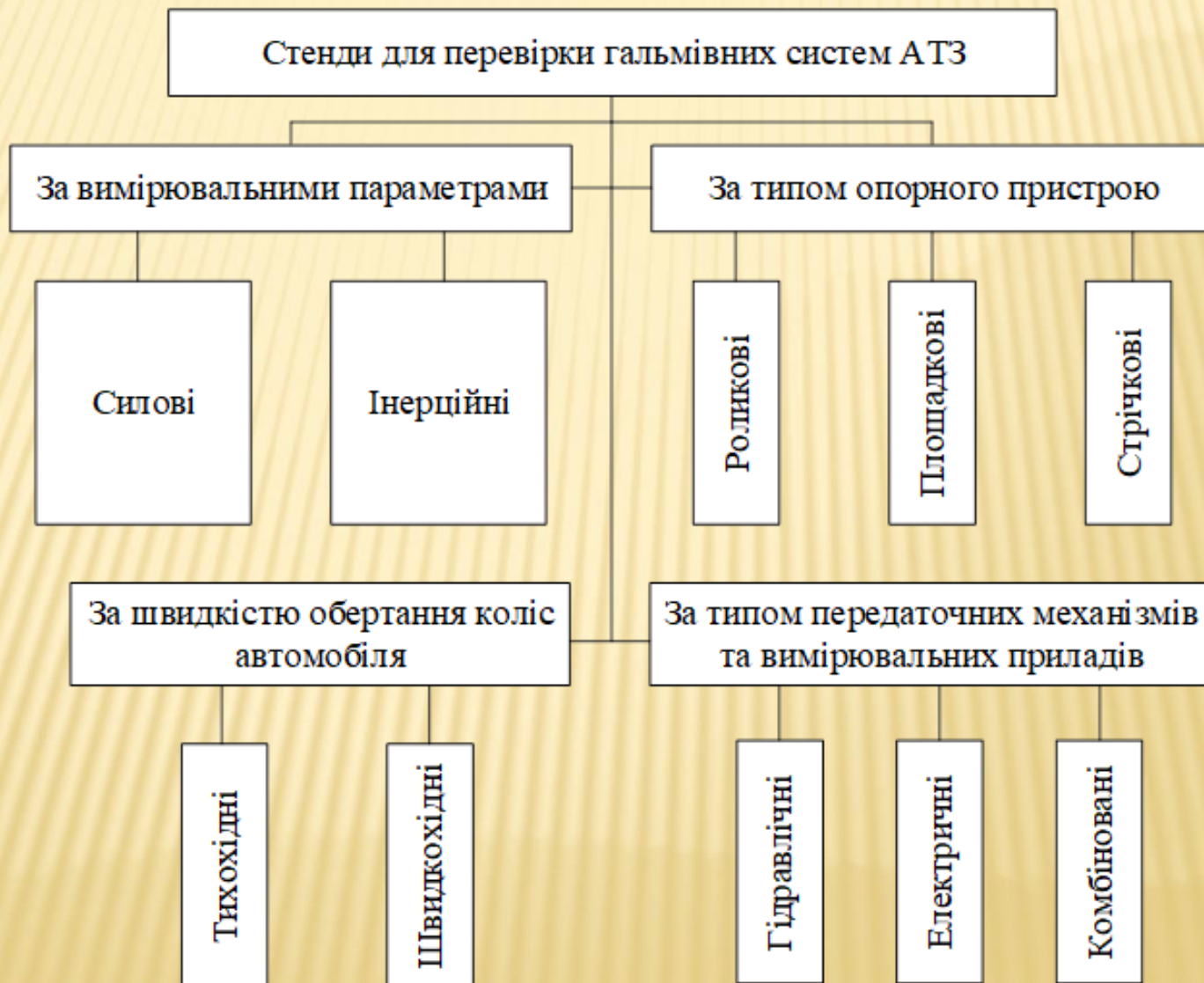
### **Практичне значення одержаних результатів**

Результати наукового дослідження можуть використовуватися стаціями технічного обслуговування автомобілів і центрами технічного контролю щодо підвищення достовірності контролю ефективності гальмівних систем АТЗ категорії М1 на силових гальмівних роликових стендах.

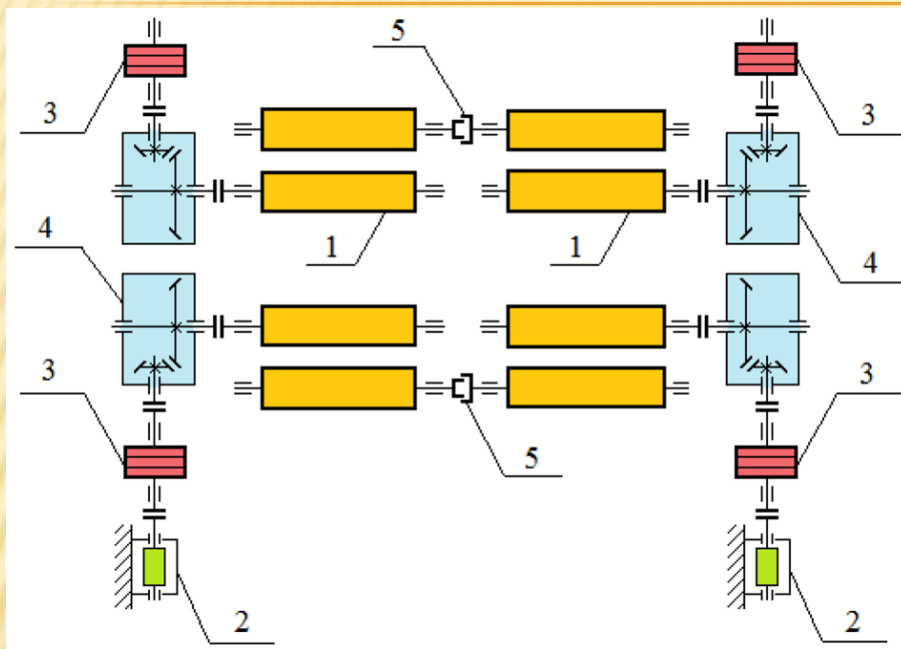
## Класифікація методів контролю гальмівних систем автомобілів



## Класифікація стендів для діагностування гальмівних якостей АТЗ

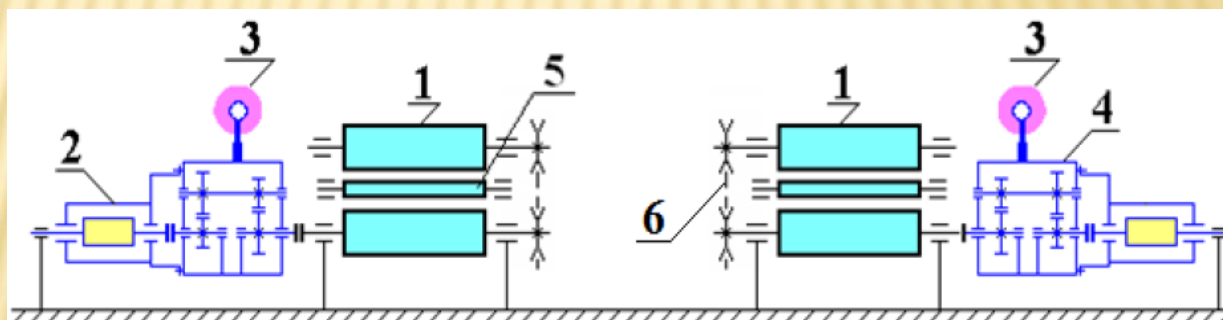


## Аналіз конструкцій сучасних роликів гальмівних стендів



1 - опорні ролики; 2 - електродвигуни; 3 - маховики;  
4 - редуктори, 5 - електромагнітні муфти

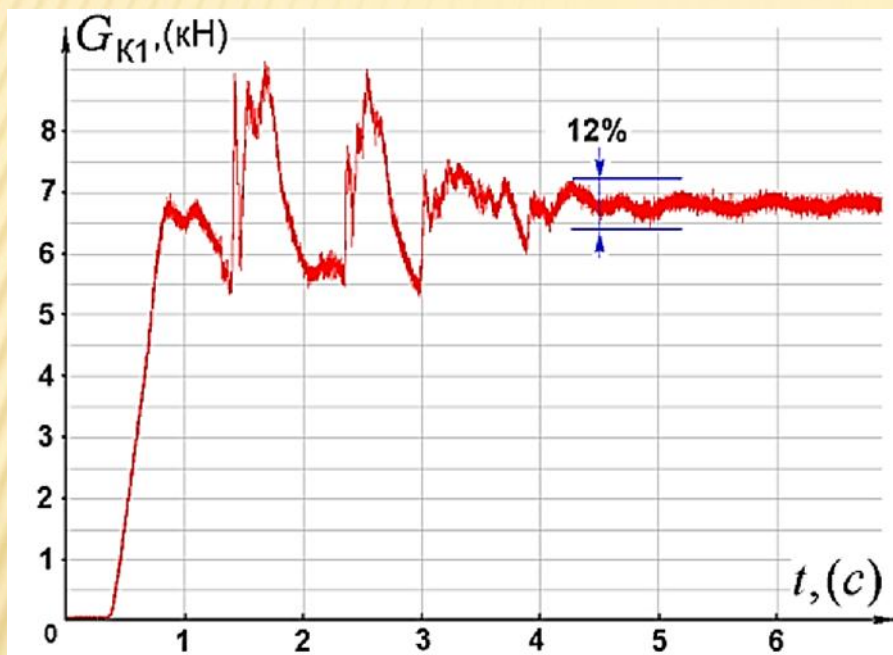
**Схема роликів інерційного стенду**



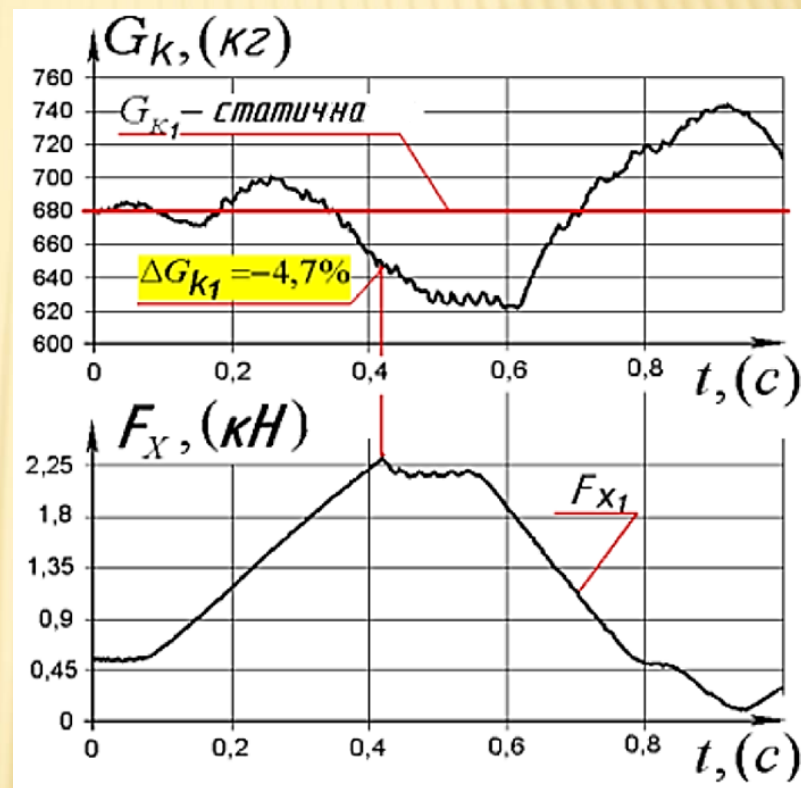
1 - опорні ролики; 2 - електродвигуни; 3 - датчики гальмівної сили; 4 - балансірні редуктори;  
5 – стежачі ролики з датчиками частоти обертання колеса; 6 - ланцюгові передачі

**Схема роликів силового гальмівного стенду**

## Аналіз методів контролю технічного стану гальмівної системи на роликових стендах

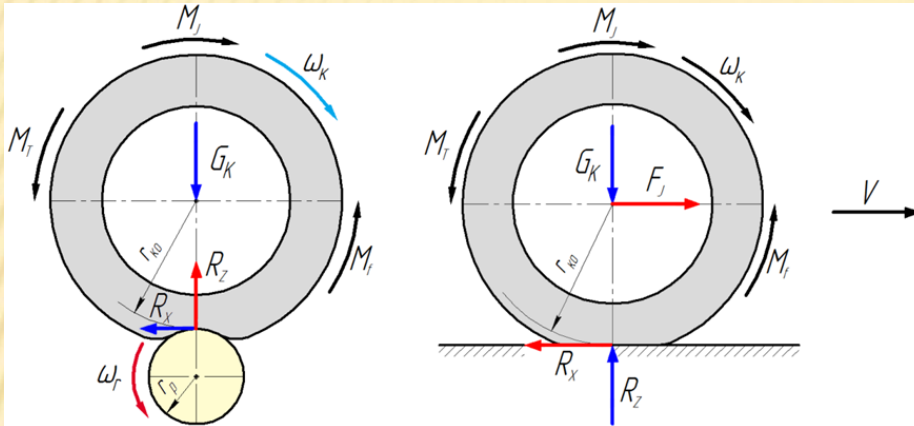


Графік зміни нормального навантаження на осі АТЗ, що діагностується, при наїзді на опорні ролики стенду



Графік зміни величини нормального навантаження на колесах осі автомобіля, яка діагностується, і реалізованої гальмівної сили на силовому гальмівному стенді з опорними роликами

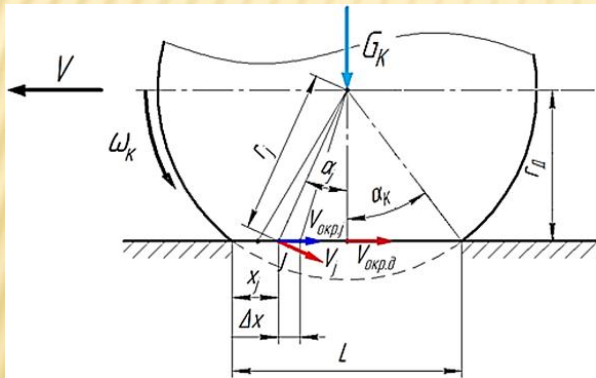
# Елементи математичного моделювання процесів гальмування автомобільного колеса на опорних роликах діагностичного стенду



$$\frac{d\omega_K}{dt} = \frac{M_f + M_r - M_\phi}{J_K}$$

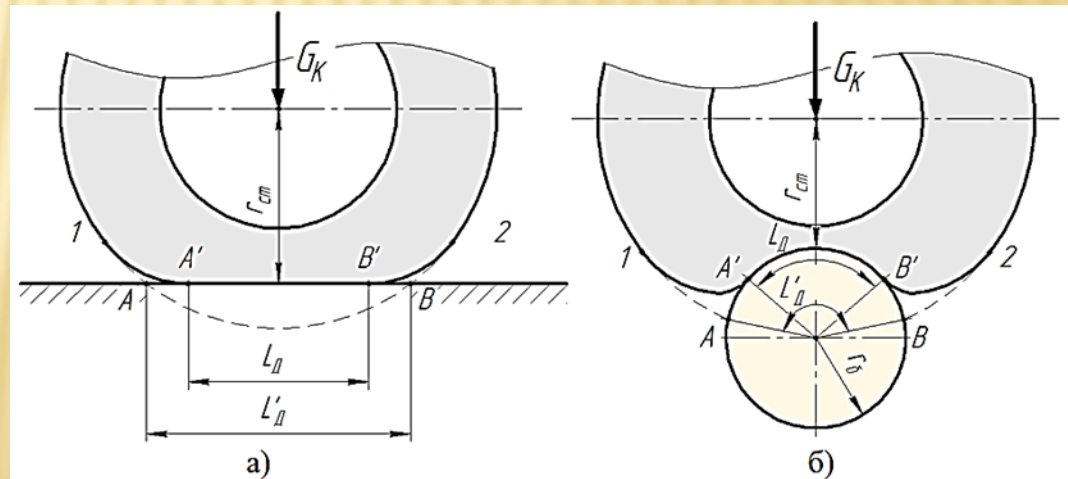
$$\Delta R_{z1} = \begin{cases} K_A \cdot \left( x_j^2 - \frac{L_{z1}^2}{4} \right) & \text{якщо } \Delta R_{zj} < \Delta R_{z \max} \\ \Delta R_{z \max} & \text{якщо } \Delta R_{zj} \geq \Delta R_{z \max} \end{cases}$$

$$\Delta R_X = \begin{cases} \Delta R_{X1} + \Delta R_{X2} & \text{якщо } (\Delta R_{X1} + \Delta R_{X2}) < \Delta R_Z \cdot \mu; \\ \Delta R_Z \cdot \mu & \text{якщо } (\Delta R_{X1} + \Delta R_{X2}) \geq \Delta R_Z \cdot \mu; \end{cases}$$



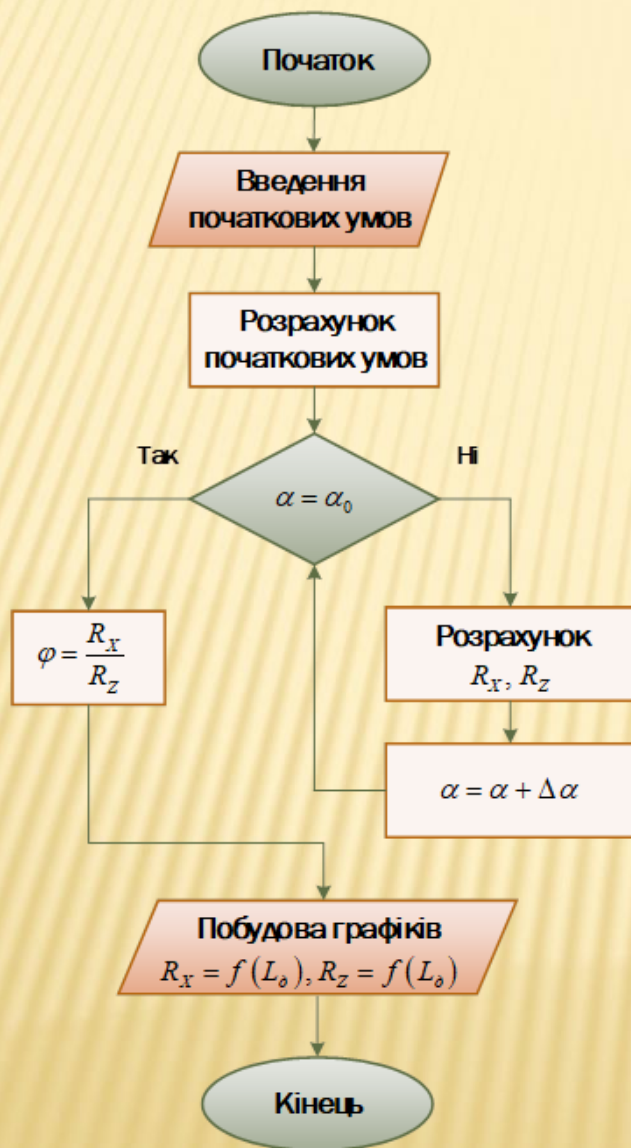
$$R_z = \int_0^{L_z} \Delta R_z (dL)$$

$$R_X = \int_0^{L_x} \Delta R_X (dL)$$





## Алгоритм розрахунку параметрів системи «Шина - Опорна поверхня - Стенд»



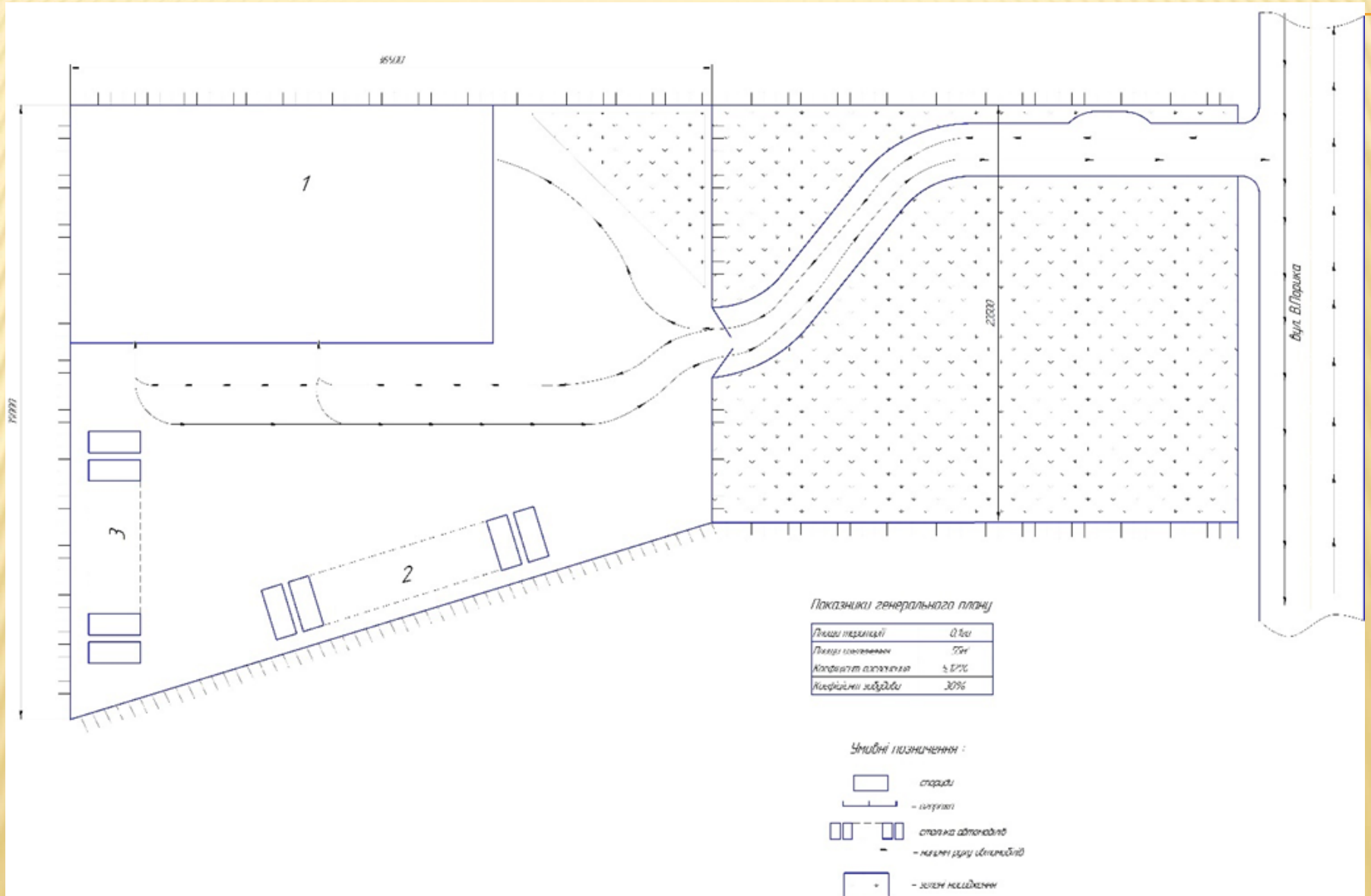
**1 етап** - введення початкових умов. Введення установок профілю опорної поверхні, лінійної швидкості руху опорної поверхні, величини проковзування, коефіцієнта демпфування шини, величини тиску повітря в шині, нормального навантаження, що припадає на колесо, коефіцієнта тертя шини з опорною поверхнею, а також поправочного коефіцієнту для врахування особливостей конструкції шини.

**2 етап** - розрахунок початкових умов. Розрахунок кутової швидкості колеса, прогину шини, силового радіуса колеса, коефіцієнта радіальної деформації шини, довжини зони контакту шини з опорною поверхнею.

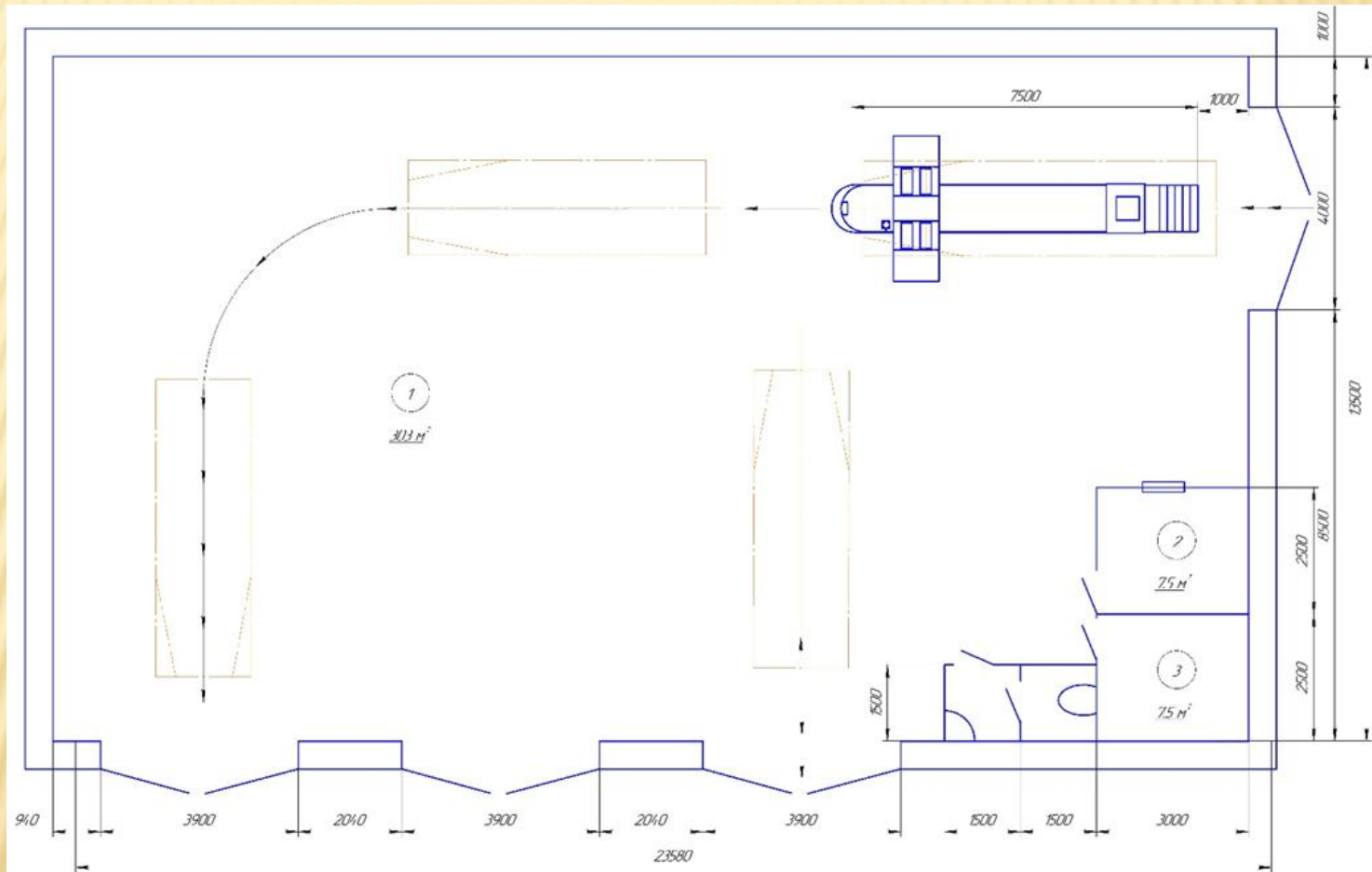
**3 етап** - розрахунок нормальних і поздовжніх дотичних реакцій, розподілених по довжині плями контакту при гальмуванні заблокованого колеса при  $S = 1$ . Розрахунок коефіцієнта зчеплення при гальмуванні колеса в заблокованому режимі.

**4 етап** - побудова епюр нормальних і дотичних реакцій, розподілених по довжині плями контакту при  $S = 1$ .

# Генеральний план підприємства



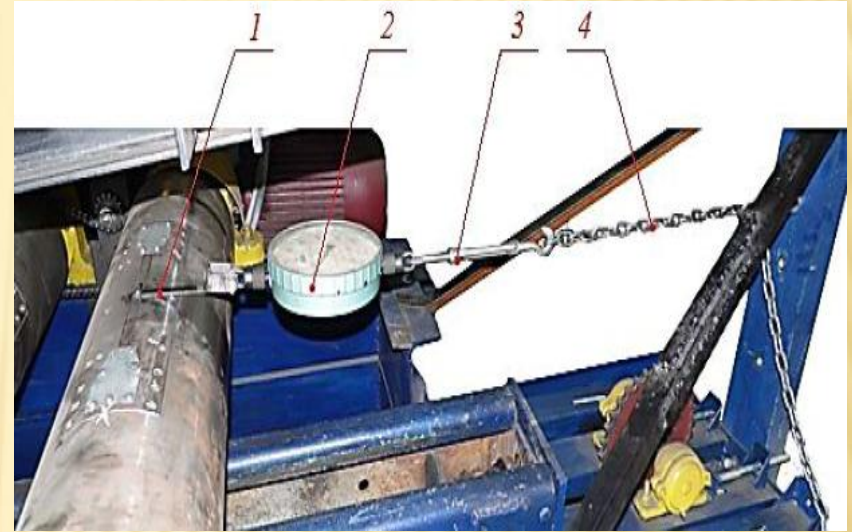
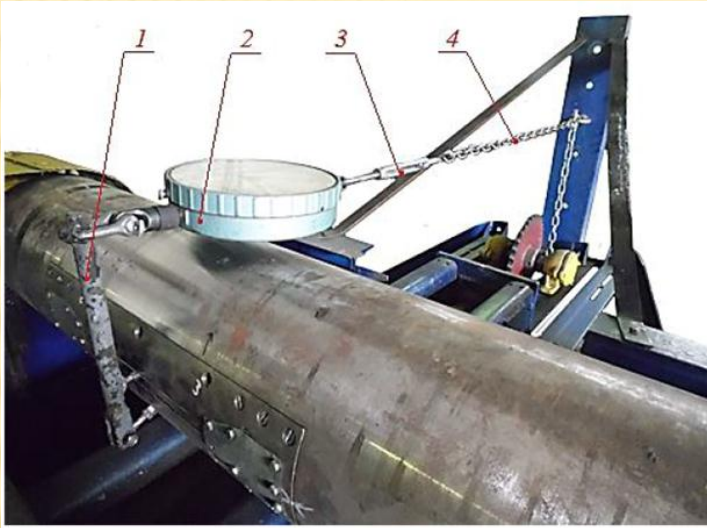
# Планування виробничого корпусу ТОВ «Вімпекс»



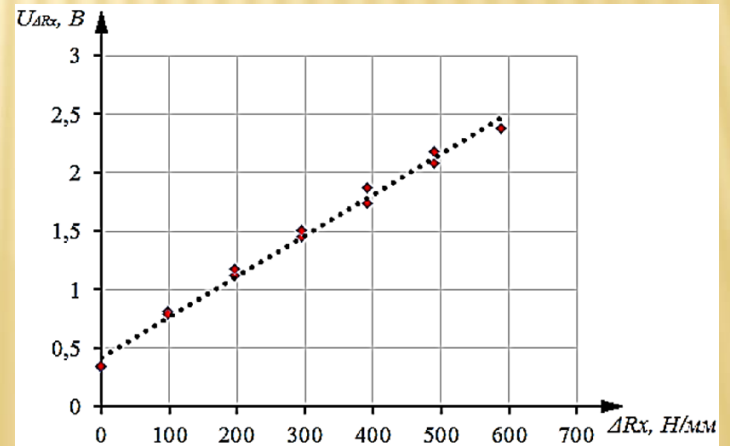
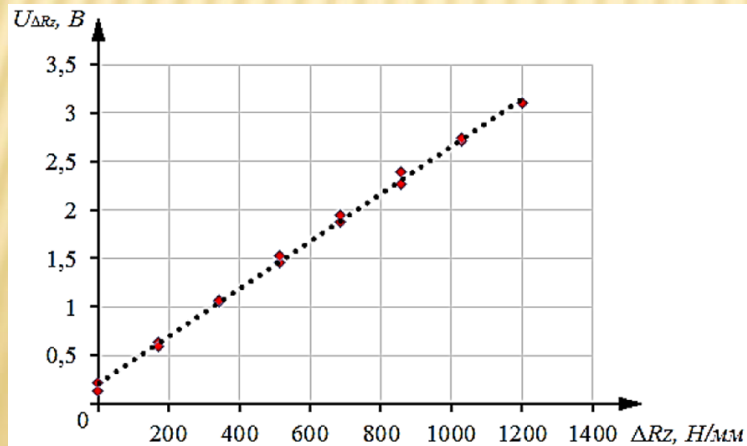
## Схема організації технологічного процесу обов'язкового технічного контролю автомобілів



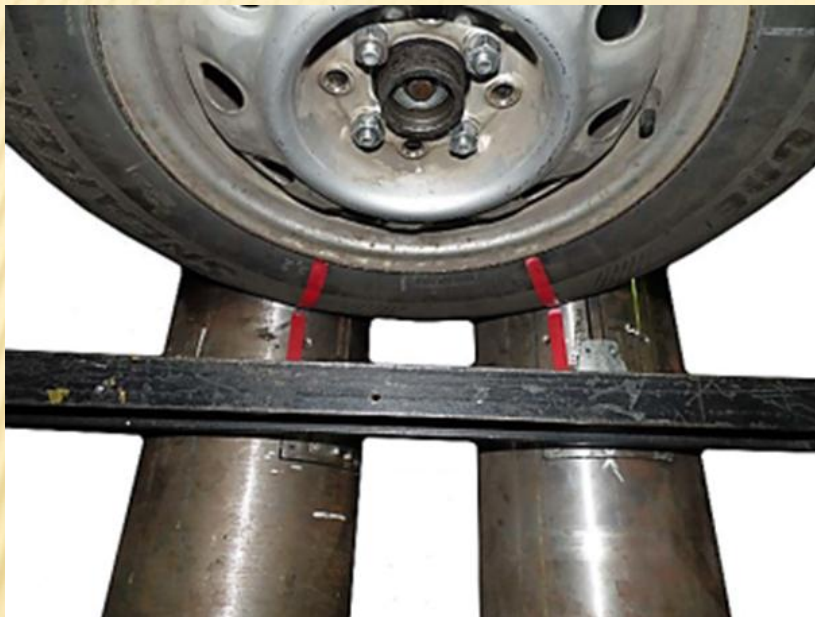
## Тарування системи вимірювання елементарної нормальної реакції веденого ролика



1 - тарирувальний важіль; 2 - динамометр; 3 - талреп;  
4 - ланцюг



## Дослідження силового радіуса колеса з еластичною шиною



## Основні висновки по роботі

Для діагностування та контролю технічного стану гальмівної системи АТЗ в умовах експлуатації, можуть застосовувати як стендові, так і дорожні методи. У зв'язку з недоліками дорожніх методів, широкого поширення набули стендові методи контролю гальмівної ефективності АТЗ на силових гальмівних роликівих стендах.

Контроль технічного стану гальмівних систем АТЗ на силових роликівих стендах не завжди забезпечує достовірні результати визначення показників гальмівної ефективності АТЗ. Причинами низької достовірності контролю гальмівної ефективності АТЗ на силових роликівих стендах є похибки вимірювання силових і кінематичних параметрів

Наведені математичні моделі дозволяють виконувати аналітичні дослідження процесів, що відбуваються в плямах контакту шин коліс АТЗ, що гальмують в заблокованому режимі, розраховувати стаціонарні характеристики зчеплення еластичних шин з опорними поверхнями двох опорних роликів, одиночного опорного ролика і плоскою поверхнею. Розроблений математичний опис враховує вплив на параметри гальмівної ефективності коліс АТЗ профілю опорної поверхні, величини нормального навантаження на шини та їх зносу.

Проведено аналіз діяльності станції обов'язкового технічного контролю ТОВ «Вімпекс». Предметом діяльності підприємства є перевірка технічного стану транспортних засобів на відповідність вимогам безпеки дорожнього руху та охорони навколишнього природного середовища. Підприємство забезпечено виробничо-технічною базою для виконання робіт з перевірки технічного стану транспортних засобів.

Для перевірки технічного стану гальмівної системи на відповідність вимогам нормативних документів підприємство обладнано стендом з діагностування гальмівних властивостей. Для якісного виконання робіт з перевірки технічного стану гальмівних систем транспортних засобів на ТОВ «Вімпекс» необхідно підвищити достовірність їх контролю, що надасть можливість підвищити активну безпеку транспортних засобів, які підлягають обов'язковому технічному контролю.

У результаті виконаних досліджень запропоновано методики: вимірювання елементарних нормальних реакцій, розподілених по довжині плями контакту з циліндричною опорною поверхнею; вимірювання елементарних дотичних реакцій, розподілених по довжині плями контакту з циліндричною опорною поверхнею; дослідження силового радіуса колеса з еластичною шиною; визначення величини зносу рисунку протектора шини.

Запропоновані методики тарирування систем вимірювання дозволяють отримувати функціональні залежності між вихідними сигналами систем вимірювання та вимірюваними фізичними величинами, а також виконати оцінку абсолютних і відносних похибок систем вимірювання стендів з контролю гальмівних властивостей легкових автомобілів. Це дозволить стаціям технічного обслуговування автомобілів і центрам технічного контролю підвищити достовірність контролю ефективності гальмівних систем легкових автомобілів на силових гальмівних роликівих стендах.

На основі аналізу умов праці при виконанні робіт з діагностування гальмівних систем автомобілів було розроблено необхідні організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, організаційно-технічні рішення щодо забезпечення безпечної роботи, запропоновано організаційно-технічні рішення щодо гарантування безпечної роботи.