

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

**А. І. ПАНЧЕНКО, А. А. ВОЛОШИНА, О. В. БОЛТЯНСЬКИЙ,  
І. І. МІЛАСВА, І. А. ПАНЧЕНКО, А. А. ВОЛОШИН**

# **ОСНОВИ ТЕОРІЇ ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ ТА СИСТЕМ**

*Курс лекцій*



Мелітополь – 2021

Автори: А. І. Панченко, А. А. Волошина, О. В. Болтянський,  
І. І. Мілаєва, І. А. Панченко, А. А. Волошин

*Рекомендовано до друку рішенням науково-методичної комісії  
механіко-технологічного факультету Таврійського державного  
агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного  
протокол № 8 від " 11 " травня 2021 р.*

**Рецензенти:**

**В. А. Войтов** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри транспортних технологій і логістики Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка;

**С. В. Воронін** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри машинобудування та технічного сервісу машин Українського державного університету залізничного транспорту.

**Панченко А.І., Волошина А.А., Болтянський, О.В., Мілаєва І.І.,  
Панченко І.А., Волошин А.А.**

**Основи теорії транспортних процесів та систем:** курс лекцій.  
Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2021. 161 с.

Курс лекцій спрямований на формування у студентів наукового світогляду та знань з теорії, методів аналізу експлуатаційних властивостей рухомого складу та оптимізації їх основних техніко-експлуатаційних параметрів, методології системного аналізу для розробки та реалізації заходів з підвищення ефективності використання рухомого складу.

© А. І. Панченко, А. А. Волошина, О. В. Болтянський,  
І. І. Мілаєва, І. А. Панченко, А. А. Волошин, 2021

**ЗМІСТ**

<b>ВСТУП</b>	7
<b>Лекція № 1. ПОНЯТТЯ ТРАНСПОРТУ ТА РУХОМОГО СКЛАДУ</b>	8
1.1. Стисле поняття транспорту	8
1.2. Характеристика видів транспорту, що складають транспорту систему країни	10
1.3. Основні типи та класифікація рухомого складу	14
<i>Питання для самоперевірки</i>	19
<b>Лекція № 2. ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ РУХОМОГО СКЛАДУ</b>	20
2.1. Експлуатаційні властивості рухомого складу	20
2.2. Експлуатаційні властивості та конструкція рухомого складу	24
2.3. Умови експлуатації рухомого складу	26
<i>Питання для самоперевірки</i>	27
<b>Лекція № 3. ЗАГАЛЬНА ДИНАМІКА РУХОМОГО СКЛАДУ</b>	28
3.1. Сили, що діють на рухомий склад в загальному випадку руху	28
3.2. Дотична сила тяги на рушіях	30
3.3. Тяговий баланс рухомого складу	33
3.4. Диференціальне рівняння руху	36
3.5. Визначення нормальних реакцій ґрунту на ведучі та відомі колеса рухомого складу	37
3.6. Баланс потужності рухомого складу	38
<i>Питання для самоперевірки</i>	40
<b>Лекція № 4. ТЯГОВИЙ РОЗРАХУНОК ТА ДИНАМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РУХОМОГО СКЛАДУ</b>	41
4.1. Визначення вагових параметрів рухомого складу	41
4.2. Визначення потужності двигуна	42

4.3. Розрахунок швидкісної характеристики двигуна	42
4.4. Визначення передаточних чисел трансмісії	44
4.5. Розрахунок та побудова динамічної характеристики рухомого складу	46
4.6. Аналіз динамічної характеристики рухомого складу	48
<i>Питання для самоперевірки</i>	48
<b>Лекція № 5. ПАЛИВНА ЕКОНОМІЧНІСТЬ РУХОМОГО СКЛАДУ</b>	49
5.1. Загальні положення	49
5.2. Вимірювачі паливної економічності рухомого складу	49
5.3. Економічна характеристика рухомого складу	52
5.4. Шляхи підвищення паливної економічності рухомого складу	57
<i>Питання для самоперевірки</i>	57
<b>Лекція № 6. РОЗГІН ТА ГАЛЬМУВАННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ</b>	58
6.1. Показники розгінних якостей рухомого складу	58
6.2. Способи поліпшення розгінних якостей рухомого складу	61
6.3. Показники гальмівних якостей рухомого складу	62
<i>Питання для самоперевірки</i>	67
<b>Лекція № 7. КЕРОВАНІСТЬ РУХОМОГО СКЛАДУ</b>	68
7.1. Поняття керованості рухомого складу. Критерії оцінки	68
7.2. Способи повороту рухомого складу	69
7.3. Кінематика повороту рухомого складу	70
7.4. Динаміка повороту рухомого складу	72
<i>Питання для самоперевірки</i>	74
<b>Лекція № 8. СТІЙКІСТЬ РУХОМОГО СКЛАДУ</b>	75
8.1. Визначення граничних статичних кутів підйому (уклону)	75
8.2. Подовжня стійкість по сповзанню	78
8.3. Подовжня стійкість автомобіля з причепом (з навантаженням на крюку)	80

8.4. Поперечна стійкість рухомого складу	82
8.5. Стійкість рухомого складу при русі. Явище замету	84
8.6. Стійкість рухомого складу на повороті	87
<i>Питання для самоперевірки</i>	89
<b>Лекція № 9. ПРОХІДНІСТЬ ТА ПЛАВНІСТЬ ХОДУ РУХОМОГО СКЛАДУ</b>	90
9.1. Тягово-зчіпні параметри прохідності	90
9.2. Геометричні параметри прохідності	91
9.3. Способи поліпшення прохідності	93
9.4. Основні поняття плавності ходу	93
9.5. Вимірювачі плавності ходу	95
9.6. Способи підвищення плавності ходу	96
<i>Питання для самоперевірки</i>	97
<b>Лекція № 10. ПОКАЗНИКИ ВИКОРИСТАННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ</b>	98
10.1. Техніко-експлуатаційні показники використання рухомого складу	98
10.2. Показники, що характеризують ступінь використання рухомого складу	98
10.3. Показники, що характеризують показники роботи рухомого складу	100
10.4. Визначення техніко-експлуатаційних показників, що характеризують роботу транспорту	100
10.5. Вантажомісткість та вантажопідйомність рухомого складу	104
<i>Питання для самоперевірки</i>	107
<b>Лекція № 11. ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ ТА КРИТЕРІЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЇХ ФУНКЦІОНУВАННЯ</b>	109
11.1. Поняття транспортної системи. Місце і роль транспортної системи	109
11.2. Транспортна система та її основні елементи	110
11.3. Транспортні мережі	116
11.4. Моделі транспортної мережі	118

11.5. Показники роботи транспортної мережі	122
11.6. Загально існуючі схеми переміщення вантажів	123
11.7. Критерії ефективності функціонування транспортних систем	125
<i>Питання для самоперевірки</i>	126
<b>Лекція № 12. ТРАНСПОРТНИЙ ПРОЦЕС ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ ТА КРИТЕРІЇ ЙОГО ЕФЕКТИВНОСТІ</b>	
12.1. Транспортний процес, його складові	127
12.2. Характеристика елементів транспортного процесу	128
12.3. Процес перевезення вантажів	132
12.4. Критерії ефективності транспортного процесу	135
12.5. Сфери застосування критеріїв оптимальності	143
<i>Питання для самоперевірки</i>	144
<b>Лекція № 13. ОСОБЛИВОСТІ ВИБОРУ РУХОМОГО СКЛАДУ ТА СПОСОБИ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ</b>	
13.1. Особливості вибору рухомого складу	145
13.2. Організація перевезень вантажів автомобільним транспортом	147
13.3. Класифікація автомобільних перевезень	150
13.4. Особливості перевезення вантажів	153
<i>Питання для самоперевірки</i>	159
<b>ЛІТЕРАТУРА</b>	161

## **ВСТУП**

**Метою** вивчення дисципліни «Основи теорії транспортних процесів та систем» є підготовка висококваліфікованих фахівців до самостійного вирішення теоретичних і практичних задач управління процесами перевезення вантажів та пасажирів, визначення експлуатаційних властивостей та показників використання рухомого складу.

**Завдання дисципліни** – формування у студентів наукового світогляду та спеціальних знань з теорії, методології системного аналізу та підходу, вироблення вмінь і навичок здійснення системного аналізу для розробки і реалізації заходів з підвищення ефективності використання рухомого складу на підприємствах з урахуванням факторів ризику в умовах невизначеності середовища.

У результаті вивчення дисципліни **студент повинен**

**знати:** складові транспортного процесу та особливості елементів транспортної системи; кількісні, якісні характеристики транспортного процесу перевезення вантажів та пасажирів; методика тягового розрахунку та побудови динамічної характеристики рухомого складу; методи аналізу експлуатаційних властивостей рухомого складу та оптимізації їх основних техніко-експлуатаційних параметрів; основні шляхи поліпшення продуктивності, експлуатаційної ефективності та економічності рухомого складу;

**вміти:** визначити продуктивність рухомого складу і техніко-експлуатаційні показники, що її характеризують для різних циклів перевезень; аналізувати вплив умов експлуатації на енергоспоживання в залежності від типу рухомого складу; аналізувати основні характеристики рухомого складу, визначати шляхи їх поліпшення;

**володіти:** навичками дискусії з професійної тематики, термінологією в області транспортних процесів і систем; навичками вирішення теоретичних і практичних задач управління процесами перевезення, методикою визначення техніко-економічних показників рухомого складу; аналізувати отримані результати.

## Лекція № 1

### ПОНЯТТЯ ТРАНСПОРТУ ТА РУХОМОГО СКЛАДУ

- 1.1. Стисле поняття транспорту
- 1.2. Характеристика видів транспорту, що складають транспорту систему країни
- 1.3. Основні типи та класифікація рухомого складу

#### 1.1. Стисле поняття транспорту

Термін "транспорт" походить від латинського слова "transporto", що означає "переношу, перевозжу, переміщую". У цьому слові відображена головна задача транспорту – переміщувати у просторі вантажі та пасажирів. Однак, окрім початкового змісту, цей термін почали використовувати в інших значеннях. Так, у певному контексті під словом "транспорт" розуміють:

- галузь народного господарства, що має своїм призначенням перевезення вантажів та пасажирів;
- комплекс технічних засобів, що забезпечують переміщення матеріальної продукції та людей;
  - власне процес переміщення вантажів або пасажирів у просторі, який іменують словом "транспортування";
  - потік транспортних одиниць, що рухається водним шляхом (судна), повітряним шляхом (літаки), залізничним шляхом (потяги), вулицями або дорогами (автомобілі);
  - окрема партія вантажу, що прямує в певний пункт призначення та на конкретну адресу;
  - вид людської діяльності або спеціальність.

На сьогодні транспорт – це одна із найважливіших галузей матеріального виробництва, що виконує перевезення людей та вантажів.

**Транспорт** представляє собою сукупність засобів перевезення, шляхів сполучення, засобів управління та зв'язку, а також різних технічних пристроїв, механізмів та споруд, що забезпечують їх роботу.

Що ж розуміють під термінами цих складових?

**Засоби перевезення** – це рухомий склад, трубопроводи, контейнери, піддони, одноразова та багаторазова тара.



**Рухомий склад** – це автомобілі, напівпричепи, причепи, транспортні трактори, локомотиви, вагони, судна, літаки.

**Шляхи сполучення** – це автомобільні дороги, залізничні та водні шляхи, повітряні лінії, монорельсові та канатні дороги, трубопроводи, спеціальні магістралі, що пристосовані та обладнані для пересування рухомого складу та переміщення вантажів та пасажирів.

**Засоби управління та зв'язку** – це комплекс пристроїв, що забезпечують збирання, зберігання, обробку та передачу інформації.

**Технічні пристрої та механізми** – це навантажувально-розвантажувальні механізми, конвеєри, бункери, пакетоформуючі машини та ін.

**Споруди** – це гаражі, стоянки, автобази, депо, станції технічного обслуговування, ремонтні майстерні, склади, навантажувально-розвантажувальні пункти, термінали, вантажні та пасажирські станції, вокзали, аеропорти, пристані.

На сьогодні самостійне значення мають такі основні види транспорту:

- наземний (залізничний, автомобільний, трубопровідний, включаючи нафто-, газо- та продуктопроводи);
- водний (морський та річковий);
- повітряний (авіаційний).

**В залежності від свого призначення** транспорт може бути:

- внутрішньовиробничий технологічний транспорт, який забезпечує переміщення вантажів або пасажирів усередині підприємства, та не входить до складу транспорту, як галузі народного господарства;
- міський транспорт, що перевозить пасажирів та вантажі у межах міста або населеного пункту;
- приміський транспорт, що перевозить пасажирів та вантажі між об'єктами міста та передмістя (у зоні радіусом до 50 км від межі міста);
- внутрішньорайонний транспорт, який виконує перевезення між об'єктами всередині економічного району;
- міжрайонний транспорт, який виконує перевезення між сусідніми економічними районами;
- міжміський транспорт, що здійснює перевезення за межі міста (населеного пункту) на відстань, більшу за 50 км;

- міжреспубліканський транспорт, що забезпечує перевезення по території декількох республік;
- міжнародний транспорт, що виконує перевезення за межі або із за меж території країни.

**За ознакою належності** транспорт розподіляється на:

- транспорт загального користування, що обслуговує сферу обігу вантажів та населення;
- транспорт незагального користування, що забезпечує внутрішньовиробниче переміщення сировини, напівфабрикатів та готових виробів;
- особистий транспорт, тобто транспорт особистого користування.

Транспорт загального користування складає основу загальнодержавної транспортної системи. До транспорту загального користування відносять: залізничний, морський, річковий, автомобільний, повітряний транспорт, усі види міського громадського транспорту (метро, трамвай, тролейбус, автобус, таксі).

**За характером виконання роботи** транспорт поділяється на:

- пасажирський транспорт;
- вантажний транспорт.

## **1.2. Характеристика видів транспорту, що складають транспортну систему країни**

До складу транспортної системи України входять такі основні види транспорту:

- наземний (залізничний, автомобільний, трубопровідний, включаючи нафто-, газо- та продуктопроводи);
- водний (морський та річковий);
- повітряний (авіаційний).

Розглянемо коротко їх загальні характеристики та особливості.

### **1. Залізничний транспорт**

Залізничний транспорт займає провідне місце в транспортній системі нашої країни. Характерними особливостями залізничного транспорту можна назвати такі:

- масовість перевезень вантажів та пасажирів на значні (більше за 600 км) відстані;
- безперебійність та рівномірність перевезень за сезонами року та

годинами доби;

- висока швидкість руху та швидкість доставки вантажів.

На сьогодні вагонний парк залізниці складається в основному із чотирьохвісних вагонів. Середня вантажопідйомність вагонного парку складає 62,4 т. Для забезпечення перевезення певних видів вантажів використовуються і восьмивісні вагони підвищеної вантажопідйомності – до 180 т.

## **2. Автомобільний транспорт**

Автомобільний транспорт виконує перевезення вантажів та пасажирів на короткі та середні відстані.

У порівнянні із залізничним та водним, автомобільний транспорт має наступні переваги:

- високу маневровість;
- здатність доставляти вантаж безпосередньо від вантажовідправника до вантажоотримувача без перевантаження на шляху його прямування на інші види транспорту;
- дешевизну доставки та перевезень вантажів та пасажирів на короткі відстані;
- більшу різноманітність типів рухомого складу.

До недоліків автомобільного транспорту слід віднести:

- порівняно невелику вантажопідйомність одиниці рухомого складу;
- значну середню собівартість перевезень;
- значні витрати металу на виготовлення рухомого складу.

Беззаперечна сфера використання автомобільного транспорту – це перевезення вантажів та пасажирів на невеликі відстані. Однак, в певних умовах при виконанні перевезень деяких видів вантажів на великі відстані (інколи - на 1000 км і більше) економічно доцільним є виконання таких перевезень автомобільним транспортом (перевезення ранніх овочів, дорогих партій вантажів у районах, де відсутні водні та залізничні шляхи сполучення).

На Україні на долю автомобільного транспорту припадає 4/5 обсягу перевезень, що виконуються усіма видами транспорту.

Перевезення при участі одного виду транспорту прийнято називати перевезеннями у прямому сполученні. Якщо перевезення виконуються декількома видами транспорту, то вони називаються перевезеннями у змішаному сполученні. Перевезення у змішаному сполученні за єдиним документом на увесь шлях пересування вантажу від початкового до кінцевого пунктів називаються

перевезеннями у прямому змішаному сполученні. Різновидністю таких перевезень є змішані безперевантажувальні (комбіновані) перевезення, при яких вантажі не перевантажуються, а прямують від початкового пункту до пункту призначення у контейнерах, пакетах.

### **3. Трубопровідний транспорт**

Трубопровідний транспорт - це один з високоекономічних та продуктивних видів транспорту. Він призначений для масового транспортування рідких, газоподібних та деяких інших видів вантажів на далекі та дуже далекі відстані пневматичним та гідравлічним способами.

До основних достоїнств трубопровідного транспорту у порівнянні з іншими видами транспорту слід віднести:

- можливість прокладання труб на місцевості за короткі строки;
- незалежність його роботи від кліматичних умов;
- відносно невелику трудомісткість доставки вантажу;
- незначні втрати вантажу на шляху його прямування;
- низьку собівартість транспортування (в 2 рази меншу, ніж на водному транспорті, та в 3 рази меншу, ніж на залізничному транспорті);
- безперервність транспортного процесу доставки вантажу на великі відстані.

### **4. Морський транспорт**

Морський транспорт використовується для масових перевезень вантажів у зовнішньому та внутрішньому сполученнях, та для пасажирських круїзних перевезень. Морський транспорт призначений для виконання перевезень масових навальних, насипних, наливних вантажів, а також для перевезення штучних вантажів у тарі. Для перевезень навальних вантажів, таких як вугілля, зерно, створені однопалубні, з великим розкриттям палуби, судна, що мають назву балкери.

Судна для перевезення наливних вантажів (нафта та нафтопродукти, хімічні речовини та ін.) обладнані місткими цистернами, та називаються танкерами.

В останні роки отримали велике розповсюдження спеціалізовані судна, призначені для перевезення певних видів вантажу (рудовози, вуглевози, лісовози, судна-рефрижиратори і т.і).

### **6. Річковий транспорт**

Річковий транспорт використовується для перевезення

масових навальних, насипних та наливних вантажів за напрямками, що співпадають із розташуванням річок та каналів. Він відрізняється сезонністю та короткочасністю навігації, що обмежує використання цього, найбільш дешевого, виду транспорту. В тих районах, де мало розвинені інші види транспорту, на його долю припадає майже 70 % вантажообігу.

До переваг річкового виду транспорту слід віднести:

- високу пропускну здатність глибоководних шляхів;
- можливість перевезення великовагових, великогабаритних та неподільних вантажів;
- порівняно невисоку собівартість перевезень.

Як недоліки можна назвати такі:

- сезонність перевезень;
- великі строки доставки вантажу.

### **7. Повітряний транспорт**

Повітряний транспорт виконує перевезення пасажирів на далекі та середні відстані, а також перевезення цінних та термінових вантажів. Він має найбільш високу швидкість доставки.

Сьогодні в експлуатації знаходяться відомі літаки ІЛ-62, ТУ-154, ТУ-134, ЯК-40, АН-24, аеробус УЛ-86, вантажні літаки "МРІЯ" та "РУСЛАН", Боїнги. Пасажирські перевезення на повітряному транспорті переважають над вантажними. Окрім робіт по перевезенню вантажів та пасажирів рухомий склад повітряного транспорту виконує великий обсяг інших робіт у народному господарстві - сільськогосподарські роботи (внесення добрив, боротьба із бур'янами); лісозахисні та лісотехнічні роботи; монтажні-будівельні роботи при будівництві ліній електропередач, встановлення ферм мостів, нафтових вишок і т.д.

Особливе значення у транспортній системі має взаємодія різних видів транспорту, що дозволяє забезпечити своєчасне та якісне задоволення потреб народного господарства та населення у перевезеннях, а також підвищення ефективності роботи транспорту.

Для вирішення вищезгаданих задач при взаємодії різних видів транспорту необхідним є:

- обґрунтування оптимальних пропорцій розвитку усіх видів транспорту, і головне, підтримка їх на протязі усього періоду експлуатації;
- формування оптимальної мережі шляхів сполучення, вибір її

раціональної структури;

- нарощування пропускних та провізних можливостей шляхів сполучення та загальнотранспортних вузлів;
- підвищення швидкості потягів, суден, літаків;
- удосконалення режимів взаємодії різних видів транспорту, структури парку рухомого складу та системи управління.

Основою організації процесу перевезень є документація, яка визначає порядок виконання, координацію та взаємодію різних видів транспорту, а також правила та технологію перевезень на окремих його видах.

Велике значення у виконанні перевезень мають складові елементи транспортного процесу, а саме:

- транспортно-експедиційні операції, до яких відносять прийняття, упаковку, маркування, видачу вантажів представникові перевізника; короткочасне їх зберігання на проміжних складах; оформлення різного роду платежів; передачу вантажу з одного виду транспорту на інший; видачу вантажу вантажоотримувачеві;
- навантажувально-розвантажувальні операції, до яких відносять навантаження вантажу на транспортний засіб, його вивантаження, закріплення, замір, оформлення документів.

### **1.3. Основні типи та класифікація рухомого складу**

Нами вже було визначено, що транспорт уявляє собою сукупність засобів перевезення, шляхів сполучення, засобів управління та зв'язку, а також різних технічних пристроїв, механізмів та споруд, що забезпечують їх роботу. В свою чергу засобами перевезення є рухомий склад, трубопроводи, контейнери, піддони, одноразова та багаторазова тара.

На прикладі автомобільного транспорту розглянемо рухомий склад, який використовується при виконанні перевезень вантажів та пасажирів.

До рухомого складу автомобільного транспорту відносять автомобілі та автомобільні потяги (автомобілі-тягачі, причепа, напівпричепа та причепа- розпуски).

**За призначенням** вантажний рухомий склад розділяється на:

- транспортний, який виконує перевезення вантажів;
- спеціальний, який призначений для різних спеціальних



транспортних робіт (санітарних, пожежних), які виконуються за допомогою встановленого на ньому обладнання.

Окрім того, на автомобільному транспорті загального користування використовується рухомий склад загального призначення – із кузовом типу бортова платформа, який називається бортовим або універсальним, та спеціалізований рухомий склад. Це автомобілі, причепи та напівпричепи транспортного призначення, кузова яких спеціально пристосовані для перевезення одного певного або декількох однорідних вантажів, а також обладнані засобами для прискорення процесу виконання навантажувально-розвантажувальних робіт.

В залежності від **типу встановленого двигуна** автомобілі або автомобілі-тягачі розділяються на автомобілі:

- з бензиновим (карбюраторним) двигуном;
- з дизельним двигуном;
- газобалонні;
- електричні.

Бензинові двигуни встановлюють на автомобілях особливо малої, малої та середньої вантажопідйомності. Дизельні двигуни встановлюють на автомобілях великої або особливо великої вантажопідйомності. Їх витрата палива на 30-40 % нижча, ніж у автомобілів з бензиновим двигуном (як правило, при дещо меншій вартості дизельного пального). Недоліками використання автомобілів з дизельним двигуном є:

- висока початкова вартість;
- досить великі габаритні розміри;
- велика власна маса;
- підвищена шумність та задимлення.

Газобалонні автомобілі працюють на дешевому паливі. Найбільш доцільним є їх використання в містах та населених пунктах, що мають газопроводи або підприємства газової промисловості. Недоліками їх використання є:

- встановлення додаткової апаратури у паливній системі;
- необхідність будівництва спеціальних заправочних станцій;
- неможливість використання їх на великі відстані.

Основною перевагою використання електромобілів є безшумність роботи та відсутність відпрацьованих газів. Їх доцільно використовувати для міських перевезень дрібних партій

вантажів. Недоліком використання цих автомобілів є:

- невеликий радіус дії;
- висока маса.

**По прохідності** автомобілі поділяються на:

- дорожні обмеженої прохідності;
- підвищеної прохідності;
- високої прохідності.

Дорожні автомобілі призначені для роботи на дорогах із покриттям та на ґрунтових дорогах.

Автомобілі підвищеної та високої прохідності призначені для роботи в тяжких дорожніх умовах та на бездоріжжі.

Автомобільні транспортні засоби **по конструктивній схемі** поділяються на:

- одиночні;
- автопотяги, до складу яких входить тягач із причепом або напівпричепом.

В свою чергу автомобілі-тягачі поділяються на:

- сідельні тягачі;
- буксирні тягачі.

Причипний склад поділяється на:

- причепи;
- напівпричепи;
- причепи-розпуски.

Причепи буксируються автомобілями та автомобільними потягами, сполучаючись із ними за допомогою буксирного пристрою та дишла.

В залежності від кількості осей причепи поділяються на:

- одновісні;
- двовісні;
- багатовісні.

Напівпричепи призначені для роботи у зчепленні із сідельними автомобілями-тягачами.

Напівпричепи можуть бути:

- одновісними;
- двовісними.

Вісі розташовуються в задній частині напівпричепа. В передній частині знаходяться зчеплюючий пристрій для сполучення з автомобілем-тягачем та стойки із катками для підтримки відчепленого напівпричепа у стійкому положенні.



**Автомобільний потяг** – це автомобіль або автомобіль-тягач у зчепленні з одним або декількома причепами, або автомобіль-тягач із напівпричепом. Автомобільні потяги забезпечують найбільш повне використання запасу потужності автомобілів, підвищення продуктивності у порівнянні із одиночними автомобілями, зменшення витрати палива та зниження собівартості перевезень вантажу. Окрім того, використання автопотягів забезпечує можливість зменшення потреби у водіях, тобто економію людських ресурсів.

Вантажні автомобілі та причіпний рухомий склад класифікується **по вантажопідйомності та типу кузова**.

Номінальна вантажопідйомність автомобіля встановлюється заводом-виробником. Вона вказує на максимально можливе навантаження (масу перевезеного вантажу), яке визначається дорожніми умовами роботи автомобіля, тобто залежить від того, якими дорогами перевозиться вантаж – дорогами із покриттям, ґрунтовими дорогами і т.д.

В залежності від **вантажопідйомності** автомобілі, причепа та напівпричепа поділяються на такі класи:

- особливо малої вантажопідйомності - до 0,5 т;
- малої вантажопідйомності - від 0,5 до 2,0 т;
- середньої вантажопідйомності - від 2,0 до 8,0 т;
- великої вантажопідйомності - від 8,0 до 16,0 т;
- особливо великої вантажопідйомності - від 16,0 т і більше.

На шасі автомобілів, причепів та напівпричепів **встановлюють кузови різних типів:**

- бортова та безбортова платформа;
- самоскидний кузов;
- цистерна;
- фургон;
- панелевоз та фермовоз;
- кузов для перевезення довгомірних вантажів (лісовоз, трубовоз, металовоз і т.д.).

Безбортові платформи встановлюють на рухомий склад, який призначений для перевезення негабаритних вантажів та вантажів великої маси.

Самоскидні кузови встановлюють на рухомий склад, який

призначений для перевезення та механізованого вивантаження навальних та насипних вантажів.

Цистерни призначені для перевезення наливних та насипних пиловидних вантажів. Цистерни уявляють собою герметичний резервуар, який виготовлений із вуглицевої або нержавіючої листової сталі або алюмінієвого сплаву, поділений всередині перегородками для зменшення гідравлічних ударів, що виникають при різкому гальмуванні.

Фургон уявляє собою закритий кузов, всередині якого можуть бути обладнані пристрої для перевезення певного вантажу.

Панелевози та фермовози призначені для перевезення крупнорозмірних панелей та ферм у вертикальному або уклінному положенні.

Кузов лісовозів, трубовозів та металовозів має спеціальне обладнання для розміщення довгомірних вантажів та забезпечення їх усталеності під час перевезення.

Найважливіші параметри автомобілів та автомобільних потягів, а саме габаритні розміри, граничні повні маси та осьові навантаження, регламентовані Правилами дорожнього руху та вимогами, що узгоджені між країнами Європи становлять:

- висота автомобіля із вантажем не повинна перевищувати 3,8 м;

- ширина автомобіля із вантажем не повинна перевищувати 2,5 м;

- гранична довжина одиночного автомобіля незалежно від кількості осей може бути не більшою за 12 м;

- гранична довжина для автопотягів у складі сідельного автомобіля- тягача з напівпричепом або автомобіля з одним причепом не повинна перевищувати 20 м;

- гранична довжина для автопотягів у складі автомобіля з двома і більше причепами не повинна перевищувати 24 м.

Так як для ряду дорожніх споруд (дороги, мости, шляхопроводи) діють обмеження по навантаженню на вісі автомобілів, важливу роль відіграє і максимальне навантаження на вісь, яке вказує навантаження повної маси автомобіля, яке припадає на найбільш навантажену вісь, як правило, на задню.

Дорожні автомобілі в залежності від гранично допустимих навантажень на вісь поділяються на групи "А" та "Б". До групи "А" належать автомобілі та автопотяги із граничним навантаженням на

вісь не більше за 10 тс (тонносил), а до групи "Б" – не більше за 6 тс. Автомобілі та автопотяги, у яких навантаження на вісь перевищує 10 тс відносяться до групи позадорожніх.

### **Питання для самоперевірки**

1. *Основні поняття про транспорт.*
2. *Що ж розуміють під складовими транспорту?*
3. *Класифікація транспорту за призначенням.*
4. *Класифікація транспорту за ознакою належності.*
5. *Класифікація транспорту за характером виконання роботи.*
6. *Основні види транспорту, що входять до складу транспортної системи України.*
7. *Переваги та недоліки залізничного транспорту.*
8. *Переваги та недоліки автомобільного транспорту.*
9. *Переваги та недоліки трубопровідного транспорту.*
10. *Переваги та недоліки морського транспорту.*
11. *Переваги та недоліки річкового транспорту.*
12. *Переваги та недоліки повітряного транспорту.*
13. *Класифікація рухомого складу по типу встановленого двигуна.*
14. *Класифікація рухомого складу по конструктивній схемі.*
15. *Класифікація рухомого складу по вантажопідйомності.*
16. *Класифікація рухомого складу по типу кузова.*

## Лекція № 2

### ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ РУХОМОГО СКЛАДУ

- 2.1. Експлуатаційні властивості рухомого складу
- 2.2. Експлуатаційні властивості та конструкція рухомого складу
- 2.3. Умови експлуатації рухомого складу

#### 2.1. Експлуатаційні властивості рухомого складу

**Експлуатаційними властивостями** рухомого складу називаються властивості, що характеризують виконання рухомим складом транспортних та спеціальних робіт – перевезення пасажирів, вантажів та спеціального устаткування.

Ці властивості визначають пристосованість рухомого складу до умов експлуатації, а також ефективність та зручність його використання.

Основними експлуатаційними властивостями рухомого складу, які дозволяють визначити ступінь найбільш ефективного їх використання в заданих умовах експлуатації, є:

**Динамічність** – здатність автомобіля перевозити вантажі з найбільшою середньою технічною швидкістю в різних дорожніх умовах. Динамічні якості залежать від інтенсивності розгону, максимальної швидкості, максимального прискорення і можливості долати найбільші підйоми, а також від ефективності гальмування. Динамічність значно впливає на продуктивність автомобіля.

**Економічність** – здатність автомобіля здійснювати перевезення з найменшими експлуатаційними витратами. Визначається сумою всіх витрат на паливо, технічне обслуговування та ремонт. Серед експлуатаційних витрат найбільшими є витрати на паливо.

**Надійність** – здатність автомобіля виконувати роботу тривалий час без поломок та несправностей у заданих умовах експлуатації. Надійність оцінюється частотою відмов, тривалістю простоїв, зумовлених технічними несправностями, а також вантажозатратами на їх усунення.

Рухомий склад має цілу низку експлуатаційних властивостей (рис. 2.1), які складають дві основні групи, пов'язані і не пов'язані з рухом рухомого складу.

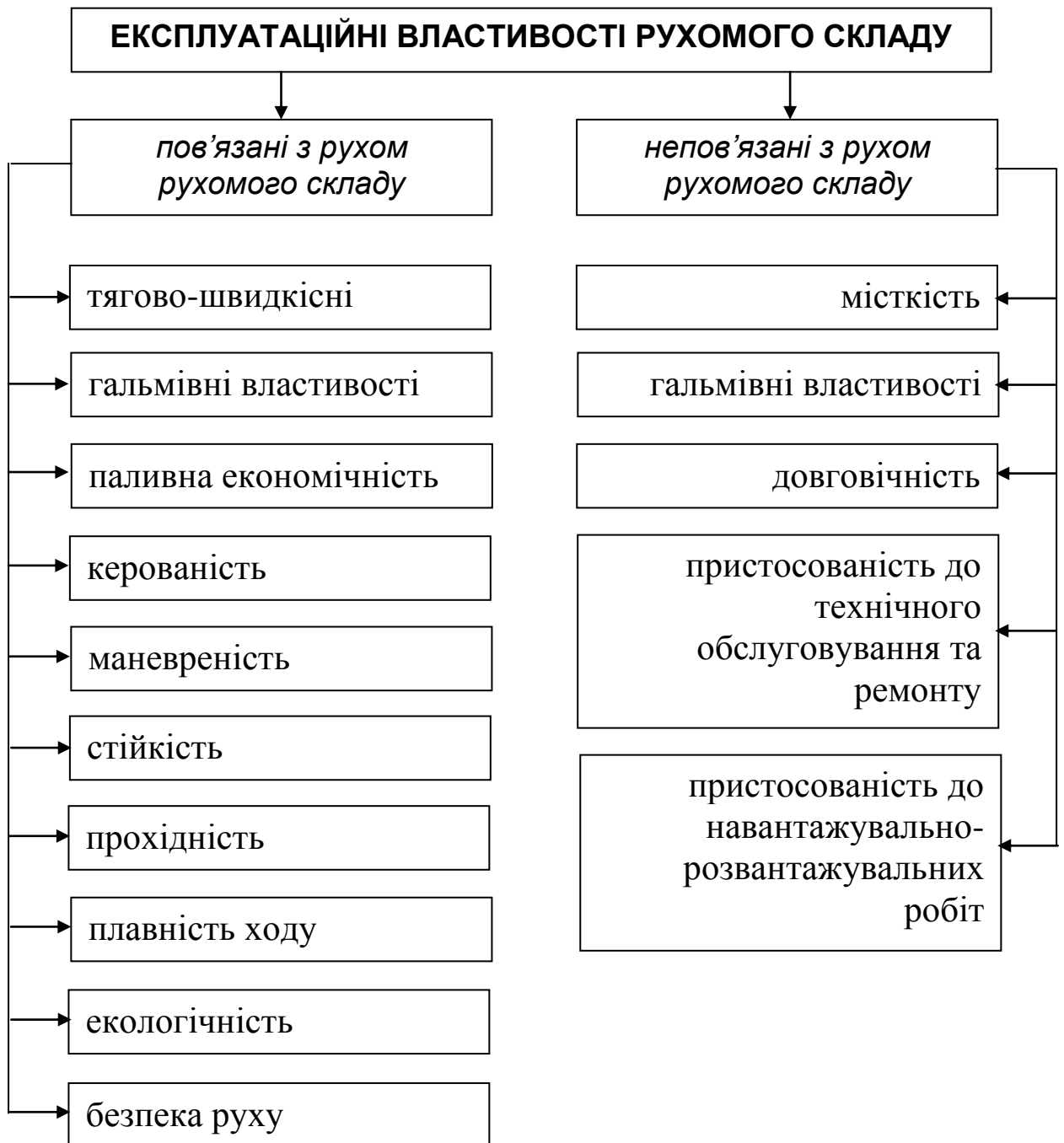


Рис. 2.1. Експлуатаційні властивості рухомого складу

Основними експлуатаційними властивостями, пов'язаними з рухом рухомого складу, є тягово-швидкісні властивості, гальмівні властивості, паливна економічність, керованість, маневреність, стійкість, прохідність, плавність ходу, екологічність і безпеку руху. Ці властивості забезпечують рух рухомого складу і визначають закономірності його руху.

До експлуатаційних властивостей, не пов'язаних з рухом рухомого складу, відносяться місткість, міцність, довговічність,

пристосованість до технічного обслуговування і ремонту та пристосованість до вантажно-розвантажувальних робіт. Ці властивості багато в чому визначають ефективність і зручність використання рухомого складу.

**Основні експлуатаційні властивості, пов'язані з рухом рухомого складу.**

**Тягово-швидкісними** називаються властивості рухомого складу, що визначають діапазони зміни швидкостей руху та максимальні прискорення розгону в різних дорожніх умовах при роботі на тяговому режимі.

**Тяговим** називається режим руху рухомого складу, при якому від двигуна до ведучих коліс підводяться потужність і момент, необхідні для руху.

**Гальмівними** називаються властивості рухомого складу, що визначають максимальні уповільнення при гальмуванні в різних дорожніх умовах і забезпечують нерухоме утримання щодо опорної поверхні.

**Паливною економічністю** називається властивість рухомого складу, що визначає витрати палива при виконанні транспортної роботи.

**Керованість** – здатність автомобіля легко та швидко змінювати положення на дорозі. Керованість забезпечує збереження прямолінійного руху на прямих ділянках дороги та точне виконання траєкторії поворотів, що здійснюються.

**Маневреність** – здатність автомобіля швидко змінювати напрямок руху на мінімальній площі. Маневреність визначається радіусом повороту автомобіля, передатним числом рульового керування, а також зусиллями, потрібними для повороту рульового колеса. Маневреність автомобіля з причепом або напівприцепом погіршується порівняно з маневреністю поодинокого автомобіля.

**Стійкість** – здатність автомобіля рухатись у різних дорожніх умовах без заносів і перекидань. Ця якість автомобіля має велике значення для безпеки дорожнього руху. Розрізняють поздовжню та поперечну стійкість автомобіля, а також стійкість на повороті..

Стійкість підвищується при зниженні центру ваги автомобіля, збільшенні колії (відстані між серединами правих і лівих коліс), бази (відстані між передньою та задньою осями), рівномірності розміщення вантажу та його кріплення.



**Прохідність** – здатність автомобіля рухатись у важких дорожніх умовах та в умовах бездоріжжя. До таких дорожніх умов належать рух по піску, м'якому ґрунту, болоті, нерівних та слизьких дорогах тощо. Опір руху автомобіля на поганих дорогах і в умовах бездоріжжя значно вищий, ніж на добрих дорогах. Тому для подолання опору автомобіль має володіти високими тяговими якостями, мати необхідний дорожній просвіт (відстань від найнижчої точки автомобіля до поверхні дороги), достатні кути переднього та заднього звисання (в'їзду та спуску). Дорожній просвіт і кути прохідності визначають величину перешкод, які може подолати автомобіль під час руху.

Прохідність автомобіля значно підвищується при збільшенні кількості ведучих мостів. Підвищити прохідність автомобіля можна за рахунок зменшення питомого тиску шин на дорогу. Для цього в деяких моделях автомобілів (наприклад, КрАЗ-255Б та ін.) застосовують широкопрофільні шини з тиском, що регулюється з робочого місця водія. Для підвищення прохідності автомобілів застосовують шини з рисунком протектора підвищеної прохідності (з ґрунтозачепами), а також протиковзні ланцюги, лебідки, самовитягачі та ін.

**Плавністю ходу** називається властивість рухомого складу забезпечувати захист людей, вантажів і механізмів, що перевозяться рухомим складом від впливу нерівностей дороги.

**Екологічністю** називається властивість рухомого складу, що характеризує ступінь забруднення навколишнього середовища відпрацьованими газами і шумом.

**Безпека дорожнього руху** – визначається стійкістю автомобіля до занесення та перекидання, керованістю, надійністю гальмування та довжиною гальмового шляху, видимістю та оглядовістю дороги, ефективністю освітлення та сигналізації.

Експлуатаційні властивості рухомого складу необхідно оцінювати виходячи з умов експлуатації, тобто особливостей організації процесу перевезень, які визначаються різними поєднаннями транспортних, дорожніх та кліматичних умов.

**Основні експлуатаційні властивості, непов'язані з рухом рухомого складу.**

**Місткістю** називається властивість рухомого складу, що визначає кількість вантажів або пасажирів, які можуть бути одночасно перевезені.

**Міцністю** називається властивість рухомого складу працювати без поломок та несправностей.

**Довговічність** – визначається тривалістю роботи автомобіля до появи гранично допустимого спрацювання деталей і механізмів, що зумовлює необхідність припинення експлуатації автомобіля. Довговічність оцінюється пробігом його до капітального ремонту, а також загальним (амортизаційним) його пробігом.

**Пристосованість до технічного обслуговування і ремонту** називається властивість рухомого складу, що визначає простоту, трудомісткість та час простою при виконанні цих робіт.

**Пристосованість до навантажувально-розвантажувальних робіт** називається властивість рухомого складу забезпечувати ці роботи з мінімальною затратою часу і праці.

## ***2.2. Експлуатаційні властивості та конструкція рухомого складу***

Експлуатаційні властивості, що забезпечують рух рухомого складу, істотно залежать від конструкції та технічного стану рухомого складу, його систем і механізмів. Чим досконаліша конструкція рухомого складу і краще його технічний стан, тим вище експлуатаційні властивості рухомого складу. Тому рухомий склад, його системи та механізми конструюються таким чином, щоб він мав певні експлуатаційні властивості, необхідні для заданих умов експлуатації і забезпечують ефективне використання рухомого складу.

На рис. 2.2 показаний зв'язок експлуатаційних властивостей з системами та механізмами рухомого складу з урахуванням найбільшого впливу систем, механізмів, їх технічного стану на експлуатаційні властивості.

**Ступінь досконалості** конструкції автомобілів, який визначає можливість найбільш ефективного їх використання в заданих умовах, оцінюють за експлуатаційними властивостями, до яких належать: компактність конструкції, вантажомісткість, динамічність, економічність, надійність, довговічність, маневреність, стійкість, прохідність, зручність і легкість керування (керованість), зручність використання, експлуатаційна технологічність і безпека дорожнього руху.



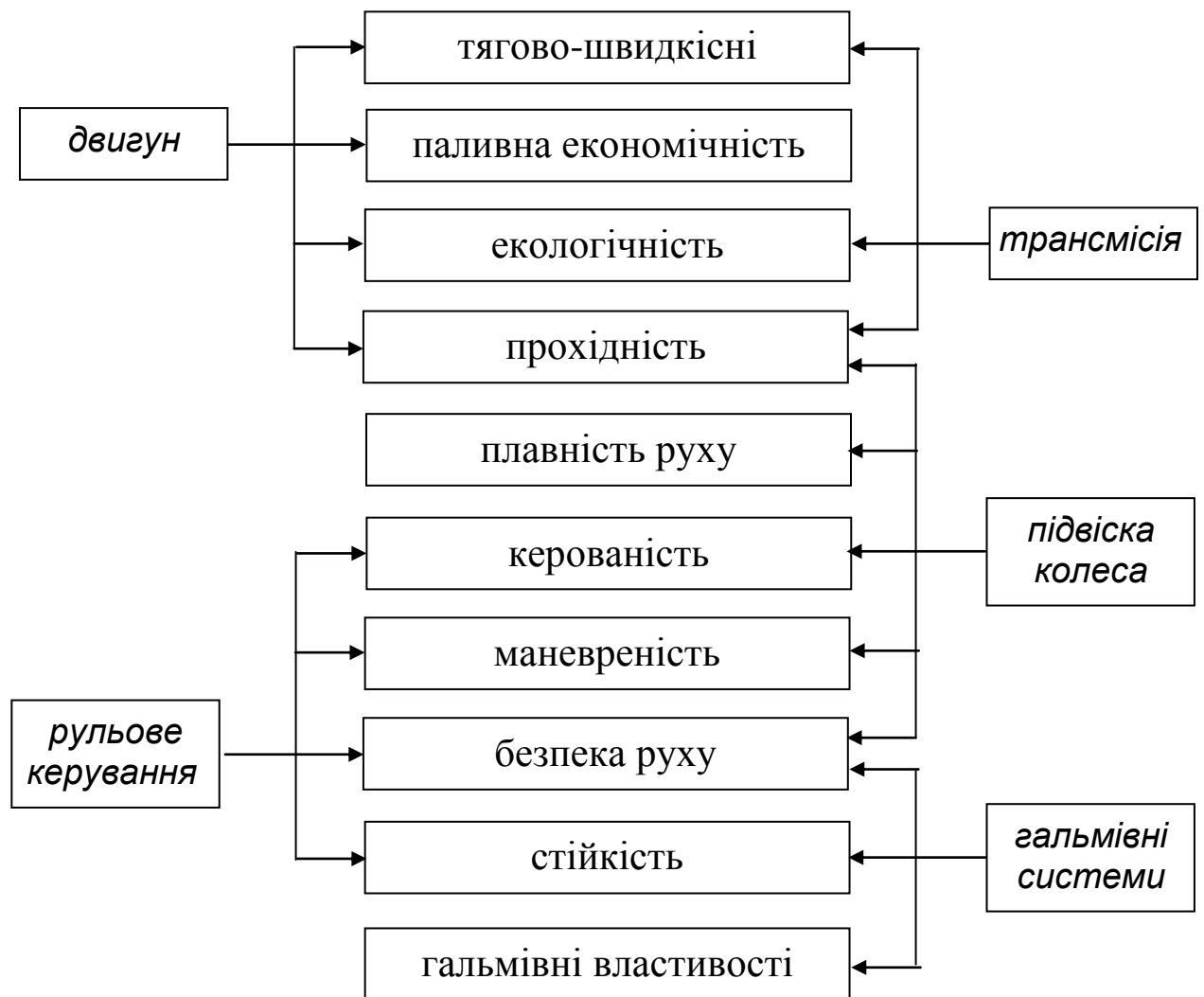


Рис. 2.2. Зв'язок експлуатаційних властивостей з системами та механiзмами рухомого складу

**Компактність конструкції** – раціональне використання габаритів і маси, що забезпечує необхідну вантажо або пасажиромісткість при мінімальних витратах металу на її виготовлення.

**Зручність і легкість керування автомобілем** залежать від витрат фізичних зусиль і часу, що потрібні для виконання процесу керування і зменшення втомлюваності водія. Зручність і легкість керування досягаються поліпшенням конструкції рульових і гальмових механізмів, підсилювачів рульового керування і гальм, а також своєчасним і якісним регулюванням механізмів керування, правильним встановленням передніх керованих коліс. Для підвищення зручності керування значну увагу приділяють раціональному розміщенню та обладнанню робочого місця водія.

**Зручність використання** – здатність автомобіля забезпечувати збереження вантажів у дорозі, швидке виконання вантажно-розвантажувальних робіт, комфортність перевезення пасажирів.

Зручність використання рухомого складу є одним із параметрів, що оцінює властивість автомобіля до його пристосованості до навантажувально-розвантажувальних робіт, яка визначається:

- навантажувальною висотою кузова;
- можливістю навантаження-розвантаження з однієї, двох, трьох сторін та зверху;
- розмірами, розташуванням та обладнанням дверей у кузовів-фургонів;
- наявністю на автомобілі засобів, що забезпечують прискорене виконання навантажувально-розвантажувальних робіт (легкі автокрани, підйомні механізми).

### **2.3. Умови експлуатації рухомого складу**

Експлуатаційні властивості рухомого складу найбільш повно проявляються в умовах експлуатації.

**Умовами експлуатації рухомого складу** називаються умови, в яких здійснюються перевезення і які характеризуються різними зовнішніми факторами.

До умов експлуатації відносяться дорожні, транспортні та природно-кліматичні умови.

**Дорожні умови** характеризуються типом та рівністю дорожнього покриття, поздовжнім профілем дороги (граничними узвозами та підйомами), станом дорожнього покриття в різні пори року, інтенсивністю руху.

Основою дорожніх умов експлуатації є дороги які за призначенням бувають загального користування, автомагістралі, внутрігосподарські (сільські) та міські (вулиці).

Дорожні умови мають найбільший вплив на експлуатаційні властивості рухомого складу.

**Транспортні умови** експлуатації характеризуються видом та кількістю перевезених вантажів, дальністю перевезень, способами навантаження та розвантаження вантажів, режимом роботи, видом маршрутів умовами зберігання, технічним обслуговуванням та ремонтом рухомого складу.

Транспортні умови експлуатації визначають спеціалізацію рухомого складу, яка забезпечує максимальну пристосованість до перевезення певного виду вантажу в умовах експлуатації.

**Природно-кліматичні умови** характеризуються температурою навколишнього повітря, атмосферним тиском та опадами (туман, дощ, сніг).

### Питання для самоперевірки

1. *Що називається експлуатаційними властивостями рухомого складу?*
2. *Що дозволяють визначити експлуатаційними властивостями рухомого складу?*
3. *Чим характеризується динамічність рухомого складу?*
4. *Чим характеризується економічність рухомого складу?*
5. *Чим характеризується надійність рухомого складу?*
6. *Назвіть основні експлуатаційні властивості, пов'язані з рухом рухомого складу.*
7. *Назвіть основні експлуатаційні властивості, непов'язані з рухом рухомого складу.*
8. *Що розуміється під паливною економічністю рухомого складу?*
9. *Що розуміється під керованістю рухомого складу?*
10. *Що розуміється під маневреністю рухомого складу?*
11. *Що розуміється під стійкістю рухомого складу?*
12. *Що розуміється під прохідністю рухомого складу?*
13. *Що розуміється під плавністю ходу рухомого складу?*
14. *Що розуміється під екологічністю рухомого складу?*
15. *Що розуміється під безпекою руху рухомого складу?*
16. *Що розуміється під місткістю рухомого складу?*
17. *Що розуміється під міцністю рухомого складу?*
18. *Що розуміється під довговічністю рухомого складу?*
19. *Що розуміється під пристосованості рухомого складу до технічного обслуговування та ремонту?*
20. *Що розуміється під пристосованості рухомого складу до навантажувально-розвантажувальних робіт?*
21. *Що називається умовами експлуатації рухомого складу?*
22. *Чим характеризуються дорожні умови експлуатації рухомого складу?*
23. *Чим характеризуються транспортні умови експлуатації рухомого складу?*
24. *Чим характеризуються природно-кліматичні умови експлуатації рухомого складу?*