

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гуманітарно-педагогічний факультет

Кафедра технологічної та професійної освіти і декоративного мистецтва

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Дидактичне проектування навчального посібника

«Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування
автомобіля»

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)
Галузь знань: 01 Освіта
Спеціальність: 015 Професійна освіта
Спеціалізація: 015.38 Транспорт
Освітня програма: Професійна освіта. Транспорт (Обслуговування та ремонт автомобілів)

КРПО. 022162.01.00

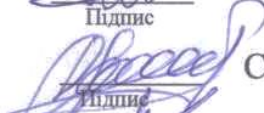
Виконав: студент 2 курсу
група ПОТМ-22-1



Підпис

Іван МАЛЕЦЬКИЙ

Керівник: к.т.н., доц.



Підпис

Сергій КРАСИЛЬНИКОВ

Нормоконтролер



Підпис

Віктор ПРИЙМАК

До захисту допускаю
Завідувач кафедри технологічної та
професійної освіти і декоративного мистецтва



Підпис

Ірина АНДРОЩУК

18 12 2023 р.

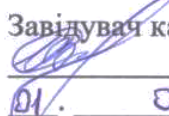
Хмельницький – 2023

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет _____ гуманітарно-педагогічний
Кафедра _____ технологічної та професійної освіти і декоративного мистецтва

Освітній рівень _____ другий (магістерський)
Галузь знань _____ 01 Освіта
Спеціальність _____ 015.38 Професійна освіта
Спеціалізація _____ Транспорт
Освітня програма _____ «Професійна освіта. Транспорт (Обслуговування та ремонт автомобілів)»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ірина АНДРОЩУК
01. 09 2023 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Івану МАЛИЦЬКОМУ
(ім'я, прізвище)

1. Тема кваліфікаційної роботи Дидактичне проектування навчального посібника «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля»

керівник кваліфікаційної роботи к.т.н., доц. Сергій КРАСИЛЬНИКОВ
Затверджено наказом ректора університету від 15.08.2023 р. №30



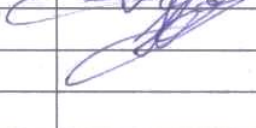

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи на кафедру 20.12.2023 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи робоча програма дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів»

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
Проектування змісту основного тексту навчального посібника, Розробка елементів методичного апарату навчального посібника

5. Перелік графічного матеріалу
Макет навчального посібника «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля»

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Антиплагіат</i>	<i>Іван ГЕРНІЧЕНКО</i>		
<i>Нормоконтроль</i>	<i>Віктор ПРИЙМАК</i>		

7. Дата видачі завдання 4.09.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Вступ</i>	<i>15.09.2023</i>	<i>виконано</i>
2	<i>1 розділ</i>	<i>4.10.2023</i>	<i>виконано</i>
3	<i>2 розділ</i>	<i>20.10.2023</i>	<i>виконано</i>
4	<i>Висновки, перелік посилань</i>	<i>15.11.2023</i>	<i>виконано</i>
5	<i>Проект навчального посібника</i>	<i>1.12.2023</i>	<i>виконано</i>
6	<i>Попередній захист</i>	<i>11-13.12.2023</i>	<i>виконано</i>
7	<i>Нормоконтроль</i>	<i>14-15.12.2023</i>	<i>виконано</i>
8	<i>Перевірка на плагіат</i>	<i>14-15.12.2023</i>	<i>виконано</i>
9	<i>Рецензування</i>	<i>18-20.12.2023</i>	<i>виконано</i>
10	<i>Захист</i>	<i>26-27.12.2023</i>	

Студент


 (підпис)
Іван МАЛЕЦЬКИЙ

Керівник роботи


 (підпис)
Сергій КРАСИЛЬНИКОВ

Анотація

Кваліфікаційна робота на тему «Дидактичне проектування навчального посібника «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля»» вирішує практичну задачу з розробки дидактичного забезпечення дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів».

У роботі розглянуто призначення та будову системи керування автомобіля, її несправності, діагностування, технічне обслуговування та поточний ремонт. Розроблено макет навчального посібника «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля».

Кваліфікаційна робота виконана студентом спеціальності 015.38 Професійна освіта (Транспорт) кафедри технологічної та професійної освіти і декоративного мистецтва Хмельницького національного університету МАЛИЦЬКИМ Іваном під керівництвом доцента кафедри КРАСИЛЬНИКОВА Сергія.

Кваліфікаційна робота складає 114 сторінок, 5 таблиць, 9 рисунків та літературних джерел в кількості 38.

Ключові слова: дидактичне проектування, навчальний посібник, структурування навчального матеріалу, інформаційне поле теми, засоби самоконтролю, технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля, рульове керування автомобіля

20 грудня 2023 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ПРОЕКТУВАННЯ ЗМІСТУ ОСНОВНОГО ТЕКСТУ НАВЧАЛЬНОГО ПОСІБНИКА.....	9
1.1 Проектування результатів навчання «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля»	9
1.2 Компонування інформаційного поля та формування дидактичних одиниць навчального матеріалу.....	14
1.3 Побудова структурно-сислової моделі основного тексту посібника.....	17
2 РОЗРОБКА ЕЛЕМЕНТІВ МЕТОДИЧНОГО АПАРАТУ НАВЧАЛЬНОГО ПОСІБНИКА «ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ І ПОТОЧНИЙ РЕМОНТ МЕХАНІЗМІВ КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛЯ».....	26
2.1 Вимоги та структура навчального посібника.....	26
2.2 Обґрунтування додаткового і пояснювального тексту посібника	32
2.3. Розробка дидактичного апарату навчального посібника.....	43
2.4. Завдання для самоконтролю	52
2.5. Оцінювання якості навчального посібника	57
ВИСНОВКИ.....	61
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	63
Додаток А – Зміст дидактичних одиниць.....	67
Додаток Б – Фрагмент навчального посібника.....	109

ВСТУП

Розмаїття і динаміка явищ навколишнього світу є джерелом постійних змін і викликів, з якими стикаються автори навчальної літератури та педагоги. Враховуючи це, зусилля повинні спрямовуватись на постійне удосконалення методів і форм навчання, а також змісту та структури навчальної літератури. Проте це відбувається далеко не завжди. Нові цікаві, оригінальні, науково обґрунтовані вирішення завдань, пов'язаних з підготовкою, експертизою і використанням навчальної літератури у освітньому процесі, збагачують підручничкознавство, виступають джерелом нових ідей, нових теоретичних положень [16].

Переважає більшість українських підручників надто навантажені матеріалом, який не завжди відповідає кількості годин, виділених на його вивчення. Крім того, цей матеріал не завжди враховує вікові особливості учнів. Викладання матеріалу має занадто академічний характер і спрямовується на накопичувальну і репродуктивну функції, що передбачає необхідність запам'ятовування фактів, процедурних правил, прикладів і так далі. [24].

Кожна епоха ставить свої вимоги до рівня освіченості й вихованості підростаючого покоління. Так, сучасна педагогіка активно розвивається на принципах гуманізму. Гуманістична педагогіка ставить центральну увагу на індивіда, його потреби, розвиток особистості та відповідність освіти цим потребам. Гуманістична педагогіка підкреслює важливість пошуку внутрішньої мотивації та самореалізації учнів, забезпечення сприятливого середовища для навчання та розвитку. Вона надає перевагу індивідуальному підходу до кожного учня, враховуючи його особистісні особливості, інтереси та здібності. Застосування гуманістичних принципів дозволяє створити умови для того, щоб кожен учень міг розвиватися відповідно до

своїх особистісних можливостей. Одним із шляхів досягнення цієї мети є суттєве поліпшення якості засобів навчання. Сьогоднішнім учням необхідні новаторські підручники, що зможуть пробудити їхній інтерес до предмета і викликати в них бажання займатися дослідницькою роботою. [16].

Дослідження, присвячені засадам створення підручника, визначенню його сутності, структури, дидактичних функцій, ролі й місця у навчальному середовищі, сформувавши окремий напрям педагогічної науки – теорію підручника, фундаторами якої є В. Бейлінсон, В. Беспалько, С. Бондаренко, Г. Гранік, Д. Зуєв, І. Лернер, Н. Тализіна та ін.

Значна увага в дослідженнях вчених та методистів зосереджена на таких аспектах: розробка структури та змісту нового покоління підручника; створення підручника для системорозвивального навчання; застосування цільового підходу до процесу створення підручника; розроблення навчально-методичних комплексів, що включають підручник, електронний підручник, посібник для вчителя, робочий зошит та інші матеріали; організація та аналіз результатів експериментального впровадження нових підручників та інших засобів навчання.

Варто зауважити, що навчальні посібники і підручники з будови автомобіля, які використовуються в професійному освітньому процесі, є надзвичайно обмеженими у якості навчання для майбутніх кваліфікованих робітників. Зміст цих матеріалів не завжди відповідає сучасному рівню технологічного розвитку в автотранспортній індустрії. Зазвичай, вони базуються на застарілих прикладах, які, хоча є класичними, але давно вже застарілими.

Тому мета роботи – обґрунтувати і укласти макет навчального посібника з теми «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля».

Об'єкт дослідження – процес вивчення будови автомобіля студентами (учнями) закладів передвищої та професійної (професійно-технічної) освіти.

Предмет дослідження – зміст навчального посібника з теми *«Механізми керування автомобілем»*.

Завдання дослідження:

- визначити результати навчання з теми *«Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля»*;
- скомпонувати інформаційне поле та сформувати дидактичні одиниці навчального матеріалу основного тексту посібника;
- побудувати структурно-сміслову модель основного тексту навчального посібника;
- обґрунтувати методичний апарат та розробити макет навчального посібника *«Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля»*.

Для вирішення поставлених завдань використані такі методи дослідження: аналіз наукової, технічної та методичної літератури з проблеми проектування змісту навчання будови та обслуговування автомобіля та проблеми розроблення навчально-методичного забезпечення дисциплін; класифікація та систематизація теоретичних даних зі змісту, системний аналіз для визначення фахових знань, які необхідно сформувати у учнів; графоаналітичний метод структурування для розробки структурно-сміслові моделі навчального матеріалу; логічне узагальнення при розробці висновків.

Результати дослідження було апробовано на Всеукраїнській науково-практичній Інтернет-конференції *«Актуальні проблеми технологічної та професійної освіти збірник матеріалів»* 30 травня 2023 р. Опубліковано тези доповіді на тему *«Особливості візуалізації навчального матеріалу з дисципліни «Безпека дорожнього руху» в процесі підготовки фахівців автотранспортного профілю»*.

1 ПРОЄКТУВАННЯ ОСНОВНОГО ТЕКСТУ НАВЧАЛЬНОГО ПОСІБНИКА «ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ І ПОТОЧНИЙ РЕМОНТ МЕХАНІЗМІВ КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛЯ»

1.1 Проєктування результатів навчання з теми

Рівень готовності транспортного складу має значний вплив на ефективність автомобільного транспорту та безпеку дорожнього руху. Забезпечення надійності автомобілів та зниження витрат на їх утримання становлять серйозну проблему національного масштабу. Важливість цієї проблеми підтверджується тим, що додаткові трудові і матеріальні ресурси витрачаються на технічне обслуговування та ремонт автомобілів під час їх експлуатації більше, ніж на їхнє виробництво.

Успішне вирішення даного питання залежить не лише від ефективного використання виробничих потужностей, матеріальних та працевдатних ресурсів, але й від рівня кваліфікації інженерно-технічних працівників, що займаються організацією транспорту та забезпеченням безпеки на дорогах.

Щоб відібрати навчальний матеріал для вивчення здобувачами, спочатку визначимо цілі і результати навчання з теми «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля».

Формулювання мети або цілі, яку людина прямує досягти, це основа цілепокладання. Цей процес може відбуватися на різних рівнях - в особистому житті або в професійній сфері, і може охоплювати різні аспекти, такі як освіта, кар'єра, здоров'я, стосунки, фінанси і т.д.

Цілепокладання - це опис процесу визначення специфічної, досяжної та вимірюваної мети, а також розробки плану дій, щоб досягти цієї мети. У ньому можна виділити такі етапи, як встановлення пріоритетів, визначення

термінів, аналіз ресурсів і визначення необхідних кроків для досягнення мети. Цілепокладання є важливим інструментом для досягнення успіху і задоволення в різних аспектах життя.

Якісне розуміння мети вивчення навчального матеріалу сприяє поясненню здобувачам освіти цілей спільної діяльності, робить завдання, які необхідно вирішити, зрозумілими.

Для досягнення цілей встановлені такі вимоги до процесу цілепокладання:

- відповідність цілей компетенціям фахівця;
- відображення предмету навчання або змісту навчального матеріалу;
- врахування елементів навчальної діяльності учнів у процесі досягнення цілей;
- наявність способів або «інструментів» для контролю досягнення цілей;
- наявність шкали оцінювання сформованих якостей особистості.

Виділяють стратегічні, тактичні і оперативні цілі. Стратегічні, тактичні та оперативні цілі навчання є важливими елементами процесу навчання і розвитку. Розглянемо їх детальніше:

1 Стратегічні цілі навчання визначаються на довгостроковій перспективі і спрямовані на досягнення важливих результатів або змін у певній сфері. Наприклад, стратегічна ціль може полягати у підвищенні рівня навчання та розвитку всієї організації або вдосконаленні певного процесу навчання.

2. Тактичні цілі навчання визначаються на середньостроковій перспективі і спрямовані на досягнення конкретних результатів або завдань, що сприятимуть досягненню стратегічних цілей. Наприклад, тактична ціль може полягати у розробленні нових навчальних програм або вдосконаленні методів оцінки успішності учнів.

3 Оперативні цілі навчання визначаються на короткостроковій перспективі і стосуються конкретних завдань або дій, які необхідно виконати для досягнення тактичних цілей. Наприклад, оперативна ціль може полягати у проведенні певного тренінгу для підвищення вмінь і знань працівників. Враховуючи стратегічні, тактичні та оперативні цілі, навчання може бути організоване та спрямоване на досягнення поставлених задач і розвиток у визначеній сфері. Для досягнення цих цілей використовуються різноманітні методи, інструменти та ресурси.

Для окремої дисципліни ставлять тактичні цілі навчання, які потім конкретизуються для кожного розділу, теми у вигляді оперативних цілей навчання.

У результаті вивчення предмета «Технічна експлуатація автомобілів» студенти повинні знати:

- статут автомобільного транспорту «Положення щодо технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів» правила технічної експлуатації транспортних засобів, нормативно-технічні документи; найважливіші властивості і показники якості автомобільних палив, мастильних матеріалів, спеціальних рідин і ступінь впливу змін цих якостей на навколишнє середовище;
- характерні відмови і несправності агрегатів і механізмів автомобіля, технічний стан яких забезпечує безпеку дорожнього руху і охорони навколишнього середовища;
- методи і засоби діагностування і контрольного-технічного стану автомобілів;
- основні методи організації технологічного процесу обслуговування і ремонту автомобілів, спрямованих на забезпечення належного технічного стану автомобіля.

Метою дисципліни є:

- розуміння сутності закономірностей технічної експлуатації та ремонту транспортних засобів і організації роботи ремонтних підприємств і її підрозділів з високою якістю і мінімальними витратами;

- формування систем знань, умінь та навичок, достатніх для розробки технологічних процесів, експлуатації та ремонту

Дисципліна складається зі слідуючих частин:

- комерційна експлуатація автомобілів
- експлуатація автомобілів
- технічне обслуговування агрегатів автомобіля, механізмів і систем

Тема «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля» входить у третій розділ дисципліни. Згідно робочої програми на її вивчення передбачено 9 годин, з яких 4 години – аудиторні заняття і 5 годин – самостійна робота.

Аналіз програми показав, що в результаті вивчення теми «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля» здобувачі повинні уміти:

- здійснювати діагностування механізмів керування автомобіля;
- користуватися обладнанням для діагностування;
- визначати несправності механізмів керування;
- здійснювати технічне обслуговування механізмів керування;
- виконувати поточний ремонт механізмів керування.

Рівні сформованості умінь можуть бути різними, в залежності від конкретної області знань або навички.

Загалом, можна виділити такі рівні:

1 Початковий рівень: Особа придбала базові знання і навички в даній області, але все ще потребує підтримки та нагляду з боку викладача або експерта.

2 Середній рівень: Особа володіє достатніми навичками і знаннями в обраній області, щоб виконувати завдання самостійно, але їй може бути необхідна консультація в складніших ситуаціях.

3 Високий рівень: Особа володіє глибокими знаннями і має високу компетентність в даній області. Вона здатна вирішувати складні задачі самостійно і давати консультації іншим.

4 Експертний рівень: Особа має виключну експертизу і володіє широкими знаннями в обраній області. Вона здатна розв'язувати найскладніші проблеми, досліджувати нові підходи і вносити значний вклад у розвиток даної галузі.

Щоб сформувати визначені уміння, потрібно вибрати систему знань, які їх забезпечують. Так, наприклад, для здійснення діагностування механізмів керування автомобіля, учні повинні знати основні несправності рульового керування, особливості діагностики рульового керування, обладнання для діагностики, будову рульового керування.

Узагальнені результати навчальної діяльності студентів з теми «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля» подаємо у вигляді таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Результати навчання з теми «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля»

Дидактична ціль	Бажаний рівень сформованості дій	Дидактичні навчальні задачі
1	2	3
<i>Уміти:</i>		<i>Знати:</i>
- здійснювати діагностування механізмів керування автомобіля;	С	- загальну будову механізму керування автомобіля; - призначення та будову основних вузлів та деталей кермового механізму; - особливості діагностики рульового керування;

Кінець таблиці 1.1

1	2	3
- користуватися обладнанням для діагностування;	С	- обладнання для діагностики;
- визначати несправності механізмів керування;	С	- основні несправності рульового керування;
- здійснювати технічне обслуговування механізмів керування;		- особливості технічного обслуговування рульового керування;
- виконувати поточний ремонт механізмів керування.		- технологію поточного ремонту рульового керування - техніку безпеки при виконанні ремонтних робіт

З таблиці 1.1 видно, яких результатів навчання повинні досягти студенти під час вивчення теми «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля».

Таким чином, в процесі визначення цілей і результатів навчання темі «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля» було визначено уміння, які необхідно сформулювати в учнів та систему знань базою для формування цих умінь. Відповідно до визначеного переліку елементів знань будемо проводити відбір і компонування інформаційного поля теми.

1.2. Компонування інформаційного поля теми

Інформаційне поле – це поняття, що використовується для опису набору інформації, яка становить один цілий контекст або область знань. Воно включає в себе всю доступну інформацію про певну тему або предмет, яка може бути представлена у різних форматах, таких як тексти, зображення, відео, аудіо тощо. Інформаційне поле може бути областю дослідження, даними, знаннями або базою даних, в якій зібрана і

систематизована інформація, що стосується певної сфери діяльності або проблематики.

Принципи відбору інформації для навчального посібника може включати декілька критеріїв. Основні з них наступні:

1 Актуальність: Вибрана інформація повинна бути актуальною та відповідати сучасним стандартам і знанням у відповідній галузі. Потрібно враховувати новітні наукові відкриття та дослідження.

2 Достовірність: Інформація повинна базуватися на перевірених джерелах, які мають добру репутацію у даній галузі. Автори матеріалу повинні мати належну кваліфікацію та досвід.

3 Повнота: Інформація має бути повна та охоплювати всі необхідні аспекти певної теми. Вона повинна передавати всю сутність і важливість даної теми.

4 Зрозумілість: Інформація повинна бути представлена зрозуміло та легко сприйнятливо для цільової аудиторії. Важливо враховувати рівень освіти та знань, щоб інформація була доступною для розуміння.

5 Структурованість: Інформація повинна бути логічно організована та систематизована. Правильна структура допомагає легко зорієнтуватись у навчальному посібнику та знаходити потрібну інформацію. Ці принципи допомагають забезпечити якість і точність інформації, що представлена в навчальному посібнику, що в свою чергу покращує ефективність навчального процесу.

Для компонування інформаційного поля під час розробки навчального посібника на тему: «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля» в рамках навчальної дисципліни «Технічна експлуатація автомобіля» нами було проведено аналіз навчальних підручників, пошук додаткової інформації в мережі інтернет, періодичних виданнях тощо. В результаті було сформоване інформаційне поле теми, в якому виділено основні структурні елементи змісту теми – дидактичні одиниці.

Дидактична одиниця навчального матеріалу – це окремий елемент або комплекс елементів, який використовується в навчальному процесі для досягнення певної освітньої мети. Вона може включати в себе змістову, формальну та методичну структури, які допомагають учням засвоїти необхідні знання, уміння і навички.

Для теми «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля» було визначено наступні дидактичні одиниці:

- ДО1 Загальна будова і робота рульового керування автомобіля
- ДО2 Рульові механізми та їх приводи
- ДО3 Підсилювачі рульового керування
- ДО4 Сучасні системи рульового керування
- ДО5 Основні несправності рульового керування автомобіля
- ДО6 Діагностика рульового керування
- ДО7 Обладнання для діагностики
- ДО8 Технічне обслуговування рульового керування
- ДО9 Поточний ремонт рульового керування
- ДО10 Техніка безпеки при виконанні ремонтних робіт

Зміст дидактичних одиниць подано у таблиці А1 додатку А.

Кожна дидактична одиниця може характеризуватися рівнем абстракції навчального матеріалу. Абстракція навчального матеріалу – це процес спрощення та узагальнення інформації з метою полегшення розуміння та запам'ятовування [14]. Це підхід, який дозволяє виділяти основні поняття, закономірності і принципи, виключаючи деталі, що не є суттєвими. Абстракція дозволяє зосередитися на ключових аспектах та загальних ідеях, що допомагає зрозуміти зв'язки між різними поняттями та спрощує сприйняття складного матеріалу. Це важливий елемент навчання, який допомагає студентам засвоювати нові знання і побудувати більш глибоке розуміння предмета. Виділяють чотири рівні абстракції навчального матеріалу:

Феноменологічний рівень абстракції зосереджений на спостереженні та описі фактів без спроби пояснення їх причин та взаємозв'язків. На цьому рівні ми спостерігаємо і описуємо явища такими, як вони є.

Аналітико-синтетичний рівень абстракції вивчає взаємозв'язки та причинно-наслідкові зв'язки між різними фактами та явищами. На цьому рівні ми аналізуємо та розбираємо складові частини явища, а потім синтезуємо їх у зрозумілу концепцію чи модель.

Аксіоматичний рівень абстракції базується на формулюванні та встановленні аксіом, тобто фундаментальних принципів, які вважаються безсуперечними та самозрозумілими. На цьому рівні ми розвиваємо дедуктивні системи або теорії, які виходять із базисних аксіом.

Прогностичний рівень абстракції передбачає прогнозування майбутніх подій та явищ на основі аналізу наявних даних та знань. На цьому рівні ми використовуємо методи прогнозування, статистику та ймовірнісні моделі для оцінки та передбачення можливих результатів. Дидактичні одиниці навчального матеріалу теми «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля» подано переважно на перших двох рівнях абстракції.

Таким чином, нами було скомпоновано інформаційне поле теми «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля» та виділено дидактичні одиниці основного тексту посібника.

1.3 Побудова структурно-сислової моделі основного тексту посібника

При розробці навчального посібника, важливим аспектом є встановлення оптимальної послідовності розміщення матеріалу з метою забезпечення логічності. Для досягнення цієї мети, проведемо

структурування зміст основного тексту посібника та побудемо його структурно-сміслову модель.

Структурування навчального матеріалу це процес організації і систематизації інформації з метою полегшення її сприйняття і розуміння студентами. Основна мета структурування навчального матеріалу - це створення логічної послідовності концепцій, фактів, теорій і прикладів, яка допомагає учням легко орієнтуватися і засвоювати інформацію.

Методи структурування навчального матеріалу включають різні підходи та стратегії для організації та презентації інформації в навчальному процесі. Ось декілька основних методів:

1 Метод систематизації: Цей метод використовується для організації навчального матеріалу шляхом створення системи, в якій знання та інформація логічно упорядковані. Часто використовується ієрархічна структура з підсумковими розділами, підрозділами та підпунктами.

2 Метод дедукції: Цей метод передбачає навчання шляхом вивчення загальних принципів або правил, а потім застосування цих знань до конкретних ситуацій або завдань. Такий підхід дає можливість студентам розуміти логіку та принципи застосування матеріалу.

3 Метод індукції: На відміну від методу дедукції, метод індукції передбачає навчання через виведення загальних правил або принципів з конкретних прикладів або спостережень. Такий підхід сприяє розвитку аналітичних навичок та розумінню причинно-наслідкових зв'язків.

4 Метод аналогій: Цей метод базується на знаходженні подібностей між різними ситуаціями або явищами. Він дає можливість учням застосовувати знання, отримані в одному контексті, до інших ситуацій.

5 Метод проблемного навчання: Цей метод ставить перед учнями реальні або вигадані проблеми, що потребують дослідження та розв'язання. Це сприяє активному залученню студентів до процесу навчання та розвиває їх критичне мислення та пошукові навички.

Ці методи можуть використовуватися окремо або поєднуватися для досягнення найкращих результатів у структуруванні навчального матеріалу. Структурування навчального матеріалу залежить насамперед від специфіки предмета, від функцій, які останній виконує в освіті, та від загального уявлення про побудову змісту освіти.

Для структурування основного тексту навчального посібника «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля», ми будемо використовувати графоаналітичний метод структурування для побудови структурно-сислової моделі.

Графоаналітичний метод структурування інформації є одним з підходів до аналізу та організації даних за допомогою графів. Графи складаються з вузлів (або вершин) і ребер, які з'єднують ці вузли. У контексті структурування інформації, вузли можуть представляти поняття або об'єкти, а ребра відображати взаємозв'язки між ними. Графоаналітичний метод дозволяє аналізувати складні системи, включаючи великі обсяги даних, шляхом візуалізації їх структури з використанням графів. Це допомагає краще зрозуміти залежності та взаємозв'язки між об'єктами або поняттями.

Побудова структурно-логічної моделі навчального матеріалу складається з наступних етапів [33]:

1 Формування множини понять теми

Множина понять теми «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля» включає 14 дидактичних одиниць

2. Побудова схеми взаємозв'язків між поняттями

На другому етапі ми формуємо граф взаємозв'язків між різними дидактичними одиницями. Під час побудови графу ми ставимо питання, наприклад: «Чи є необхідним знання матеріалу ДО1 для освоєння ДО3?». Якщо відповідь позитивна, то ми позначаємо зв'язок стрілкою у напрямку від ДО1 до ДО3. Це вказує, що ДО1 є базовою для розуміння ДО3, тобто

освоєння ДО3 передбачає знання ДО1. Таким же чином ми аналізуємо зв'язки між іншими дидактичними одиницями.

Схема взаємозв'язків між поняттями теми «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля» показана на рисунку 1.1.

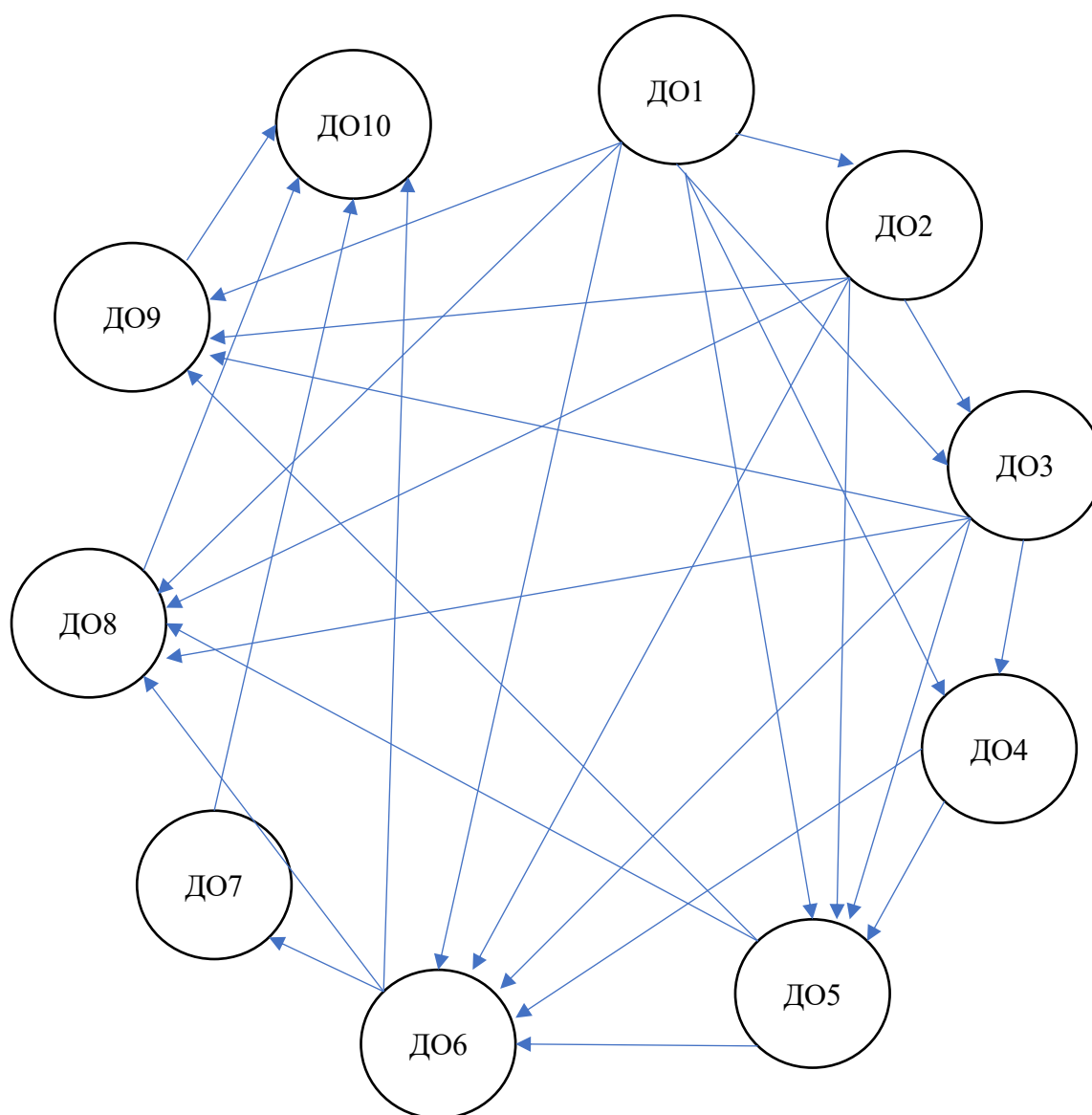


Рисунок 1.1 – Граф взаємозв'язків між дидактичними одиницями

На наступному етапі ми проводимо аналіз графу для виявлення дидактичних одиниць навчального матеріалу, які є автономними

вершинами, тобто не мають вхідних або вихідних зв'язків, а також замкнених контурів, що взаємно впливають один на одного. У нашому випадку, граф не містить жодних «автономних вершин» або «замкнених контурів», тому ми переходимо до побудови матриці зв'язків між основними дидактичними одиницями (таблиця 1.2). Розмірність цієї матриці становить 10 на 10 елементів.

Таблиця 1.2 – Матриця зв'язків між дидактичними одиницями навчального матеріалу навчального посібника

ДО	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Wb
1		1	1	1	1	1		1	1		6
2			1	1	1	1		1	1		8
3				1	1	1		1	1		1
4					1	1		1	1		7
5						1		1	1		1
6							1	1	1	1	1
7										1	1
8										1	6
9										1	2
10											1
Wa0	0	1	2	3	4	5	1	6	6	4	Шар 0
Wa1		0	1	2	3	4	1	5	5	4	Шар 1
Wa2			0	1	2	3	1	4	4	4	Шар 2
Wa3				0	1	2	1	3	3	4	Шар 3
Wa4					0	1	2	2	2	4	Шар 4
Wa5						0	1	1	1	4	Шар 5
Wa6							0	0	0	1	Шар 6
Wa6										0	Шар 7

Для заповнення клітин матриці використовується такий алгоритм: якщо для вивчення дидактичної одиниці ДО2 необхідно знання дидактичної одиниці ДО1, то відповідний елемент матриці, який перетинає перший рядок і другий стовпець, встановлюється на значення одиниці. Далі, для кожного рядка матриці обчислюється сума його елементів, і це число

дописується у відповідний стовпець справа. Також, для кожного стовпця матриці обчислюється сума його елементів, і це число дописується у відповідний рядок знизу. Отримані суми у стовпці та рядку відображають кількість вихідних та вхідних зв'язків для кожної вершини графа. Вектори W_a (вектор-рядок) і W_b (вектор-стовпець) формуються з отриманих рядків та стовпців матриці взаємозв'язків і мають розмірність, що дорівнює кількості рядків або кількості стовпців матриці взаємозв'язків.

Далі проводимо розбиття вектора W_a на окремі шари. Кожен шар буде представляти собою окремий вектор, який позначатимемо як $V(z)$, де z - номер шару ($z \geq 0$). Розмірність цих векторів, тобто кількість елементів в кожному шарі, буде визначатись під час розбиття вектора W_a на шари. В якості нульового шару використовується вектор $V(0) = (D01)$. Елементами цього вектора будуть поняття з індексами, що відповідають номерам тих стовпців матриці, які мають нульові значення вектора W_a0 .

Для побудови першого шару використовується формула:

$$W_{a1} = W_{a0} - W_{b1}, \quad (1.1)$$

де W_{a1} є допоміжним вектором, а W_{b1} є вектором, що відповідає першому рядку матриці взаємозв'язків. Номери рядків матриці взаємозв'язків відповідають номерам нульових елементів вектора W_a .

Отже, вектор $V(1)$ можна записати як $(D02)$, де елементи вектора відповідають поняттям з індексами, які є номерами стовпців матриці, що відповідають нульовим елементам вектора W_{a1} . Для побудови наступних шарів використовуються формули, що аналогічні (1.1).

$$W_{a2} = W_{a1} - W_{b2};$$

$$W_{a3} = W_{a2} - W_{b3};$$

$$W_{a4} = W_{a3} - W_{b4};$$

$$W_{a5} = W_{a4} - W_{b5};$$

$$W_{a6} = W_{a4} - W_{b6};$$

$$W_{a7} = W_{a4} - W_{b7} - W_{b8} - W_{b9};$$

Виконавши таким чином роботу, ми змогли розбити всю множину дидактичних одиниць навчального матеріалу на 8 шарів:

Шар 0: $V(0) = (ДО1)$;

Шар 1: $V(1) = (ДО2)$;

Шар 2: $V(2) = (ДО3)$;

Шар 3: $V(3) = (ДО4)$;

Шар 4: $V(4) = (ДО5)$;

Шар 5: $V(5) = (ДО6)$;

Шар 6: $V(6) = (ДО7, ДО8, ДО9)$;

Шар 7: $V(7) = (ДО10)$.

Використаємо отримані результати для створення структурно-логічної моделі навчального матеріалу посібника «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля» (див. рисунок 1.2).

Аналіз структурно-сислової моделі та визначення логічної послідовності подання дидактичних одиниць в навчальному посібнику є останнім етапом його структурування. В цьому аналізі розглядається можливість переміщення по стрілочкам, що починаються з верхнього «нульового» шару і спрямовані вниз, з метою вибору оптимального шляху. При цьому враховуються усі виявлені зв'язки з іншими елементами навчального матеріалу, щоб забезпечити належне усвідомлення при вивченні наступної дидактичної одиниці. Аналіз моделі дозволив визначити наступну послідовність подання змісту основного тексту в навчальному посібнику (див. рисунок 1.3).

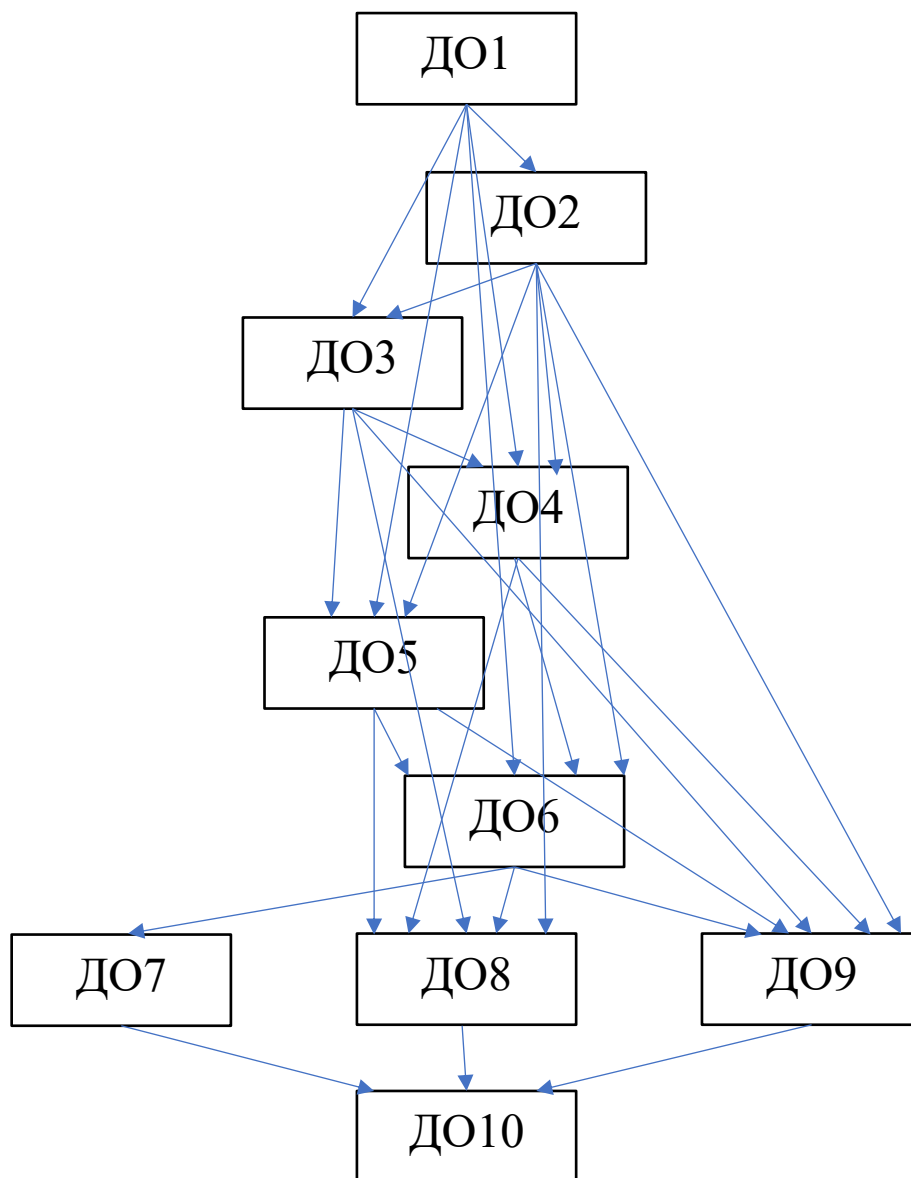


Рисунок 1.2 – Структурно-логічна модель основного тексту посібника

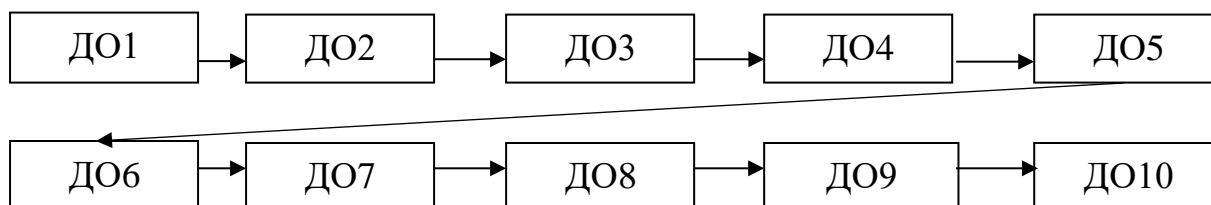


Рисунок 1.3 – Логічний ланцюжок оптимального викладу змісту теми

Як видно з рисунку вона не відрізняється від прийнятої на початку проектування. Отже, згідно структурно-логічної моделі зміст основного тексту навчального посібника можна розділити на 2 розділи:

1. Рульове керування автомобіля

1.1 Загальна будова і робота рульового керування автомобіля

1.2 Рульові механізми та їх приводи

1.3 Підсилювачі рульового керування

1.4 Сучасні системи рульового керування

2. Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля

2.1 Основні несправності рульового керування автомобіля

2.2 Діагностика рульового керування

2.3 Обладнання для діагностики

2.4 Технічне обслуговування рульового керування

2.5 Поточний ремонт рульового керування

2.6 Техніка безпеки при виконанні ремонтних робіт

Таким чином, в першому розділі визначено результати навчання з теми «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля», скомпоновано інформаційне поле навчального матеріалу, визначено дидактичні одиниці основного тексту посібника, побудовано структурно-логічну модель навчального матеріалу та встановлено логічну послідовність викладу основного тексту посібника.

2 РОЗРОБКА ЕЛЕМЕНТІВ МЕТОДИЧНОГО АПАРАТУ НАВЧАЛЬНОГО ПОСІБНИКА «ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ І ПОТОЧНИЙ РЕМОНТ МЕХАНІЗМІВ КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛЯ»

2.1 Вимоги та структура навчального посібника

Надзвичайно важливою є роль навчальної літератури в навчально-методичному комплексі. Відповідно до В. М. Мадзігона, підручник є детальною моделлю навчального процесу, яка активно залучає учня до самонавчання, а не лише до засвоєння матеріалу. Згідно з Р. М. Шамелашвілі, підручник є феноменом навчально-методичного комплексу [16].

Планування вмісту і методики кожного підручника повинно включати різноманітні стимули, які враховують вікову динаміку та інтереси учнів, їх навички навчання, життєвий досвід і прагнення до успіху. Це сприяє підвищенню зацікавленості учнів у вивченні матеріалу, що міститься у підручнику [32].

Навчальний посібник повинен допомагати учням усвідомити взаємозв'язок між набутими знаннями та новою інформацією, яка представлена в ньому [32].

Концепція повноти змісту навчальної дисципліни визначає шляхи вирішення цих питань:

- 1) вірне відображення основних елементів науки в підручниках та їх психолого-дидактичне обґрунтування,
- 2) спільні наукові підходи до визначення понять,
- 3) забезпечення консистентного розвитку матеріалу та забезпечення його послідовності [24].

Досліджуючи вітчизняне навчальне видання, К. О. Баханов визначає такі тенденції: 1) досягнення достатнього рівня вимог до підручників для кращого засвоєння матеріалу учнями; 2) пошук шляхів розвитку та творчого спрямування підручників [24].

Згідно з експертами Ради Європи, Р. Майєром та М. Моландом, недоліки в українських підручниках включають авторський текст як домінуючий, енциклопедичний зміст, недостатню кількість творчих завдань, недостатню методичну підготовку ілюстрацій та інше. Отже, тенденція підсилення розвивальної функції підручника відповідає загальноєвропейському уявленню про сучасний шкільний підручник.

Зважаючи на перелічене вище можна визначити основні вимоги до сучасного підручника та шляхи їх удосконалення.

Спершу розглянемо вимоги до змісту навчального посібника. Підручник має бути структурованим таким чином, щоб він відповідав навчальній програмі для даного предмета і включав в себе необхідний обсяг і наукову повноту матеріалу. Також важливо враховувати відведений навчальний час для вивчення конкретних розділів та параграфів. Підручник повинен бути зрозумілим для учнів і містити основні наукові ідеї, закони, поняття та їх зв'язок зі суспільно-економічним розвитком країни і культурним життям суспільства, а також їх практичне застосування у повсякденному житті. При цьому необхідно використовувати належну наукову термінологію та символіку, дотримуючись коректності.

Матеріал у підручниках з предмета, який вивчається протягом кількох років, повинен бути представлений у послідовності, що логічно впорядковує його, створюючи цілісну систему, яка враховує внутріпредметні та міжпредметні зв'язки. При цьому підручник повинен бути цікавим для учнів, написаним мовою, що відповідає їх здатностям засвоєння, враховуючи їх вікову категорію, попередню загальноосвітню підготовку та життєвий досвід. Важливо уникати простого спрощення або наукової вульгаризації змісту.

Сучасний підручник орієнтується на поступове, послідовне й наполегливе підготування дітей до самонавчання. Ця ідея відображена через засоби мотивації, що є присутніми у тексті підручника, а також підтримки самостійної праці. Зокрема, автори використовують різні прийоми стимулювання і підтримки самонавчання. Крім того, підручник містить процесуальний аспект, що передбачає вміння автора розробити детальний процес самонавчання, який проглядається у текстових і позатекстових компонентах підручника.

Для цього потрібно змінити принципи створення навчальних матеріалів, щоб підручник мав не тільки науковий зміст, але й відображав основні психологічні шляхи інтелектуального розвитку учнів. Тривалий час використовувався предметно-центричний підхід, але тепер йому слід додати психодідактичний підхід, що передбачає: тематичну структуру змісту; різнорівневість і диференціювання навчальних матеріалів; використання різних форм презентації навчального матеріалу; включення ігрових ситуацій і психологічних коментарів; акцентування уваги на розумінні фактів, ідей і теорій; використання сюжетної основи та діалогічних особливостей текстів, а також впровадження «проблемних текстових ситуацій»; індивідуалізацію навчання за допомогою тексту; створення комфортного режиму розумової праці засобами тексту - такий тип навчання, який відповідає реальній структурі дитячого мислення і дає кожному учневі можливість обирати найкращу для нього форму навчальної інтелектуальної поведінки.

Підручник повинен мати чітку і логічну структуру, яка зрозуміло викладає матеріал.

Рекомендується така структура:

- 1) вступ: огляд теми; визначення ключових термінів і понять
- 2) основна частина: поділена на розділи або тематичні блоки; кожен розділ має вступну частину, викладення основного матеріалу, приклади,

ілюстрації, таблиці; можливість вводу практичних завдань і вправ для закріплення навичок

3) висновки: – підсумок кожного розділу – основні висновки з теми

4) узагальнювальні тексти і наочні схеми: – допомагають узагальнити та систематизувати навчальний матеріал

5) ілюстрації, таблиці і графіки: – використовуються для конкретизації та показу прикладів

6) додатковий матеріал: – текстовий матеріал може включати витяги з документів, уривки з творів публіцистичної, наукової, науково-популярної літератури тощо - наочний матеріал може включати репродукції картин, фотографій тощо.

Жосан О.Е. пропонує таку узагальнену модель структури навчального посібника (рисунок 2.1) [].

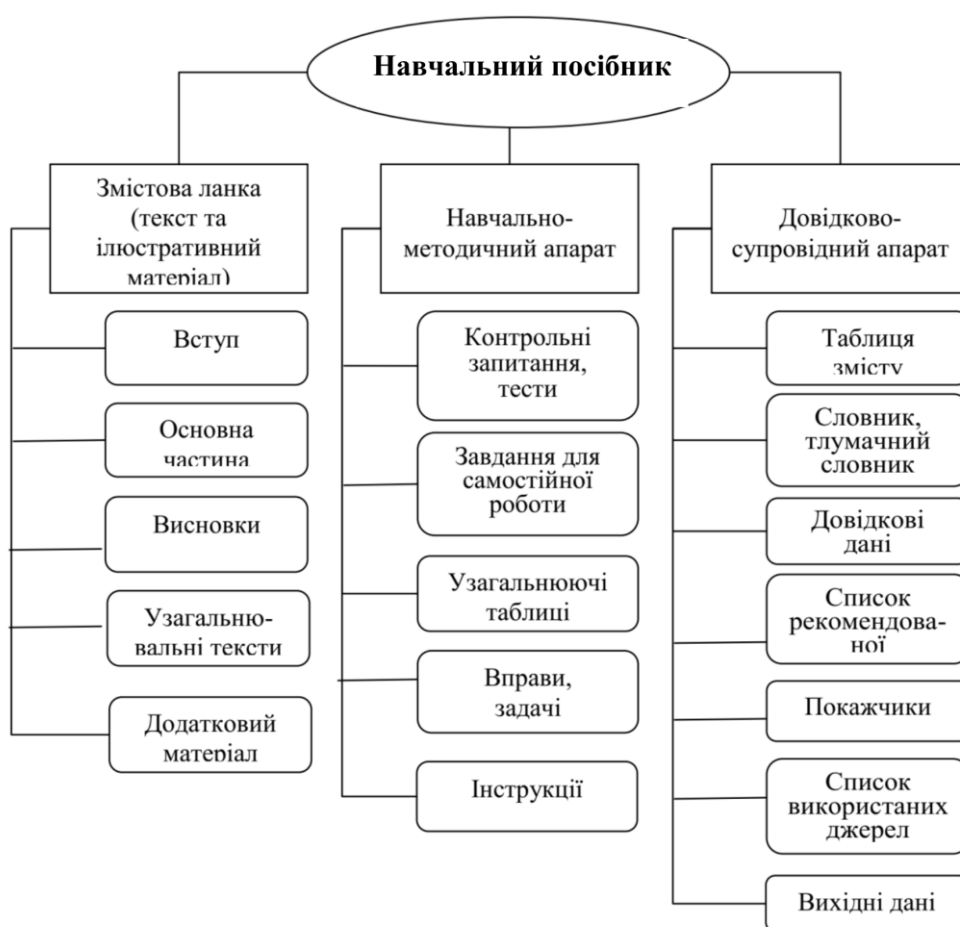


Рисунок 2.1 – Структура навчального посібника

Рекомендується, щоб кожен розділ підручника відповідав одній певній навчальній темі. Якщо розділ містить кілька навчальних тем, то це повинно бути відображено в його заголовку. Крім того, у підручнику повинні бути включені попередні елементи структури (матеріал, що потребує вивчення, зв'язок з попередніми темами і т.д.) та завершальні елементи структури (підсумок, узагальнюючі таблиці або схеми, інтегруючі ситуації і т.д.). В межах одного розділу бажано чергувати різні види діяльності (практичні роботи, спостереження, вправи, питання і т.д.), які сприятимуть розвитку навичок і вмінь (пізнавальних, практичних, життєвих).

Вимоги до навчально-методичного апарату підручника включають:

- забезпечення керування пізнавальною діяльністю учнів, що означає, що підручник повинен мати вказівки та рекомендації щодо способу оволодіння матеріалом;
- заохочення розвитку творчої активності учнів, тобто підручник має стимулювати втілення власних ідей та активну участь у процесі навчання;
- формування навичок самостійного застосування знань на практиці, що означає, що підручник має містити завдання для самостійної роботи над текстом та ілюстраціями;
- спрямування спеціальних завдань для самостійної роботи над текстом та ілюстраціями є важливим аспектом, який допомагає досягти поставлених цілей.

Підручник слід розглядати як інструмент формування загальнонавчальних і предметних компетентностей учнів, тому він повинен бути орієнтований на діяльність. При його створенні бажано передбачити застосування інформаційно-комунікаційних засобів у навчальному процесі.

Матеріал підручника повинен ілюструватися методично доцільними зображеннями, схемами, кресленнями та іншим графічним матеріалом,

спрямованим на пояснення змісту основного матеріалу, його доповнення та конкретизацію.

Ілюстрації відносно тексту можуть бути розділені на три категорії:

1) головні, які самостійно передають зміст навчального матеріалу;
2) еквівалентні, які разом з основним текстом спрямовані на глибоке і свідоме засвоєння змісту навчального матеріалу;

3) допоміжні, які призначені для доповнення, уточнення та емоційного підсилення змісту тексту, сприяючи ефективному засвоєнню матеріалу.

Конструкцію методичного апарату для ілюстрацій у підручниках слід організувати у вигляді системи завдань, задач, запитань і вправ. Ця конструкція виконує кілька важливих методичних функцій. По-перше, вона планує дії, які учень має виконати під час роботи з ілюстраціями. По-друге, вона підпорядковує прийоми роботи з ілюстраціями специфіці й змісту основного тексту підручника. По-третє, поступово ускладнює прийоми роботи з ілюстраціями. По-четверте, передбачає здійснення учнями перцептивних дій у роботі з ілюстраціями, що дозволяє створювати образи та оперувати ними. Нарешті, супровідна інформація до зображень повинна бути достатньою для організації повноцінної пізнавальної діяльності учнів з ілюстраціями.

Художньо-технічне оформлення підручника, а також інші аспекти, пов'язані з зручністю його використання, повинні відповідати сучасним санітарно-гігієнічним стандартам.

2.2 Обґрунтування додаткового і пояснювального тексту посібника

Поділ навчального матеріалу на частини повинен враховувати принципи осмислення інформації – обсяг кожної частини має відповідати можливостям оволодіння та запам'ятовуванням матеріалу протягом короткого часу. При цьому, кожний закінчений сегмент, що розглядає певну проблему або тему, повинен забезпечувати певний рівень освоєння дисципліни. Крім того, поділ тексту на частини здійснюється відповідно до логічного принципу, що виявляється у взаємозв'язку між розділами. Кожна частина тексту має назву, яка відображає його зміст і покращує можливості запам'ятовування представлених знань.

Різні частини тексту мають різне значення з точки зору загальної концепції дисципліни. Тому текст навчального посібника розділяється на основний, пояснювальний та додатковий, які відрізняються розмірами шрифтів та розташуванням на сторінках.

Пояснювальні тексти – це тексти, які допомагають зрозуміти і пояснити основний матеріал, представлений у навчальному посібнику. Вони доповнюють теоретичну інформацію, надають додаткові приклади і пояснення, розкривають складні поняття або важкі для учнів теми. Пояснювальні тексти можуть містити додаткові відомості, ілюстрації, графіки або діаграми, які візуально допомагають учням краще зрозуміти тему. Вони також можуть містити практичні поради, викладення правил, формули або вправи для закріплення навчального матеріалу. Пояснювальні тексти підручника відіграють важливу роль у процесі освоєння навчального матеріалу, допомагаючи учням засвоювати інформацію більш ефективно та детально.


У навчальному посібнику на тему «Механізми керування автомобілем», по тексту викладення, вставленні визначення та поняття, які дозволяють швидше зрозуміти зміст знань, вміщених у тексті.

В посібнику використовується додатковий та пояснювальний текст, який подано у таблиці 2.1 в якій показано до яких дидактичних одиниць власне і відноситься даний текст.


Таблиця 2.1 – Додатковий та пояснювальний текст посібника «Рульове керування автомобіля»

№ ДО	Назва дидактичної одиниці	Додатковий та пояснювальний тексти
1	2	3
ДО 1	Призначення і класифікація рульового керування	<p>Додатковий текст</p> <p>Як створювалося рульове управління</p> <p>Конструктори усього світу розробляли і доводили до розуму агрегати і вузли рульового управління в різний час і по частинах: придумали важелі - керованість кульгає, зробили менше передні колеса - особливо не розженешся. Кожне нове винахід витягали на світло нові труднощі і супутні проблеми - як зазвичай і буває при нормальному прогрес.</p> <p>Десятки інженерів, винахідників і просто мрійників свого часу доклали руку до створення зручного та ефективного рульового управління. І знамениті Готліб Даймлер, Вільгельм Майбах і Карл Бенц, звичайно ж, не залишилися осторонь.</p> <p>У 1886 році німецький інженер Готліб Даймлер сконструював самохідний апарат, схожий на карету, яка розвивала швидкість до 18 кілометрів на годину. На цей віз його колега Вільгельм Майбах встановив двигун внутрішнього згоряння потужністю 1,1 к.с. Цей автомобіль був оснащений рейковим рульовим механізмом. Мінуси такого автомобіля полягали в тому, що у коліс був однаковий кут повороту (як у карет), що негативно позначалося на керованості, особливо на великій швидкості.</p> <p>Справа в тому, що у карет передні і задні колеса були різного діаметру (задні значно більші) і поверталися під однаковим кутом. Така конструкція не сприяла маневреності. Тому в 1893 році інший відомий автоконструктор Карл Бенц доопрацював систему рульового управління: створив рульову трапецію, яка дозволила повертати ведучі колеса по різновеликих радіусах. Внутрішнє (до центру повороту) кероване колесо повертається на більший кут, ніж зовнішнє. Таким авто стало простіше управляти, водії більше не боялися "прилягти" на бочок на повороті, та й шини зношувалися не так швидко.</p> <p>Рульова трапеція дозволила зробити колеса однаковими і набагато меншого діаметру.</p> <p>Так завдяки вдосконаленому рульового управління автомобіль відійшов від зразка кінних екіпажів.</p>

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
ДО 3	Рульове колесо	<p data-bbox="587 315 834 349">Додатковий текст</p> <p data-bbox="587 389 834 423">Як з'явився кермо</p> <p data-bbox="544 427 1437 607">Перші самохідні машини відрізнялися від карет наявністю двигуна і важелем для управління коліс. Він називався румпелем - цей вид управління прийшов з суднобудування. Через румпель, який перебував на стійці управління по центру, машини прозвали "кавомолки".</p>  <p data-bbox="667 943 1358 976">Румпель замість руля на автомобілях-кавомолках</p> <p data-bbox="544 1014 1437 1160">У перших автомобілів була та ж проблема, що і у кінних карет: при повороті передня керована вісь проверталася по центру, маневреності не було. Керувати автомобілем за допомогою румпеля було справжньою мукою.</p> <p data-bbox="544 1164 1437 1491">Перше кругле кермо з'явилося на автомобілі Panhard 4hp завдяки зростаючій популярності автогонок. Кермо у відносно звичному для нас вигляді в 1894 році придумав Альфред Вашерон - завзятий автогонщик. Кермо він сконструював саме до гонки "Париж - Руан", коли готував автомобіль до змагань. Він зсунув стійку управління назад і замість "ручки кавомолки" поставив кермо, але ще не похило, а паралельно підлозі. Кермо приводило в рух систему важелів, шарнірів і тяг, а вони передавали рух до коліс.</p>  <p data-bbox="783 1839 1241 1872">Автомобіль Panhard 4hp (1894 р.)</p> <p data-bbox="544 1910 1437 2051">У той же час компанія Panhard-Levassor провела порівняльні випробування автомобілів з румпелем і з кермом. Звичайно ж, кермо перевершило румпель за всіма показниками. Тому в 1898 році всі моделі Panhard випускалися з круглим кермом. Так</p>

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
		<p>Panhard-Levassor задала тренд в світі автомобілів: з цього часу практично всі автомобільні концерни випускали автомобілі з круглим кермом. І вже протягом наступних 10 років румпель був витіснений з автомобільного ринку.</p> <p>Автоконструктори-новатори продовжували покращувати і модернізувати рульове колесо, і ось тоді ж в 1898 році француз Артур Костянтин Кребс запропонував нахилити рульову колонку. Керувати таким кермом виявилось в рази зручніше.</p>  <p>Кермо конструкції "Банджо"</p> <p>Але сама конструкція керма залишалася незручною: він був чотириохвицевим, металевим і страшно бив в руки водієві на нерівностях дороги. Конструктори запропонували рішення - встановити більш дрібні спиці. Так з'явилося кермо системи "Банджо".</p> <p>В кінці 20-х років Едвард Лобелл презентував регульоване кермо, проте його винахід було забуто на довгі 30 років.</p> <p>Згодом кермо мало змінювався, відрізнявся тільки матеріалами і дизайном, кількістю спиць. І тільки в 90-і роки ХХ століття з'явився прообраз мультируль - з додатковими кнопками і важелями.</p>
ДО 6	Черв'ячний рульовий механізм	<p>Пояснювальний текст</p> <p>Черв'як – це циліндричне тіло на поверхні якого є витки за формою гвинтової лінії. Якщо у торцевій площині витки черв'яка мають профіль архімедової спіралі, то такі черв'яки називають архімедовими (їх позначають ZA). Витки черв'яка у торцевій площині можуть мати профіль продовженої або скороченої евольвенти. Такі черв'яки називають конволютними (позначають ZN). Якщо витки черв'яка у торцевій площині мають профіль нормальної евольвенти, то такі черв'яки називають евольвентними (позначають ZI).</p>
ДО 8	Рейковий рульовий механізм	<p>Додатковий текст</p> <p>Сьогодні механізм рульової рейки зустрічається на багатьох сучасних передньопривідних легкових автомобілях. Багато хто вважає, що рульова рейка - сучасний агрегат, але це не так. Перші автомобілі кінця 19 століття були оснащені саме такою конструкцією. Спочатку вона називалася "шестерня-рейка". На початку ХХ століття рейку ставили на окремих моделях автомобілів BMW.</p>

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
		<p>Але потім пішла тенденція на використання більш складних механізмів, як наприклад, редуктор. І про рульову рейку забули. Забуття частково пояснюється тим, що автоконструктори хотіли піти від слабких місць рейки: занадто добре вона передавала удари від коліс на кермо, зношувалася швидко, її не можна було використовувати на поганій і складній дорозі. До того ж, вона погано поєднувалася з ресорами, балками і т.д. Плюс, обертати кермо без підсилювача було не кожному водієві до снаги.</p> <p>Рульова рейка на десятиліття отримала звання архаїчного агрегату. Згадали про неї в 1948 році, коли американський інженер Ерл Макферсон (на той момент він працював в компанії Ford) презентував свою підвіску. І автовиробники повально перейшли на передній привід з підвіскою McPherson.</p> <p>Це з'єднання рейкового механізму і підвіски McPherson виявилось настільки вдалим, що з тих пір і до наших днів в більшості легкових автомобілів колеса управляються за допомогою рейкової передачі.</p>
ДО 9	Призначення та основні параметри рульових приводів	<p>Додатковий текст Створення рульової трапеції</p> <p>Французький інженер А. Болле в 1880 році представив світу першу машину з паровим двигуном. У його виробі вперше була застосована рульова трапеція, яка була створена до того, як було винайдене кермо. Вона використовувалася для повороту коліс. Природно, що з тих часів її конструкція істотно змінилася. Коли інженерами була придумана незалежна підвіска коліс, довелося змінити пристрій поперечної тяги і додатково оснастити її кульовими наконечниками. В процесі еволюції машинобудування були винайдені рульові редуктори з черв'ячною передачею, а також маятникові важелі, якими обладнані сучасні автомобілі.</p>
	Гідравлічний підсилювач рульового керування	<p>Додатковий текст Створення гідропідсилювача керма</p> <p>У ті далекі часи кермо був таким тугим, що одному водієві часто було не під силу обертати рульове колесо. У деяких моделях авто це робило відразу кілька людей! Тому автоконструктори задумалися про механізм, який допоміг би водіям обертати кермо.</p> <p>Неясно, хто винайшов підсилювач першим. Як завжди, багато автоконструктори вели розробки паралельно і незалежно один від одного: наприклад, в 1902 році англієць Фредерік Ланчестер запатентував вакуумний підсилювач керма і "управління рульовим механізмом, який приводиться в дію гідравлічною енергією", американка Клара Гейліс запатентувала аналогічний пристрій, Чарлз Хаммонд розробляв підсилювачі рульового управління в Канаді.</p> <p>Але офіційно визнаним конструктором Гура вважається американський інженер Френсіс Девіс. Він працював в компанії Pierce-Arrow, яка спеціалізувалася на виробництві вантажівок і пожежних автомобілів. Там на місці Девіс створював і відчував</p>

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
		<p>підсилювачі керма. У 1925 році він запатентував і продемонстрував перший гідропідсилювач. General Motors відразу ж переманила талановитого інженера до себе в компанію. Однак протягом семи років в процесі розробки гідропідсилювача на легковий автомобілі Девіс так і не зміг інтегрувати своє дітище. З початком Другої світової війни Девіс подався у воєнний автомобілебудування і прийшов до того, з чого почав, - до великовантажним машинам. Девіс знайшов своє визнання.</p> <p>Гідропідсилювач відмінно показав себе на військових автомобілях. У повоєнні роки Девісу все-таки вдалося встановити ГПК на легковий автомобіль - спочатку на свій власний. Спочатку ГПК встановлювали на елітні автомобілі, а потім і на звичайні легковики. Перший доступний за ціною широким масам автомобіль з ГПК випустила компанія Chrysler Corporation в 1951 році.</p> <p>У компанії General Motors, в якій раніше Девіс намагався інтегрувати гідропідсилювач, подумали-подумали і в 1952 році випустили свій власний автомобіль з ГПК. Так з'явився Cadillac Series 62.</p> <div data-bbox="767 1010 1251 1245" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">Cadillac Series 62 з ГПК (1954 р.)</p> <p>Гідропідсилювач пережив таку паузу в розвитку через складнощі масового виготовлення: на ті часи агрегат вважався складним, створити такий коштувало чималих праць і витрат. Взяти хоча б ремкомплект насоса гідропідсилювача - сьогодні виготовити, встановити і замінити ремкомплект не проблема, але 100 років тому автовиробники не знали, як це зробити без зайвих витрат. Завдяки автоматизації виробництва ГУР став доступним за вартістю і увірвався на ринок автомобілебудування.</p> <p>Пізніше гідропідсилювач багаторазово доробляли і видозмінювали інші автоконструктори, проте звання творця Гура по праву належить Френсісу Девісу.</p> <p>Ще був проміжний етап розвитку підсилювача керма - пневматичний підсилювач. Використовувався в 1930-і роки на великовантажних машинах в США. Але система зазнала фіаско - була занадто ненадійною, великий і дуже галасливою.</p>
	Електричний підсилювач рульового керування	Додатковий текст Як створювався ЕПК

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
		<p>Багато джерел стверджують, що час створення ЕПК - 80-і роки ХХ століття. Це помилка, адже електропідсилювачу вже 120 років!</p> <p>Перший електропідсилювач був сконструйований і інтегрований в легковий автомобіль в 1903 році в моделі Columbia. Інженери встановили електродвигун на рульову колонку, а замість золотника на торсіон рульової колонки поставили змінний резистор.</p>  <p>Перший електропідсилювач керма на автомобілі Columbia (1903 р)</p> <p>Ідея проста до неможливості, але на потік поставлена не була. Ймовірно, проблема була пов'язана з високою собівартістю електроначінки для автомобілів тих часів, та й не дружили легковика з електрикою. В ті часи гідравлічні і пневматичні підсилювачі кульгали на обидві ноги, а електросистеми автомобілів відставали навіть від них. Тому в окремих видах блоки живлення "вистрілювали" і патентувались по всьому світу, проте в масове виробництво не потрапляли.</p> <p>І ось через півстоліття в 1988 році в Японії електропідсилювач з'явився в автомобілі Suzuki Cervo. Запатентувала ЕПК компанія Mitsubishi. В цьому випадку електродвигун встановлювали прямо на рульову рейку.</p> <p>З 1988 року електропідсилювач модернізували, доробляли і всіляко змінювали. Інженери зіткнулися з проблемою перегріву електродвигуна, тому спочатку ЕУР встановлювали переважно на малолітражки.</p> <p>Сьогодні електропідсилювач встановлюють навіть на потужних позашляховиках. Але і зараз автоконструктори не вгамовуються і продовжують удосконалювати цей агрегат.</p> <p>Пояснювальний текст</p> <p>Датчик кута повороту керма — елемент ЕПК (ЕГПК), який визначає положення керма в діапазоні 720 градусів у кожен бік. Частіше за все датчик встановлюється на рульовій електроколонці під кермом, рідше — на валу розподільника рульової рейки або над трамвобезпечним валом колонки.</p>

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
		 <p style="text-align: center;">Датчик кута повороту керма для Mercedes-Benz E-Class</p> <p>Датчик вимірює: кут повороту керма; напрямок повороту; кутову швидкість.</p> <p>Датчик пов'язаний з блоком управління електропідсилювача, який, виходячи з отриманих даних, коригує роботу електромотора підсилювача. Справний датчик гарантує високу точність роботи електропідсилювача.</p> <p>Окрім ЕПК і ЕГПК, датчик кута повороту має бути пов'язаний з системами: курсової стійкості; адаптивного круїз-контролю; допомоги руху в смузї; адаптивного освітлення; активного рульового управління; активної підвіски.</p> <p>Існує три види датчиків кута повороту керма, які відрізняються за принципами роботи і конструкцією: потенціометричні; оптичні; магніторезистивні.</p> <p>Магніторезистивні датчики найбільш сучасні та надійні.</p> <p style="text-align: center;">Датчик крутного моменту на рульовому колесі</p> <p>В основу роботи електричного підсилювача рульового керування покладена величина крутного моменту на рульовому колесі. Чим більше зусилля прикладає водій до рульового колеса (створює крутний момент), тим більшим повинно бути додаткове зусилля з боку підсилювача керма. Величину крутного моменту на рульовому колесі оцінює датчик крутного моменту. У ряді конструкцій датчик крутного моменту об'єднаний з датчиком кута повороту рульового колеса. Розрізняють декілька конструкцій датчиків крутного моменту на кермовому колесі, побудованих на різних фізичних принципах: оптичний, індуктивний, датчик Холла, магніторезистивний датчик. Всі перераховані види датчиків безконтактні вимірювальні пристрої. Крім фізичних принципів, датчики розрізняються швидкістю і точністю вимірювання. Найпоширенішим є датчик крутного моменту, побудований на ефекті Холла.</p>
	Технічне обслуговування та ремонт	<p>Пояснювальний текст</p> <p>Масло ГПК - робоче тіло, яке передає тиск від насоса гідропідсилювача на поршень штока рейки.</p> <p>Інші функції рідини:</p> <ul style="list-style-type: none"> • охолоджує і змащує вузли ГПК;

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
	рульового керування	<p>• захищає металеві елементи гідروпідсилювача від іржі.</p> <p>Гідравлічних масел на ринку дуже багато і в цьому розмаїтті легко заплутатися. Щоб відрізнити рідини, зверніть увагу на колір і хімічний склад. Кольори масел - червоні, жовті і зелені. За хімічним складом олії ділять на мінеральні та синтетичні. Розберемо докладніше і почнемо з колірних особливостей червоні масла</p> <p>Червона гідравлічна рідина - розробка концерну General Motors, який випускає мінеральні і синтетичні рідини. Найпоширеніші мінеральні масла червоного кольору - Dexron II і Dexron III, а синтетичні - ATF і його похідні.</p> <p>Червоні рідини використовують для рульового управління і АКПП, тому ці масла часто називають трансмісійними.</p> <p>До складу масел входять домішки для фрикціонів "автомата". Ці домішки ніяк не впливають на роботу гідропідсилювача. Тому можете не боятися і заливати червоне масло як в ГПК, так і в АКПП. Наприклад, в Японії взагалі немає поділу масел на трансмісійні та гідравлічні, і для цих систем використовують один тип рідин.</p> <p>Червоне масло часто використовують в американських, азіатських і європейських марках автомобілів.</p> <p>Жовті масла</p> <p>Мінеральні жовті рідини використовують тільки в гідропідсилювачах керма. Синтетичні масла заливують в гідропідсилювачі і використовують в гідропідвісці.</p> <p>Основний виробник жовтого мінерального масла ГПК - компанія Daimler AG. Зрозуміло, що це масло найчастіше зустрічається в автомобілях марок, які належать концерну - Mercedes-Benz, Smart, AMG і Maybach.</p> <p>Самі популярні марки жовтого синтетичного масла - Total і Mobil. Жовта синтетика часто зустрічається в автомобілях Citroen, причому масло використовують і в гідропідсилювачі, і в гідропідвісці.</p> <p>Зелені масла</p> <p>Зелені масла ГУР бувають мінеральні і синтетичні. Зелені масла використовують тільки в рульовому управлінні з гідропідсилювачем.</p> <p>Велика частина мінеральних і синтетичних зелених масел на ринку України - це продукція концерну VAG. Ці масла найчастіше зустрічаються в автомобілях брендів групи VAG - Volkswagen, Audi, Bentley, Porsche, Lamborghini, Bugatti, Seat, Skoda, Scania і MAN.</p> <p>Компанія Mercedes-Benz також випускає власну лінійку зеленої мінералки для ГПК.</p> <p>Ще один популярний виробник синтетичних зелених масел для гідропідсилювача - компанія BMW. Виробник випускає масло марки Pentosin, яке використовують в більшості автомобілів BMW.</p>

Кінець таблиці 2.1

1	2	3
		Звичайно, є й інші виробники масел, але вони роблять рідини для ГПК за технологіями і стандартам описаних вище компаній. Інші компанії просто купують права на випуск певних масел.

Приклад пояснювального тексту посібника показано на рисунку 2.2.

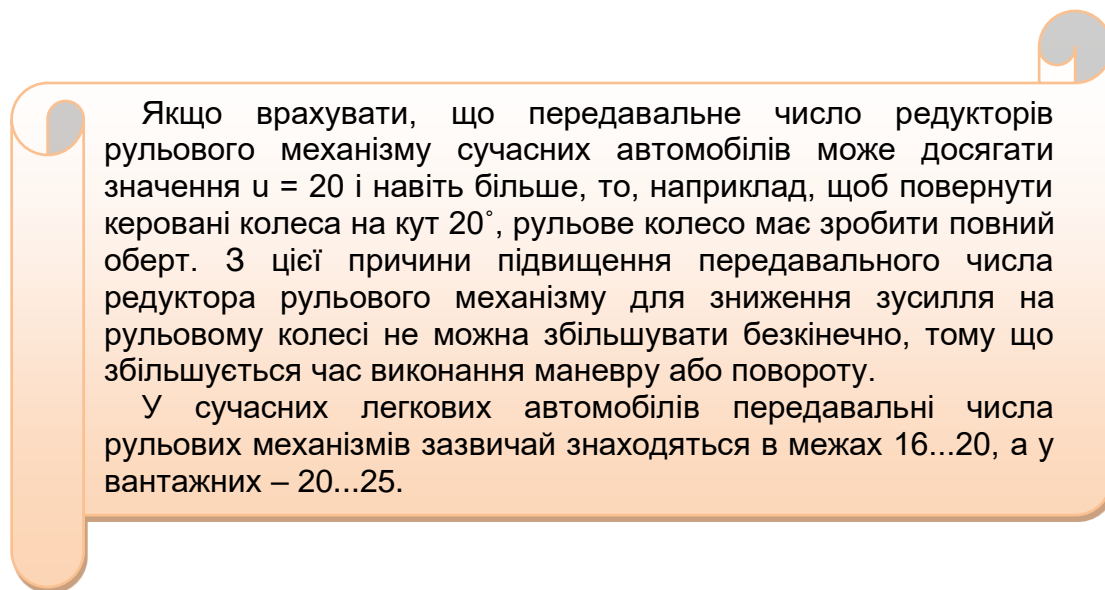


Рисунок 2.2 – Приклад пояснювального тексту

Окремою частиною навчального тексту посібника є додаткові тексти.

Використання додаткових текстів у підручниках є важливим елементом навчального процесу. Додаткові тексти можуть бути включені для розширення розуміння матеріалу, наведення прикладів або для поглиблення знань у певній темі.

Ці тексти можуть бути літературними, науковими, історичними або пов'язаними з іншими галузями знання.

Використання додаткових текстів в підручниках дозволяє створити більш різноманітне і цікаве навчальне середовище для учнів. Вони допомагають привернути увагу учнів, стимулюють їх інтелектуальний розвиток та розширюють їх кругозір. Також, вони можуть допомогти учням збагачувати свій словниковий запас і покращувати мовні навички.

Додаткові тексти можуть бути представлені у різних форматах, таких як оповідання, вірші, статті, есе, наукові статті, історичні документи, витяги з книг тощо. Важливо вибирати тексти, які відповідають рівню розуміння учнів і підходять до конкретного навчального матеріалу.

Як додаткові тексти у навчальному посібнику «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля» використовуються довідкові матеріали, які підтверджують окремі положення основного тексту, історичні довідки рульовий механізм тощо (рисунок 2.3).



Перше кругле кермо з'явилося на автомобілі Panhard 4hp завдяки зростаючій популярності автогонок. Кермо у відносно звичному для нас вигляді в 1894 році придумав Альфред Вашерон - завзятий автогонщик. Кермо він сконструював саме до гонки "Париж – Руан", коли готував автомобіль до змагань. Він зсунув стійку керування назад і замість "ручки кавомолки" поставив кермо, але ще не похило, а паралельно підлозі. Кермо приводило в рух систему важелів, шарнірів і тяг, а вони передавали рух до коліс.

Рисунок 2.3 – Приклад додаткового тексту

Отже, використання пояснювального та додаткового текстів, як додатково-супровідного апарату для основного тексту навчального посібника, суттєво доповнює та пояснює важливі аспекти знань, а при відсутності цього апарату знання можуть втратити важливу інформативність, що в свою чергу, призведе до суттєвого зниження навчальної цінності основного тексту.

2.3 Розробка методичного апарату навчального посібника

Використання методичного апарату навчального посібника дозволяє перетворити лінійне сприйняття навчального матеріалу на багатопланове та об'ємне. Крім цього, він забезпечує можливість створення тісніших зв'язків між розділами посібника.

Теорія навчального видання розглядає три основні складові компоненти: організаційний апарат для засвоєння матеріалу, апарат орієнтування і безпосередньо сам апарат видання, що використовується для фінальної обробки навчального матеріалу.

Апарат, що допомагає організувати засвоєння матеріалу (методичний апарат), є невід'ємною частиною навчального видання та дидактичної системи. Він складається з набору питань, вправ та завдань, які сприяють кращому засвоєнню матеріалу.

Основна мета структури апарату підтримки полягає в сприянні подальшої обробки матеріалу, розвитку у студента бажання самостійно контролювати свої дії, проявляти свої навички у практичному застосуванні теоретичних знань та самостійне прийняття рішень. Під час розробки такої структури необхідно враховувати уміння та можливості читача. Редактор навчального посібника повинен володіти різноманітними методиками зіставлення знань, чітко визначаючи, коли необхідно включити типові питання для самоконтролю (закріплення матеріалу, повторення найважливіших частин параграфу), а коли застосувати завдання для творчої роботи. Такі різновиди визначаються цілком розробки даної структури.

Щоб ефективніше застосовувати творчі навички в розробці методичного апарату, можна впроваджувати завдання, які забезпечують різноманітну роботу. Вони мають бути спеціально підібрані для відповідного розділу дисципліни, а також пов'язані з предметом в цілому. Крім того, в окремих випадках ці завдання можуть бути більш широкими,

ніж конкретний розділ, що вимагає від студента використання додаткового матеріалу з даної дисципліни.

Один із аспектів формування компетенції залежить від досягнення визначених навчальних цілей. Це включає в себе навчання різноманітним методам та технікам проблемного вирішення, розвиток навичок колективної роботи, опанування навичок роботи з навчальним матеріалом, формування комунікативних вмінь, розвиток вмінь створювати новий навчальний матеріал, а також володіння методами дослідницької та практичної діяльності. Ці принципи можуть послужити вказівками при розробці додаткових та пояснювальних матеріалів, різноманітних складових елементів засобів для навчання.

Одним з можливих шляхів підвищення ефективності навчального посібника є розробка комплексної підготовки системи організації засвоєння матеріалу та системи орієнтації. Це сприятиме збільшенню інтенсивності навчання та активізації розвитку відповідних компетенцій. Головною метою при створенні всіх компонентів навчального посібника повинні бути цілі та завдання навчання. Ефективність засвоєння навчального матеріалу полягає у формуванні у студентів системи знань, що досягається за допомогою повноцінних компонентів системи організації засвоєння матеріалу.

Метою апарату орієнтування є допомога студентам максимально освоїти навчальний матеріал конкретного видання і ефективно його використовувати, а також стимулювати зацікавленість студентів до вивчення дисципліни.

Складовими елементами апарату орієнтування є:

- скорочення та умовні позначки: використовуються для швидкого засвоєння ключової інформації;
- передмова: вступний текст, який попереду основного матеріалу його конспектує;
- короткі доповнення, пояснення, уточнення до основного тексту: допомагають розширити розуміння матеріалу;

- примітки: додаткові пояснення, коментарі або вказівки, що вказують на важливі деталі;
- сигнали-символи: використовуються для позначення певних елементів або зауважень в тексті;
- словники: включаються для пояснення спеціалізованих термінів або незрозумілих слів;
- колонтитули: інформація, розміщена на верхній або нижній частині сторінки для уточнення контексту або вказівника;
- рубрикації: зазначення розділів або частин матеріалу для полегшення навігації;
- вказівники: використовуються для швидкого пошуку конкретної інформації або розділу;
- висновки: викладення основних тез або висновків, зроблених після вивчення матеріалу;
- бібліографічні матеріали: перелік використаних джерел або додаткових рекомендацій для поглибленого вивчення теми.

Розглядаючи передмову, потрібно оцінити повноту навчального матеріалу в цілому, роль навчального видання при оволодінні певним об'ємом інформації. Необхідно оцінити методичні аспекти передмови, опираючись на принципи вивчення дисципліни.

В передмові до навчального посібника на тему «Механізми керування автомобілем» розкрита логіка вивчення дисципліни «Автомобілі», виділені її основні аспекти, сутність та напрямки розвитку як науки.

Важливими складовими апарату щодо кінцевої обробки навчального посібника є анотація та зміст.

Анотація – це коротка характеристика видання з точки зору викладеного матеріалу, цільового призначення, читацької адреси. Інформація, яка викладена в ній, має характер рекомендацій. Крім цього, в

навчальному виданні для вузів важливо точно вказати спеціальності або напрямки підготовки студентів.

Функції посібника «Механізми керування автомобілем» реалізуються через його структуру. Під структурою посібника у дидактиці прийнято розуміти сукупність його елементів та характер їх взаємодії при проектуванні навчального процесу [21].

Структуру посібника відображає його зміст – перелік заголовків рубрик у книзі. Зміст посібника «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля» подано на рисунку 2.4.

ЗМІСТ	
ПЕРЕДМОВА.....	
РОЗДІЛ 1. РУЛЬОВЕ КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛЯ.....	
1.1 Загальна будова і робота рульового керування автомобіля.....	
1.2 Рульові механізми та їх приводи.....	
1.3 Підсилювачі рульового керування.....	
1.4 Сучасні системи рульового керування.....	
РОЗДІЛ 2. ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ І ПОТОЧНИЙ РЕМОНТ МЕХАНІЗМІВ КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛЯ.....	
2.1 Основні несправності рульового керування автомобіля.....	
2.2 Діагностика рульового керування.....	
2.3 Обладнання для діагностики.....	
2.4 Технічне обслуговування рульового керування.....	
2.5 Поточний ремонт рульового керування.....	
2.6 Техніка безпеки при виконанні ремонтних робіт.....	
ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ.....	
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	

Рисунок 2.4 – Зміст посібника «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля»

Зміст даного посібника розпочинається з передмови, у якій коротко описано про що йдеться власне в посібнику і чим він здатний допомогти читачу, який освоїть теоретичний матеріал посібника. Фрагмент передмови посібника «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля» подано на рисунку 2.5.

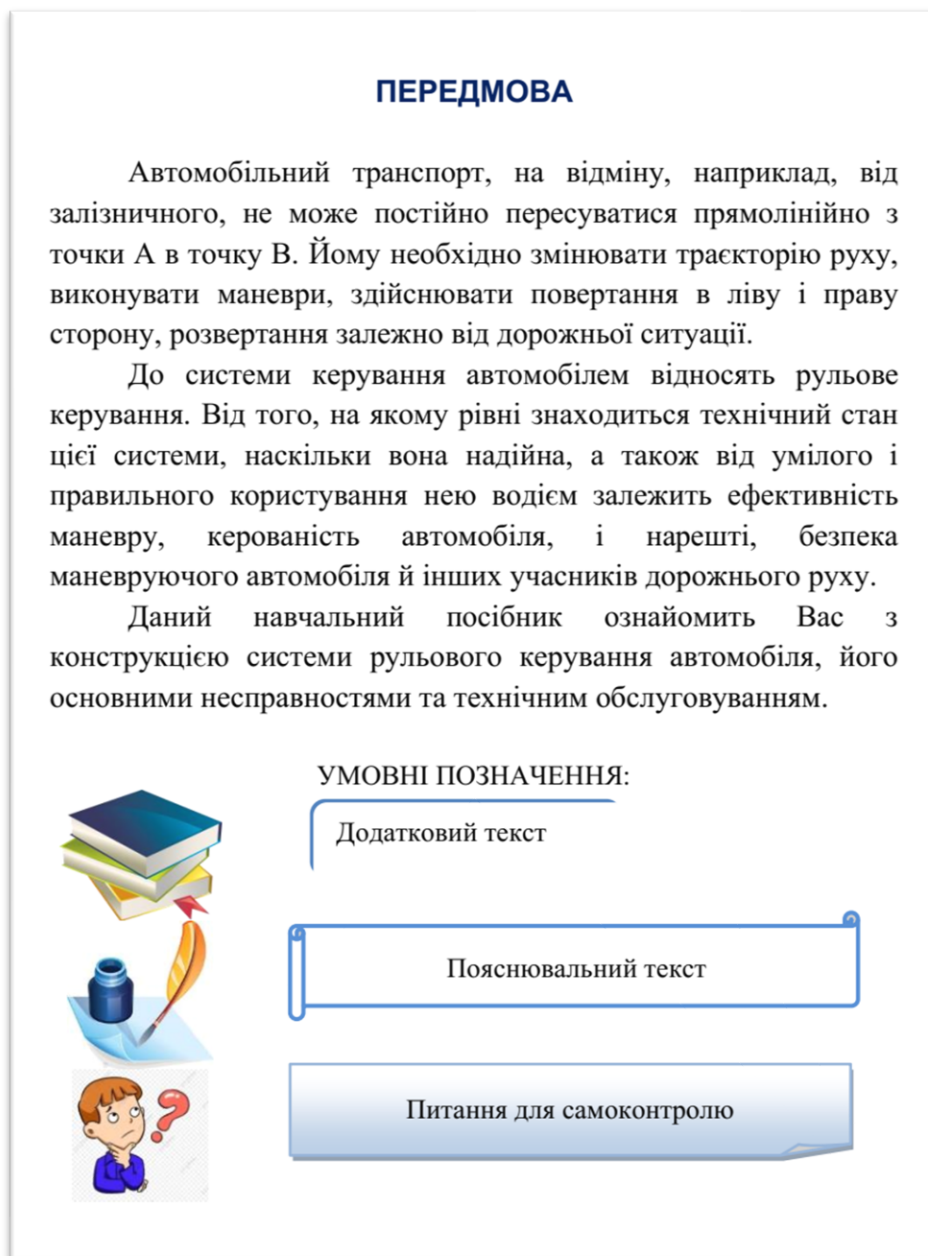


Рисунок 2.5 – Фрагмент вступу посібника «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля»

Основний текст посібника виконаний шрифтом Times New Roman (10,5 пунктів, звичайним).

З метою звернення уваги читача, ключові ідеї відзначаються жирним шрифтом, а також можуть використовуватися кольори для підкреслення додаткових та пояснювальних текстів.

Основний зміст підручника, або навчального посібника, є результатом дидактичної та методичної обробки, яку автор застосовує до навчального матеріалу. Викладання матеріалу в підручнику повинно відрізнятися об'єктивністю, науковістю та логічною послідовністю. Композиція підручника, введення нових понять у текст, використання засобів наочності мають на меті передати учневі інформацію, навчити його самостійно користуватися книгою, зацікавити та спонукати до вивчення предмета.

Вибір ілюстрацій залежить від мети, яку ставить перед собою автор.

У навчальних посібниках можна зустріти різноманітні види ілюстрацій, які допомагають візуалізувати та пояснити основні поняття та матеріал. Деякі з них включають:

1 Схеми та діаграми: ці графічні представлення використовуються для показу послідовності, взаємозв'язку та структури інформації. Наприклад, блок-схеми, фловчарти, стрілкові діаграми.

2 Ілюстрації та малюнки: реалістичні або стилізовані зображення, які використовуються для представлення конкретних об'єктів, явищ або процесів. Наприклад, фотографії, карти, графіки, карикатури.

3 Таблиці та графіки: ці числові представлення використовуються для порівняння, класифікації, аналізу даних або зображення трендів. Наприклад, табличні дані, стовпчасті графіки, кругові діаграми.

4 Рисунки та схеми: спрощені зображення, які допомагають розуміти структуру, функції та взаємодію елементів системи. Наприклад, електричні схеми, анатомічні схеми, молекулярні моделі.

5 Текстові ілюстрації: надруковані словами описи або переклади, що супроводжують більш складні концепції. Наприклад, довідкові абзаци, формули, визначення.

Ці ілюстрації спільно з текстовим матеріалом допомагають зрозуміти та запам'ятати навчальний матеріал більш ефективно, створюючи візуальні зв'язки та попереджаючи можливе непорозуміння.

Вимоги до ілюстрацій в навчальних посібниках можуть варіюватися в залежності від конкретного видавництва та предмету, на який призначений посібник. Однак, основні принципи, які слід враховувати, включають:

1 Відповідність змісту: Ілюстрації повинні чітко передавати тему і зміст, що пояснюється в тексті. Вони повинні бути причетними до навчальної програми та відображати ключові моменти, концепції або процеси, які слід засвоїти.

2 Чіткість та ясність: Ілюстрації повинні бути чіткими та легко зрозумілими. Вони мають передавати інформацію швидко та ефективно. Використання яскравих кольорів, чіткого контуру та деталей допоможе покращити сприйняття ілюстрацій.

3 Відповідність віковим групам: Залежно від того, для якого вікового діапазону призначений навчальний посібник, ілюстрації можуть бути адаптовані до потреб учнів цього віку. Вони повинні бути інформативними та привабливими для дітей, періоду підліткового віку або дорослих, кому призначений посібник.

4 Різноманітність стилів та форматів: Вживання різноманітних стилів та форматів ілюстрацій може зробити навчальний посібник більш привабливим та цікавим для учнів. Варто розглянути різні графічні елементи, малюнки, фотографії, схеми, діаграми тощо.

5 Висока якість: Якість ілюстрацій важлива для їх зрозуміння та естетичного сприйняття. Вони повинні бути зроблені з використанням високоякісних графічних програм та матеріалів.

Приклад ілюстрованого фрагменту посібника «Механізми керування автомобілем» показано на рисунку 2.6.

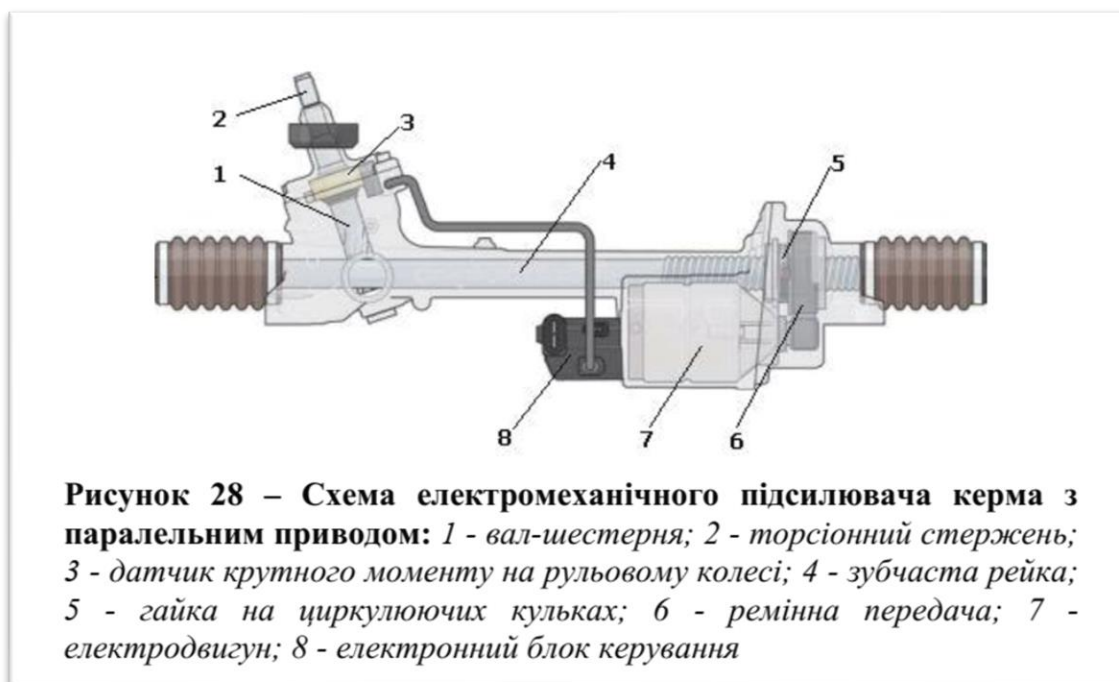


Рисунок 2.6 – Зразок ілюстрації до посібника «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля»

У навчальних посібниках слід вказати джерела, з яких було взято фактичний матеріал, і ці джерела слід вказати у відповідних посиланнях та бібліографічному списку.

Посібники повинні використовувати лише дані, які були опубліковані відкритим друком.

Розділ «Рекомендована література» в посібнику має містити перелік основної та рекомендованої літератури для поглибленого вивчення теми. Основними елементами бібліографічного опису є прізвище автора, назва твору, місце видання, назва видавництва, рік видання та кількість сторінок. Бібліографічні посилання слід давати на останнє видання або зібрання даного твору.

Приклад оформлення бібліографічного опису посібника «Механізми керування автомобілем» показано на рисунку 2.7.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Будова й експлуатація автомобілів. Підручник. / Кисликов В.Ф., Луцник В.В. – К.: Видавництво «Либідь», 2006. – 420 с.
2. Рульове керування автомобіля [Електронний ресурс] – URL: <https://mehanik-ua.ru/lektsiji.html>
3. Рульове керування автомобіля [Електронний ресурс] – URL: <https://studfile.net/preview/5721095/page:29/>
4. Сирота В. І. Основи конструкції автомобілів. Навчальний посібник для вузів. К.: Арістей, 2005. – 280 с.
5. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Технологія: Підручник / Лудченко О.А. – К.: Вища шк., 2008. – 527 с.
6. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Технологія: Підручник./ Лудченко О.А. – К.: Вища шк., 2008. – 527 с.

Рисунок 2.7 – Фрагмент бібліографічного списку навчального посібника «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля»

Таким чином, нами було розроблено основні елементи методичного апарату навчального посібника.

2.4 Розробка завдань для самоконтролю

Завдання для самоконтролю в навчальних посібниках є корисною практикою для учнів. Вони дозволяють учням перевірити своє розуміння матеріалу і виробити навички самостійного вивчення. Зазвичай такі завдання містять питання, які стосуються теми, що вивчається, і дають можливість практикувати теоретичні знання через розв'язання практичних завдань або виконання вправ.

У навчальних посібниках можуть використовуватися різні типи завдань для самоконтролю:

1 Питання з вибором однієї правильної відповіді: учень повинен обрати правильну відповідь з кількох запропонованих варіантів.

2 Завдання з короткою відповіддю: учень повинен дати коротку, однофразову або пару фраз відповідь на поставлене питання.

3 Завдання з повною відповіддю: учень повинен розгорнуто відповісти на окреме питання, пояснити поняття або описати процес.

4 Практичні завдання: учень даються задачі або вправи, які потрібно розв'язати або виконати, дотримуючись вивченого матеріалу.

Завдання для самоконтролю допомагають учням самостійно перевірити своє розуміння матеріалу, виявити прогалини і зосередити увагу на них під час подальшого вивчення. Вони також можуть бути використані вчителями для оцінювання прогресу учнів та виявлення тем, які потребують додаткового пояснення або відпрацювання.

При розробці завдань для самоконтролю в навчальних посібниках слід враховувати наступні вимоги:

1 Чіткість та зрозумілість завдань: завдання повинні бути сформульовані зрозуміло та однозначно, без подвійного тлумачення, щоб учні могли правильно їх зрозуміти.

2 Залучення різних рівнів складності: посібник повинен містити завдання різної складності, щоб задовольнити потреби різних учнів. Це допоможе розвивати навички як початківців, так і більш досвідчених учнів.

3 Послідовність та прогресія: завдання повинні бути розташовані в послідовності, що дозволяє учням поступово розвивати свої навички та набувати нові знання. Вони можуть стикатися з простими завданнями на початку, а потім переходити до складніших.

4 Різноманітність форматів: в посібнику повинні бути представлені різні формати завдань, такі як питання-відповіді, заповнення пробілів, з'єднання, аналіз чи дискусія. Це допоможе залучити різні типи мислення та навички учнів.

5 Зворотний зв'язок: важливо, щоб посібник мав розділи, де можна знайти правильні відповіді та пояснення до завдань. Це дозволить учням перевірити свої відповіді та зрозуміти помилки.

6 Задоволення основних навчальних цілей: завдання повинні бути спрямовані на досягнення конкретних навчальних цілей і відповідати змісту навчального матеріалу. Вони повинні допомагати учням закріплювати та розвивати свої знання та вміння.

7 Мотивація та зацікавленість: завдання повинні бути захоплюючими та зворушливими, щоб стимулювати інтерес учнів до самостійного навчання та розвитку.

Зважаючи на ці вимоги, розробка завдань для самоконтролю в навчальних посібниках допоможе забезпечити ефективність навчання та стимулювати активну участь учнів у своєму особистому розвитку.

На рисунку 2.8 наведено приклад питань для самоконтролю, які були використані з метою оцінки рівня засвоєння знань у навчальному посібнику «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля».

У сучасному навчальному процесі, разом з традиційними методами навчання та оцінки знань, все більшою популярністю користуються тести.

Головна мета використання тестування – підвищення об'єктивності оцінки рівня знань студентів. Важливо враховувати вимоги класичної та сучасної тестової теорії, щоб забезпечити надійність, валідність та ефективність контролю знань. З використанням сучасних методик розробки тестів на основі тестової теорії можна досягти високої якості та успішно виконувати завдання контролю знань у процесі навчання.



Питання та завдання для самоконтролю:

1. Яке призначення рульового механізму?
2. Які оптимальні значення передавальних чисел рульових механізмів сучасних автомобілів?
3. Назвіть основні вимоги до рульових механізмів.
4. Назвіть основні типи рульових механізмів.
5. Які переваги і недоліки черв'ячного рульового механізму?
6. Охарактеризуйте рульовий механізм з черв'яком і роликівим пальцем.
7. В чому відмінність між черв'ячно-роликівим і черв'ячно-секторним рульовими механізмами?
8. Як працює гвинтовий рульовий механізм?
9. Охарактеризуйте будову і принцип роботи рейкового рульового механізму.
10. Які переваги і недоліки рейкового рульового механізму.

Рисунок 2.9 – Приклад питань для самоконтролю

Тестування дозволяє здійснити наступні функції:

- встановити зв'язок між організацією та управлінням навчальним процесом, забезпечити оперативність та надійність комунікації;
- ефективно оцінити знання та навички багатьох студентів, охопивши великий обсяг навчального матеріалу зокрема дисципліни або навіть кількох дисциплін за короткий проміжок часу, і знизити вплив суб'єктивних факторів на оцінку;

- забезпечити рівні можливості та права для всіх, хто проходить тести, що сприяє зниженню емоційної напруги;
- стимулювати самонавчання та контроль над власним навчанням;
- звільнити викладача від тягаря ручної перевірки письмових робіт.

Найпоширенішими формами тестових завдань є завдання закритої форми, завдання на відповідність, завдання на правильну послідовність та відкритої форми.

Завдання закритої форми – це тестові завдання, що має кілька можливих відповідей, при якому тільки одна (або обмежена кількість) є правильною. Кількість варіантів відповідей може бути різною – 2, 3, 4, 5 та інші. Завдання закритої форми формулюється як стверджувальне речення, яке може бути вірним або невірним. Воно має бути коротким, зрозумілим та чітким, містити 7 ± 2 слів без зайвих деталей чи непотрібних відтінків значень. Зрозумілість завдання повинна бути на 100%.

Завдання у тесті мають бути пронумеровані цифрами, щоб вказати поточний порядок їх виконання. Відповіді у завданнях закритого типу також повинні мати цифрову нумерацію. Кожній групі завдань однакової форми потрібно надати інструкцію (педагогічне доручення), яке починається з дієслова: «Виберіть правильну відповідь...», «Обведіть...», «Підкресліть...».

Завдання на відповідність. Приклад інструкції: ««Встановіть відповідність між елементами завдання, розташованими зліва і справа, і запишіть вашу відповідь у вигляді правильної комбінації цифр і букв».

Завдання на правильну послідовність можуть служити для перевірки вірного порядку дій, розв'язання завдань, ланцюжка історичних подій, а також засвоєння знань про закони та визначення. Ось приклад інструкції: «Використовуючи наведені нижче слова та словосполучення, дайте визначення поняття «...».

Завдання з відкритою формою – це такі, на які не надається готових відповідей.

З метою самоконтролю навчання матеріалу з теми «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля» для навчального посібника було створено тестові завдання закритого типу, де учні мають вибрати правильну відповідь з набору запропонованих варіантів. Такі тестові завдання розташовані в кінці посібника після викладу всіх розділів навчального матеріалу. Приклади цих тестових завдань наведені на рисунку 2.10.

1. В якій відповіді правильно названі частини рульового керування (рис. а)?

1. Рульовий привод 1, рульова сошка 2, поперечна тяга 3.
2. Рульовий механізм 1, рульова сошка 2, поперечна тяга 3.
3. Рульовий механізм 1, шкворень 2, поперечна тяга 3.

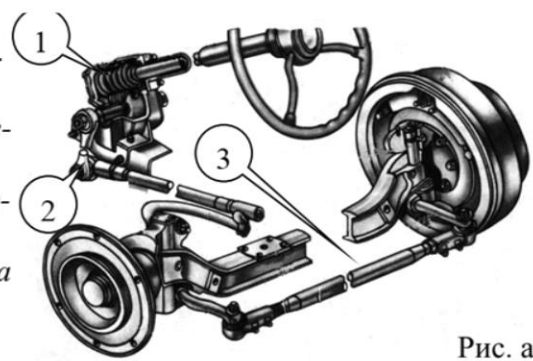


Рис. а

2. Яке призначення рульової трапеції?

1. Забезпечує поворот передніх коліс на різний кут.
2. Забезпечує поворот передніх коліс на однаковий кут.
3. Зменшує сумарний люфт в рульовому керуванні.

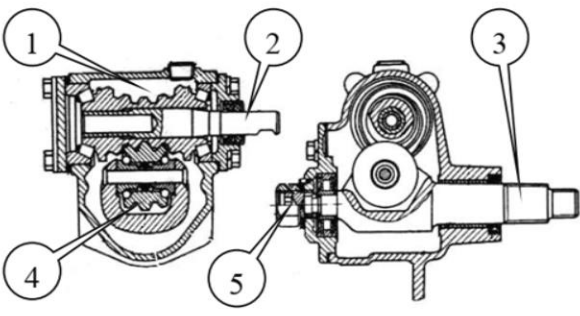


Рис. б

3. Якою цифрою позначений на рис. б вал рульової сошки?

4. Якою цифрою позначений на рис. б черв'як?

5. Яке призначення деталі, позначеної на рис. б цифрою 5?

1. Регулювання зазору між черв'яком і роликом.
2. Регулювання зазорів в конічних підшипниках черв'яка.
3. Регулювання осьового переміщення черв'яка.

Рисунок 2.10 – Приклади тестових завдань

Отже розроблені засоби для самоконтролю засвоєння навчального матеріалу посібника, які включають питання для самоконтролю та тестові завдання, дозволяють забезпечити більш ефективне опрацювання учнями навчального матеріалу у процесі самостійної роботи.

2.5 Оцінювання якості спроектованого навчального посібника

Для оцінки якості посібника «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля» було використано метод моніторингу його якості і порівняння з іншою начальною літературою з данної теми.

Аналіз змісту зазначеної вище навчальної літератури проводимо за трьома групами показників показників якості [2].

Перша група показників описує наявність в підручнику дидактичної мети. Це включає такі елементи: перелік напрямків підготовки та спеціальностей, для яких створено цей підручник; рівні засвоєння навчального матеріалу; наявність пояснення мети перед кожним розділом структури підручника; рекомендації щодо його використання.

Друга група дозволяє оцінити наступні аспекти дидактичної обробки змісту:

1. Глибина відображення навчального матеріалу.
2. Логічність та послідовність його подання.
3. Адекватне розкриття сучасних досягнень у науці та техніці.
4. Практична спрямованість навчального матеріалу.
5. Відповідність визначень та термінів, що використовуються у базових дисциплінах.
6. Рівномірний розподіл навчального матеріалу.
7. Легка доступність викладу.
8. Наочність навчальних матеріалів.

У третій групі досліджень аналізується структура підручника та його оцінка з погляду таких аспектів: наявність інструкцій для самостійної роботи в кожному розділі; наявність завдань і вправ з прикладами їх розв'язання та методичними поясненнями; наявність завдань для самостійного розв'язання; наявність самоперевірочних тестів та критеріїв оцінювання відповідей на них.

Показники якості і коефіцієнти значущості для подальшого розрахунку оцінки літературних джерел наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 2.2 - Показники якості і коефіцієнти значущості оцінювання посібника

№ з/п	Найменування показника оцінювання підручника	Кі
Група I – Наявність діагностично визначеної мети		
1.1	Перелік напрямів підготовки, для яких призначено підручник	1
1.2	Перелік рівнів засвоєння навчального матеріалу	1
1.3	Наявність мети перед кожним розділом	1
1.4	Наявність структури підручника	1
1.5	Наявність рекомендацій по використанню підручника	1
Група II – Дидактичне оброблення змісту		
2.1	Повнота відображення навчального матеріалу	5
2.2	Наявність логічної структури навчального матеріалу	4
2.3	Послідовність та логічність подання навчального матеріалу	
2.4	Відображення досягнень розвитку науки і техніки	3
2.5	Зв'язок теоретичного матеріалу з практикою	4
2.6	Відповідність визначень і термінів загальноприйнятих у базових дисциплінах	3
2.7	Рівномірність розподілу навчального матеріалу по темах	3
2.8	Доступність викладу	5
2.9	Наочність	3
Група III – Дидактичні принцип та організація структури підручника		
3.1	Наявність вказівок до самостійної роботи	1
3.2	Наявність завдань і вправ з прикладами їх розв'язання та методичними вказівками	1
3.3	Наявність завдань для самостійного розв'язання	1
3.4	Наявність тестів самоперевірки та критеріїв оцінки відповідей за ними	1

Розрахунок загальної кількості суми балів для кожного навчального підручника (посібника) проводиться за формулою: $N_{ig} = K_i \cdot P_{ig}$ (1) K_i – коефіцієнт значущості i -го показника якості в g -му навчальному підручнику (посібнику); P_{ig} – оцінка реалізації i -го показника якості в g -му навчальному підручнику (посібнику), порівняльний аналіз навчальних підручників (посібників) за кожним показником виконується по п'ятибальній шкалі.; N – кількість показників.

При оцінюванні якості спроектованого навчальника посібника для порівняння нами було відібрано ще два підручника, які найбільш повно розкривали тему «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля»

1. Будова й експлуатація автомобілів. Підручник. / Кисликов В.Ф., Луцик В.В. – К.: Видавництво «Либідь», 2006. – 420 с.
2. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Технологія: Підручник / Лудченко О.А. – К.: Вища шк., 2008. – 527 с.
3. Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля / Укл. Малецький І. – Хмельницький, 2023. – 80 с.

Розрахунок оцінки обраних літературних джерел представлено в таблиці 2.3.

Отже, згідно проведеного оцінювання спроектований нами навчальний посібник отримав найвищий рівень показників якості навчальних джерел і може бути рекомендованим для використання в навчальному процесі при вивченні дисципліни «Технічна експлуатація автомобіля» в закладах фахової передвищої освіти.

Таблиця 2.3 – Оцінювання якості навчальних джерел

№ з/п	Найменування показника	Підручник [1]			Підручник [2]			Підручник [3]		
		Ki	Pig	Nig = Ki·Pig	Ki	Pig	Nig = Ki·Pig	Ki	Pig	Nig = Ki·Pig
Група I – Наявність діагностично висунутої мети										
1	Перелік напрямів підготовки, для яких призначено підручник	1	5	5	1	4	4	1	5	5
2	Перелік рівнів засвоєння навчального матеріалу	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	Наявність мети перед кожним розділом	1	0	0	1	0	0	1	0	0
4	Наявність структури підручника	1	5	5	1	5	5	1	5	5
E	Наявність рекомендацій по використанню підручника	1	0	0	1	0	0	1	0	0
	ΣI			11			10			11
Група II – Дидактична обробка змісту										
6	Повнота відображення навчального матеріалу	3	4	12	3	3	9	3	5	15
7	Наявність логічної структури навчального матеріалу	3	5	15	3	4	12	3	5	12
8	Послідовність та логічність подання навчального матеріалу	3	5	15	3	4	12	3	5	15
9	Відображення досягнень розвитку науки і техніки	3	3	9	3	4	12	3	4	12
10	Зв'язок теоретичного матеріалу з практикою	3	0	0	3	1	3	3	0	0
11	Відповідність визначень і термінів загальноприйнятих у базових дисциплінах	2	3	6	2	2	4	2	4	8
12	Рівномірність розподілу навчального матеріалу по темах	2	3	6	2	2	4	2	4	8
13	Доступність викладу	3	3	9	3	2	6	3	4	12
14	Наочність	2	2	4	2	3	6	2	4	8
	ΣII			87			68			90
Група III – Дидактичні принцип та організація структури підручника										
15	Наявність вказівок до самостійної роботи	3	0	0	3	0	0	3	3	9
16	Наявність завдань і вправ з прикладами їх розв'язання та методичними вказівками	3	0	0	3	0	0	3	0	0
17	Наявність завдань для самостійного розв'язання	2	0	0	2	0	0	2	0	0
18	Наявність тестів самоперевірки та критеріїв оцінки відповідей за ними	3	0	0	3	0	0	3	4	12
	ΣIII			0			0			21
19	Σзаг			88			78			122

Висновки

Під час виконання кваліфікаційної роботи було розроблено навчальний посібник на тему «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля» для учнів та студентів закладів фахової передвищої освіти.

У першому розділі кваліфікаційної роботи проведено проектування змісту основного тексту навчального посібника з теми «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля».

Для створення змісту посібника ми проаналізували робочу програму з дисципліни «Технічна експлуатація автомобіля» і вивели результати навчання учнів з теми «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля». На основі цих результатів ми створили інформаційне поле для даної теми і виділили дидактичні одиниці навчального матеріалу. З метою визначення оптимальної послідовності подання основного тексту посібника, ми структурували навчальний матеріал і побудували його модель з урахуванням структурних і смислових зв'язків.

Для підготовки посібника було визначено основні складові, що включають: апарат орієнтування (вступ та пояснення через основний та додатковий текст); апарат організації освоєння матеріалу (запитання та завдання для самоконтролю); апарат обробки видання в цілому (зміст та бібліографія).

В результаті використання посібника «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля», учні зможуть засвоїти або поглибити свої знання щодо будови автомобіля.

Посібник «Технічне обслуговування і поточний ремонт механізмів керування автомобіля» розроблено з метою сприяти викладачам під час вивчення теми «Технічна експлуатація автомобіля».

Найкращим підходом є дотримання послідовності, в якій посібник представлений. Використання його може бути як додатковим, так і основним матеріалом, залежно від потреб читача. Посібник надасть необхідну інформацію про призначення, структуру та принцип роботи рульового керування автомобіля, а також його технічне обслуговування.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1 Артюх С. Ф. Педагогічні аспекти викладання інженерних дисциплін. Посібник для викладачів / Артюх С. Ф., Коваленко О. Е., Белова О. К, Ізюмська Г. В., Белікова В. В – Харків: УПА, 2001. – 210 с.

2 Банашко Т., Герніченко І. Принципи створення навчальних посібників для закладів професійної освіти // Професійне становлення особистості: проблеми і перспективи : матеріали XII міжнар. наук.-практ. конференції (м. Хмельницький, 19–20 жовт. 2023 р.) / ред. кол.: Н. Г. Ничкало, В. О. Радкевич, І. В. Андрощук [та ін.]. – Хмельницький :ХНУ, 2023. – 400 с. (укр., англ., пол.) - С.297-298.

3 Белова О. К. Методика професійного навчання. Практикум по дидактичному проектуванню / О. К. Белова – Харків: УПА, 2000. – 36 с.

4 Білан А. М. Методичні рекомендації до лабораторних робіт з електронного обладнання сучасних автомобілів : Навчальний посібник для студентів вищих педагогічних навчальних закладів із спеціальності «Педагогіка і методика середньої освіти. Трудове навчання» Білан А. М. – Чернігів : Чернігівський національний педагогічний університет імені Т. Г. Шевченка, 2011. – 99 с.

5 Білан А. М., Гетта В. Г. Методика навчання будови автомобіля: Навчальний посібник.– Чернігів, 2012. – 333 с.

6 Білоконь Я.Ю. Трактори і автомобілі / Білоконь Я. Ю., Окоча А. І. – К. : Урожай, 2002. – 322 с.

7 Боровських Ю. І. Будова автомобілів: навчальний посібник / Ю. І. Боровських, Ю. В. Буральов, К. А. Морозов. – К.: Вища школа, 1991. – 304 с.

8 Будова й експлуатація автомобілів. Підручник. / Кисликов В.Ф., Луцик В.В. – К.; Видавництво «Либідь», 2006. – 420 с.

- 9 Будова та основи експлуатації вантажних автомобілів. Навчальний посібник. / Іващенко М. В. – К., Знання – Прес, 2012. – 250 с.
- 10 Вільна енциклопедія Вікіпедія [Електронний ресурс] – URL: <http://uk.wikipedia.org/wiki>
- 11 Герніченко І. Засоби представлення фахових знань з технічних дисциплін. Вісник Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка. Сер. : Педагогічні науки. Глухів. 2015. Вип. 29. С. 199-206
- 12 Гідравлічний підсилювач керма [Електронний ресурс] – URL: http://k-a-t.ru/avto_shassi_2/6_rul_usilitel_gidr/index.shtml
- 13 Гончаренко С. У. Український педагогічний енциклопедичний словник. Видання друге, доповнене й виправлене / С. У. Гончаренко. – Рівне : Волинські обереги, 2011. – 552 с
- 14 Гуз К. Ж.. Вплив ступеня абстракції навчального матеріалу підручника на формування інтелекту учнів [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://lib.iitta.gov.ua/7729/1/21.pdf>
- 15 Державні стандарти професійно-технічної освіти. [Електронний ресурс] : Міністерство освіти і науки України: Освітні стандарти, навчальні плани та програми. Режим доступу: <http://surl.li/odlbn>
- 16 Жосан О. Е. Теорія і практика підручникотворення: історія та сучасний стан // Вісник післядипломної освіти. – 2009. – Вип. 12. – С. 41-51. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://library.kr.ua/wp-content/elib/zhosan/article35.pd>
- 17 Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. В 3 кн. – Кн. 1 : Теоретичні основи. Технологія: підручник / Канарчук В. Є., Лудченко О. А., Чигринець А. Д. – К. : Вища школа, 1994. – 384 с.
- 18 Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. В 3 кн. – Кн. 1 : Теоретичні основи. Технологія: підручник /

Канарчук В. Є., Лудченко О. А., Чигринець А. Д. – К. : Вища школа, 1994. – 384 с.

19 Каньковський І. Педагогічна практика як складова професійної підготовки інженера-педагога автомобільного профілю. Освіта дорослих: теорія, досвід, перспективи. Київ. – 2015–. Вип. 2. С. 160-169.

20 Каньковський І. Система професійної підготовки інженерів-педагогів автотранспортного профілю: [моногр.]. Хмельницький. – 2014. 561 с.

21 Когут І. Визначення базисних компетенцій у структурі професійно-педагогічної комунікативної компетентності майбутнього педагога. Освітологічний дискурс. Київ. – 2014. – № 2. С. 63-73.

22 Красильникова Г. Класифікація моделей моніторингу якості складників педагогічної системи у вітчизняних вищих навчальних закладах. Молодь і ринок. Дрогобич. – 2014. – № 11. С. 99-103.

23 Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту : Наказ Міністерства транспорту України від 30.03.1998 р. №102. – К. : Б. в., 1998. – 17с.

24 Проблеми сучасного підручника: Зб. наук. праць. / Ред. кол. – К.: Педагогічна думка, 2010. – Вип. 10. – 780 с., табл., іл.

25 Професійне становлення особистості: проблеми і перспективи: матеріали доп. XII міжнар. наук.-практ. конф. (м. Хмельницький, 19–20 жовт. 2023 р.) / ред. кол.: Н. Г. Ничкало, В. О. Радкевич, І. В. Андрощук [та ін.]. – Хмельницький: ХНУ, 2023. – 399 с.

26 Психологія діяльності та навчальний менеджмент: Навч. посіб. ; За заг. ред. М. В. Артюшиної. – К.: КНЕУ, 2008. – 336 с.

27 Рульове керування автомобіля [Електронний ресурс] – URL: <https://mehanik-ua.ru/lektsiji.html> (дата звернення: 13.11.2023)

28 Рульове керування автомобіля [Електронний ресурс] – URL: <https://studfile.net/preview/5721095/page:29/> (дата звернення: 17.11.2023)

- 29 Рульовий привод [Електронний ресурс] – URL: http://k-a-t.ru/avto_shassi_2/6_rul_privod/index.shtml
- 30 Рульові механізми [Електронний ресурс] – URL: http://k-a-t.ru/avto_shassi_2/6_rul_2/index.shtml
- 31 Сирота В. І. Основи конструкції автомобілів. Навчальний посібник для вузів. К.: Арістей, 2005. – 280 с.
- 32 Структура, зміст та обсяг навчальних та навчально-методичних видань для ПТНЗ: методичні рекомендації щодо структури, змісту та обсягів навчальних та навчально-методичних видань для професійно-технічних навчальних закладів. – Ужгород, 2009. – 23 с.
- 33 Структурування навчального матеріалу інженерних дисциплін / С.Ф. Артюх, В.М. Приходько, С.А. Капленко, А.Т. Ашерев, І.В. Федотов. – Харків: УПА, 2002. – 30 с.
- 34 Текстові документи. Загальні вимоги. СОУ 207.01:2017 / Ю.М. Бойко, Г.В. Красильникова, Л.І. Першина, Т.Ф. Косянчук. – 2-ге вид., виправлене. – Хмельницький : ХНУ, 2018. – 45 с.
- 35 Технічна експлуатація та надійність автомобілів: Навчальний посібник. / Форнальчик Є.Ю., Оліскевич М.С., Мастикаш О.Л., Пельо Р.А. – Львів, Афіша, 2004. – 492 с.
- 36 Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Технологія: Підручник / Лудченко О.А. – К.: Вища шк., 2008. – 527 с.
- 37 Чернилевський Д. В., Філатов О. К. Технологія навчання у вищій школі. Навчальне видання /Під ред. Д.В.Чернилевського. — К.: Експедитор, 2006. – 288 с.
- 38 Ягупов В. В. Педагогіка : навч. посіб. / В. В. Ягупов. – К. : Либідь, 2003. – 560 с.

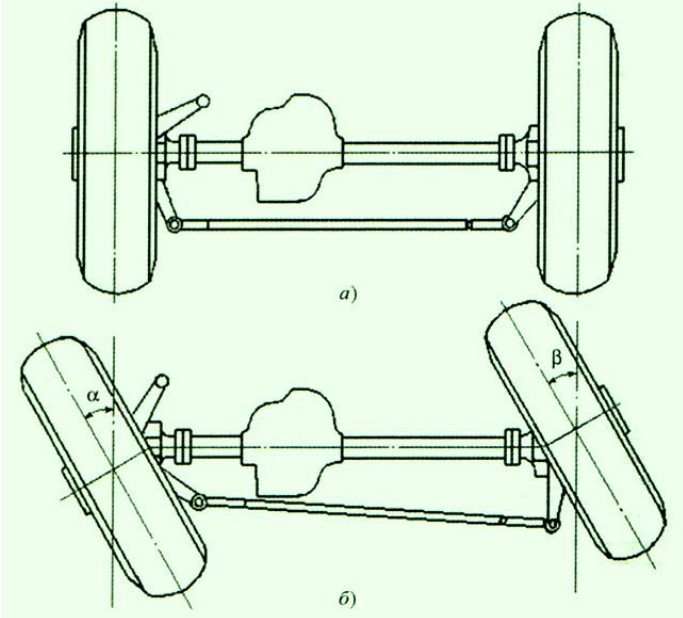
Додаток А (обовязковий)

Зміст дидактичних одиниць

Таблиця А.1 – Зміст дидактичних одиниць навчального матеріалу з теми «Гальмівна система автомобіля»

Номер ДО	Назва дидактичної одиниці	Зміст дидактичної одиниці
1	2	3
ДО1	Призначення і класифікація рульового керування автомобіля	<p>Суть застосування рульового керування полягає в тому, що автомобільний транспорт, на відміну, наприклад, від залізничного, не може пересуватися прямолінійно з точки А в точку В. Постійно необхідно змінювати траєкторію руху, виконуючи маневрування, повороти в ліву і праву сторону, розвороти в залежності від поточної дорожньої ситуації.</p> <p>Конструкційно вирішити цю задачу, ґрунтуючись на законах фізики, можна двома шляхами. Перший полягає в можливості повороту колеса в горизонтальній площині і називається кінематичним. Другий передбачає збільшення крутного моменту на одному колесі і зменшення на другому, через різницю швидкості обертання коліс і можливий поворот автомобіля. Такий спосіб називається силовим.</p> <p>У переважній більшості випадків задіюється саме кінематичний спосіб повороту коліс і зміни напрямку пересування. Ось для зміни положення керованих коліс і встановлюється рульове керування. Зазвичай керовані колеса розташовані на передній осі. Лише на деяких автомобілях передбачена система «підрулення» задніх коліс, вона буває активною чи пасивною. Це дає можливість змінювати їх положення в горизонтальній площині на кілька градусів і підвищує загальну керованість транспортного засобу.</p> <p>Силовий спосіб на колісній техніці використовується вкрай рідко, його можна з упевненістю назвати найближчою перспективою в розвитку автомобілебудування. Є автомобілі з такою схемою, де кожне з керованих коліс забезпечується власним електромотором, але використовуються вони не дуже часто. У серійних автомобілях силовий метод активно застосовується при роботі системи курсової стійкості в тій або іншій мірі.</p> <p>Отже, рульове керування автомобіля – сукупність пристроїв, що слугують для зміни напрямку руху автомобіля і забезпечують його рух в заданому напрямку.</p> <p>Колісні машини можуть управлятися двома основними способами - поворотом керованих коліс і поворотом керованих осей.</p> <p>Поворот керованих осей в якості способу управління автомобілями не знайшов широкого застосування і може застосовуватися лише для управління особливо важкими автотранспортними засобами. Таке технічне рішення зазвичай використовується на деяких колісних тракторах, що мають колеса великого діаметра і на гусеничних зчленованих машинах.</p>

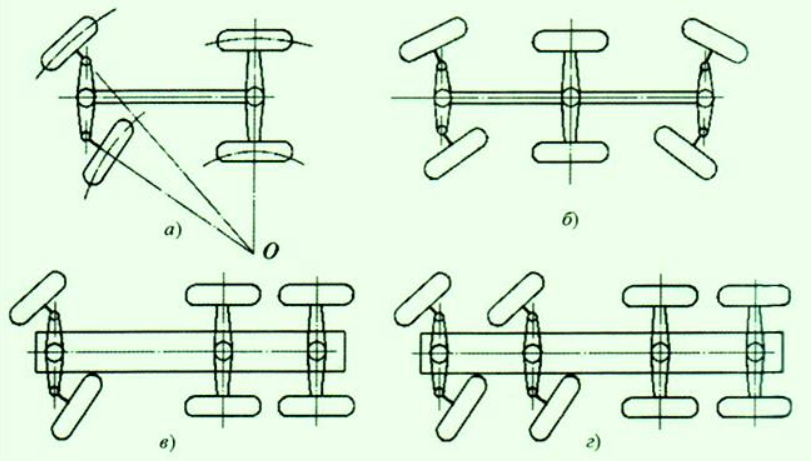
Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>Зчленована машина складається, як правило, з двох активних ланок. В якості першого ланки використовується одноосьова візок, на якій встановлений двигун і кабіна водія. Другою ланкою є напівпричіп.</p> <p>Між ланками розташовують гідравлічні силові циліндри в якості керуючого механізму.</p> <p>Управління гідроциліндрами здійснюється рульовим керуючим органом золотникового або клапанного типу з кабіни водія. При повороті керма поршні і тяги переміщуються у взаємно протилежних напрямках, і ланки машини складаються відносно один одного, здійснюючи поворот.</p> <p>Найбільш поширеним способом зміни напрямку руху автомобілів є управління поворотом керованих коліс. При цьому потрібно враховувати такі особливості пересування внутрішніх і зовнішніх коліс при повороті – так як внутрішні і зовнішні колеса однієї осі перекочуються при повороті автомобіля по колах різного радіусу (зовнішнє – по більшому радіусу, ніж внутрішнє), то і керовані колеса повинні бути повернені на різні кути – внутрішні на більший кут, ніж зовнішні (рисунок 1).</p>  <p>Рисунок 1 – Поворот коліс за допомогою рульової трапеції: а – колеса не повернуті; б – колеса повернуті</p> <p>Якщо кути повороту керованих коліс будуть однакові, то зовнішнє колесо, що переміщається по дузі більшого радіуса, буде рухатися з просковзуванням. Щоб виключити це негативне явище, осі керованих коліс при повороті повертаються таким чином, щоб в площині повороту вони перетиналися в одній точці, яка є спільним центром кіл, по яких перекочуються колеса.</p> <p>Цю точку називають центром повороту.</p> <p>Поворот коліс на різні кути забезпечується рульовою трапецією, утвореною балкою моста, поперечною рульовою тягою і поворотними важелями, прикріпленими до маточини коліс.</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3														
		<p>Основні способи управління автомобілями і види конструкцій рульового управління представлені в таблиці 1.</p> <p>Таблиця 1 – Класифікація рульового керування автомобілів</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="563 434 834 510">Класифікація за ознаками</th> <th data-bbox="842 434 1481 510">Типи вузлів і механізмів рульового керування</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="563 521 834 656">За розташуванням рульового колеса</td> <td data-bbox="842 521 1481 656">рульове управління з лівим розташуванням (правосторонній рух); рульове управління з правим розташуванням (лівосторонній рух).</td> </tr> <tr> <td data-bbox="563 667 834 880">За способом повороту автомобіля</td> <td data-bbox="842 667 1481 880">поворотом керованих коліс; складанням елементів (одноосний тягач і одноосний причіп); обертанням коліс одного борту в бік зворотний руху; гальмуванням коліс одного борту.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="563 891 834 1104">За розташуванням керованих коліс</td> <td data-bbox="842 891 1481 1104">двовісні автомобілі: першої осі, другої осі, першої та другої осей; тривісні автомобілі: першої осі, першої та третьої осей; чотиривісні автомобілі: першої і другої осей, першої та третьої осей, всіх осей.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="563 1115 834 1283">За конструкцією рульового механізму</td> <td data-bbox="842 1115 1481 1283">черв'ячні (з сектором або роликом); кривошипно-гвинтові (з шипом у кривошипа, з гайкою у кривошипа і ін.); комбіновані (гвинт-гайка-рейка-сектор); рейкові і шестеренні</td> </tr> <tr> <td data-bbox="563 1294 834 1462">За конструктивним и особливостями рульового приводу</td> <td data-bbox="842 1294 1481 1462">привід до керованих коліс; привід до керованих осей (візків); привід до ланок, що складаються</td> </tr> <tr> <td data-bbox="563 1473 834 1619">За типом застосовуваних підсилювачів</td> <td data-bbox="842 1473 1481 1619">гідравлічні (з відкритим і закритим центром); пневматичні (включаючи вакуумні); комбіновані (електрогідравлічні і ін.)</td> </tr> </tbody> </table> <p>Основні вимоги до рульовим управлінням пов'язані із забезпеченням безпеки дорожнього руху.</p> <p>Автомобіль не повинен втрачати керованості і маневреності при будь-яких дорожніх умовах і обставинах, оскільки це може призвести до дорожньо-транспортних пригод, аварій і навіть катастроф.</p> <p>Відповідно до цього рульове управління автомобіля повинно відповідати наступним вимогам:</p> <ul style="list-style-type: none"> правильність кінематики повороту; легкість управління; силова і кінематична слідкуюча дія; 	Класифікація за ознаками	Типи вузлів і механізмів рульового керування	За розташуванням рульового колеса	рульове управління з лівим розташуванням (правосторонній рух); рульове управління з правим розташуванням (лівосторонній рух).	За способом повороту автомобіля	поворотом керованих коліс; складанням елементів (одноосний тягач і одноосний причіп); обертанням коліс одного борту в бік зворотний руху; гальмуванням коліс одного борту.	За розташуванням керованих коліс	двовісні автомобілі: першої осі, другої осі, першої та другої осей; тривісні автомобілі: першої осі, першої та третьої осей; чотиривісні автомобілі: першої і другої осей, першої та третьої осей, всіх осей.	За конструкцією рульового механізму	черв'ячні (з сектором або роликом); кривошипно-гвинтові (з шипом у кривошипа, з гайкою у кривошипа і ін.); комбіновані (гвинт-гайка-рейка-сектор); рейкові і шестеренні	За конструктивним и особливостями рульового приводу	привід до керованих коліс; привід до керованих осей (візків); привід до ланок, що складаються	За типом застосовуваних підсилювачів	гідравлічні (з відкритим і закритим центром); пневматичні (включаючи вакуумні); комбіновані (електрогідравлічні і ін.)
Класифікація за ознаками	Типи вузлів і механізмів рульового керування															
За розташуванням рульового колеса	рульове управління з лівим розташуванням (правосторонній рух); рульове управління з правим розташуванням (лівосторонній рух).															
За способом повороту автомобіля	поворотом керованих коліс; складанням елементів (одноосний тягач і одноосний причіп); обертанням коліс одного борту в бік зворотний руху; гальмуванням коліс одного борту.															
За розташуванням керованих коліс	двовісні автомобілі: першої осі, другої осі, першої та другої осей; тривісні автомобілі: першої осі, першої та третьої осей; чотиривісні автомобілі: першої і другої осей, першої та третьої осей, всіх осей.															
За конструкцією рульового механізму	черв'ячні (з сектором або роликом); кривошипно-гвинтові (з шипом у кривошипа, з гайкою у кривошипа і ін.); комбіновані (гвинт-гайка-рейка-сектор); рейкові і шестеренні															
За конструктивним и особливостями рульового приводу	привід до керованих коліс; привід до керованих осей (візків); привід до ланок, що складаються															
За типом застосовуваних підсилювачів	гідравлічні (з відкритим і закритим центром); пневматичні (включаючи вакуумні); комбіновані (електрогідравлічні і ін.)															

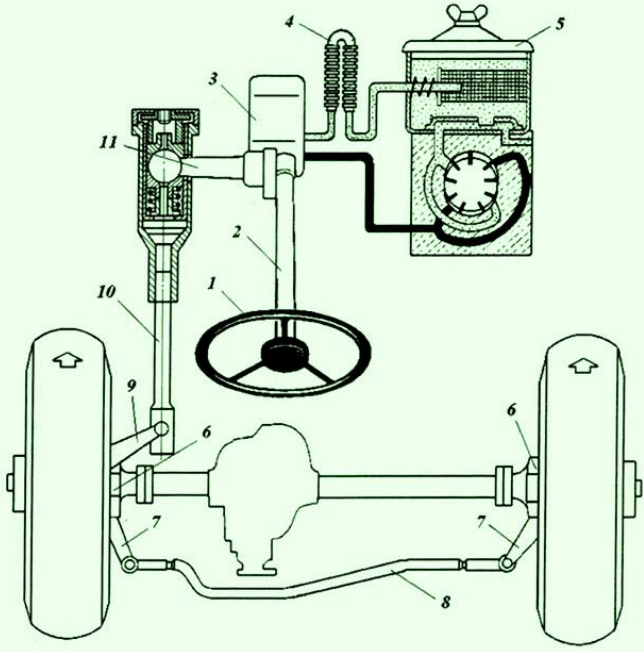
Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>узгодженість елементів рульового управління з підвіскою для виключення мимовільного повороту керованих коліс;</p> <p>підвищена надійність всіх елементів рульового управління, оскільки будь-яка відмова може привести до аварій з важкими наслідками.</p>
	<p>Загальна будова і робота рульового керування автомобіля</p>	<p>При повороті відбувається зміна положення поперечної тяги відносно передньої осі, внаслідок чого внутрішнє до центру повороту колесо повертається на кут α, більший, ніж кут β повороту зовнішнього колеса.</p> <p>У двовісних і тривісних автомобілях, що мають зближені осі заднього візка, керування здійснюється, як правило, поворотом передніх коліс (рисунок 2, а, в).</p>  <p>Рисунок 2 – Схеми керування автомобілем поворотом коліс: а, в – поворот передніх коліс; б – поворот передніх і задніх коліс; г – поворот коліс переднього візка</p> <p>Для поліпшення маневреності і прохідності по пересіченій місцевості зі складною геометрією іноді в тривісних автомобілях керованими виконують колеса передньої і задньої осей (рисунок 2, б). В цьому випадку проміжну вісь розміщують посередині бази автомобіля.</p> <p>У більшості чотиривісних автомобілів з колісною формулою 8×8 з урахуванням конкретного призначення керованими роблять колеса двох передніх осей (рисунок 2, г).</p> <p>Розташування рульового колеса може бути справа або зліва в залежності від прийнятої в тій чи іншій країні системи дорожнього руху.</p> <p>Найбільш поширений в світі - правосторонній рух, при якому кермо розташовується в кабіні водія (кузові легкового автомобіля) зліва. Праве розташування керма, відповідно до прийнятого лівостороннього руху по дорогах, застосовується в Японії і Великобританії.</p> <p>При цьому рульове колесо, встановлене з лівого або правого боку автомобіля, забезпечує кращу видимість при роз'їзді з транспортом, що рухається назустріч.</p> <p>Рульове управління складається з наступних елементів:</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>рульове колесо; рульова колонка; рульовий механізм; рульовий привід.</p> <p>Ось це чотири основних вузла, що входять до складу рульового управління. Існують і додаткові компоненти, які або встановлюються, або ні. Перш за все мова йде про підсилювачі керма. Раніше ставилося далеко не на всі автомобілі. В даний час цей пристрій вже можна віднести до обов'язкових компонентів практично будь-якої машини, виняток можуть становити бюджетні моделі В і А класу. Підсилювач керма необхідний для формування додаткового зусилля (зниження існуючого передавального числа, тобто зміни відношення кутів повороту керма і керованих коліс).</p> <p>Рульовий механізм служить для збільшення крутного моменту, що прикладається до рульового колеса, і передачі його до рульового приводу.</p> <p>Рульовий привід передає зусилля від рульового механізму до керованих коліс, забезпечуючи при цьому їх повертання на неоднакові кути.</p> <p>Підсилювач (якщо він застосовується) служить для зниження зусилля на рульовому колесі, зменшення зворотного зв'язку від коліс до керма, і, в кінцевому підсумку, для підвищення безпеки руху та зручності керування автомобілем.</p> <p>Застосування рульового керування без підсилювача або з підсилювачем залежить від типу і призначення автомобіля.</p> <p>Рульове керування без підсилювача зазвичай встановлюються на легкових автомобілях особливо малого і малого класів, а також вантажних автомобілях малої вантажопідйомності. На інших автомобілях і автобусах зазвичай використовують підсилювачі рульового керування.</p> <p>Рульовий механізм автомобіля (рисунок 3) включає в себе рульове колесо 1, рульову колонку 2 і виконавчий рульовий механізм 3. Рульовий привід являє собою кінематичну систему, що складається з рульових тяг і важелів: сошки 11, поздовжньої тяги 10, поворотних важелів 7, 9 і поперечної тяги 8.</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		 <p>Рисунок 3 – Схема рульового керування: 1- рульове колесо; 2 – рульова колонка; 3 – рульовий механізм; 4 – радіатор; 5 – насос гідропідсилювача керма; 6 – поворотний кулак; 7, 9 – поворотні важелі; 8 – поперечна тяга; 10 – повздовжня тяга; 11- сошка</p> <p>При повороті рульового колеса обертання передається за допомогою рульової колонки редуктора рульового механізму 3. Подальше переміщення сошки 11 через повздовжню тягу і поворотний важіль повертають ліву цапфу (для автомобілів з лівим розташуванням керма) з поворотним кулаком 6, а разом з нею і ліве колесо і далі через поворотні важелі 7 і поперечну тягу 8 праву цапфу разом з правим колесом.</p> <p>Залежно від прийнятих конструкторських і технічних рішень при конструюванні автомобілів різних типів, загальна будова і складові елементи рульового механізму і рульового приводу можуть відрізнятися. Конструкція рульового управління багато в чому залежить від типу підвіски керованих коліс автомобіля.</p> <p>І ще одна важлива деталь. На поточний момент рульове управління все тісніше інтегрується з електронними системами, на деяких моделях вже встановлено автопілот, тобто для управління автомобілем шофер практично не потрібен, хоча повноцінних автопілотів ще немає. Як це працює питання вже інше, але є серійні машини, обладнані такими системами. Відзначимо такі моделі як Tesla Model X, а також Tesla Model S.</p> <p>Якщо говорити про теперішній час, то на ряді марок і моделей сучасного колісного автотранспорту встановлюються різні системи рульового керування, зокрема, відзначимо адаптивне (DAS), а також активне (AFS) і динамічне (ADS).</p>
	Рульове колесо	Почнемо з рульового колеса. Зараз ставиться на усі колісні автомобілі. Правда, раніше так було не завжди. На зорі автомобілебудування перші машини були обладнані румпелем (спеціальними важелями), але потім від цього відмовилися на

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>користь рульового колеса круглої форми. Інші рішення в формі штурвала або джойстиків використовуються, але вкрай рідко, хоча може в майбутньому і отримають більш широке поширення.</p> <p>Важливий момент – розташування керма. У країнах з правостороннім рухом кермо і рульова колонка розташовані зліва, в країнах з лівостороннім рухом відповідно кермо праворуч. Третій варіант - кермо по центру, така схема характерна гоночних болідів, але були і серійні моделі з такою компоновкою. Наприклад, легендарний McLaren F1 (випускався з 1993 по 1998 рік), китайський Techrules Ren (дрібносерійна збірка з 2018 року), були ще й концепткари, у яких водій розташовувався по центру, а два пасажири з боків, як у Citroen Karin, або трохи позаду. Відзначимо, що кермо на переважній кількості автомобілів одне, виключення поодинокі. Наприклад, американці з Ford випробовували систему з двома кермами, називалася вона Ford Wrist-Twist, на такій моделі як Ford Mercury Park Lane.</p> <p>Кермо складається з декількох основних деталей: обід, зовнішня частина керма для хвата руками водія; маточина, використовується для закріплення на втулці рульової колонки; спиці, забезпечують зв'язок між ободом і маточиною.</p> <p>Обід в більшості випадків круглий, хоча буває круглим зі скошеною в нижній частині хордою. Часом зустрічаються ободи овальні, на спортивних болідах прямокутні. На обід найчастіше надівається обплетення з різних матеріалів (замші, алькантири, шкіри, тканини, вінілу), іноді використовуються декоративні рішення у вигляді накладок, оздоблення дерев'яним шпоном і інші.</p> <p>В цілому обід намагаються зробити травмобезпечним, щоб він при аварії не пошкодив грудну клітку водія. Для виготовлення використовуються пластик (інші полімерні матеріали), композити, іноді метали (сталь, алюміній зі спеціальними прогумованими, часом пластиковими накладками на місцях хвата).</p> <p>Важливі характеристики – діаметр і розташування обода. У легкових автомобілів діаметр обода від 380 до 425 мм, буває більше, буває менше. Від діаметра рульового колеса залежать прикладені зусилля для здійснення управління автомобілем – чим менше діаметр керма, тим складніше його повернути, але керованість краща і чіткіша. Ось чому у вантажних автомобілів обід керма більший, ніж у легкових автомобілів.</p> <p>Другий параметр – кут нахилу керма відносно горизонтальної площини, в межах від 0° до 90°, тобто від повністю горизонтального розташування до вертикального. Правило таке – чим більше кут нахилу, тим більше зусиль треба докладати на кермо для керування автомобілем, але керованість краща і чіткіша. Тому на вантажних автомобілях кут нахилу мінімальний (кермо розташоване майже горизонтально), а на спортивних болідах майже максимальний (кермо розташований вертикально). У легкових машин все в межах 40° - 70°. Конструктори при розрахунку кінематичної схеми використовують дуже складні</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>методики, при цьому враховуються кути установки коліс (розвал, сходження, кастор), інші параметри.</p> <p>Спиці виготовляються, в переважній кількості випадків, з тих же матеріалів що і обід. І практично завжди це цілісна лита або зварна конструкція.</p>
	<p>Рульова колонка та вали</p>	<p>Рульове колесо встановлюється на втулку рульової колонки. Цей вузол за своєю суттю є трубою (кожух з полімерних матеріалів), він потрібен для фіксації керма, передачі зусилля від нього на рульовий механізм, а також установки додаткових компонентів. Серед них, як правило, підрульові перемикачі, які відрізняються за функціональним призначенням (управляють зовнішньої світлооптика, двірниками, іноді звуковими сигналами), вузли протиугінною системи (блокіратор вала), системи запалювання, іноді трансмісії (класична американська схема, коли важіль КПП на рульовій колонці). Тобто варіантів компоновання рульової колонки сотні.</p>  <p>Рисунок 4 – Конструкція рульової колонки: 1 – рульове колесо; 2 – гайка; 3 – вал рульової колонки; 4 – втулка скидача; 5 – пружина; 6 – контактне кільце; 7 – перемикач покажчика поворотів; 8 – основа перемикача; 9 – стопорне кільце; 10 – шайба; 11 – втулка підшипника; 13 – труба рульової колонки, 14 - втулка</p> <p>Усередині колонки ставиться приводний вал або система сталевих валів, переважно – два вала. Якщо валів кілька, то вони об'єднуються за допомогою карданної передачі, спеціальних шарнірів. Це травмобезпечний варіант, при аварії вали складаються і рульова колонка не завдає істотної шкоди здоров'ю шофера.</p> <p>З метою кріплення вузлів використовуються спеціальні кріпильні елементи (пружинки, зрізані болти з гайками та шайбами, гвинти, спеціальні ущільнювачі). Найчастіше, особливо на позашляховиках, ще ставиться демпфер, він компенсує ударні навантаження, гасить коливання рульового приводу, які передаються від коліс на кермо (дорожню тряску на руки).</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>Якщо з одного боку рульова колонка з'єднується певним чином з рульовим колесом, то з іншого, також за допомогою певного конструкційного рішення, з рульовим механізмом.</p> <p>Рульові колонки бувають регульованими і нерегульованими. У свою чергу регульовані налаштовуються за такими параметрами як висота і виліт (нахил). Раніше, коли колонка була жорстко закріплена в одній площині, доводилося виробникам придумувати різні оригінальні рішення у вигляді відкидного, телескопічного або рухомого керма. Регулювання виконується або вручну, або автоматично, за допомогою спеціальних сервоприводів (електромоторів). Причому сучасні системи здатні запам'ятовувати розташування рульової колонки для кількох водіїв з різними антропометричними даними, що дуже зручно. Не треба постійно налаштовувати під себе. Причому інколи система запам'ятовує не тільки положення рульової колонки, а й положення водійського сидіння, бічних дзеркал заднього виду.</p>
	<p>Призначення та типи рульових механізмів</p>	<p>Рульовий механізм – частина рульового керування, що полегшує керування автомобілем, завдяки застосуванню редуктора з високим передавальним числом. Редуктор дозволяє значно зменшити зусилля, необхідне для обертання рульового колеса, що особливо актуально при управлінні автомобілями, що мають значну масу і діаметр керованих коліс.</p> <p>Однак, відповідно до Золотого правила механіки, при цьому виграш у силі обертається програшем в відстані, і щоб повернути керовані колеса автомобіля на деякий кут, необхідно повернути рульове колесо на кут, що дорівнює добутку кута повороту коліс на передавальне число редуктора.</p> <p>Якщо врахувати, що передавальне число редукторів рульового механізму сучасних автомобілів може досягати значення $u = 20$ і навіть більше, то, наприклад, щоб повернути керовані колеса на кут 20°, рульове колесо має зробити повний оберт. З цієї причини підвищення передавального числа редуктора рульового механізму для зниження зусилля на рульовому колесі не можна збільшувати без меж – збільшується час виконання маневру або повороту.</p> <p>Передавальні числа рульових механізмів сучасних легкових автомобілів зазвичай знаходяться в межах 16...20, вантажних автомобілів – 20...25.</p> <p>При керуванні автомобілем вигідніше використовувати рульовий механізм із змінним передавальним числом, оскільки максимальне зусилля на рульовому колесі потрібно при маневруванні на малих швидкостях руху і особливо – при повороті коліс нерухомого автомобіля. При високій швидкості руху для поворотів потрібно значно менше зусилля.</p> <p>При роботі рульового керування деталі, які входять до рульового механізму піддаються зносу, що призводить до появи зазорів і негативно позначається на керованості автомобіля та на безпеці руху. З цієї причини необхідно використовувати для виготовлення відповідальних деталей механізму зносостійкі матеріали, а також передбачати можливість проведення регулювань зазорів або їх усунення в автоматичному режимі за</p>

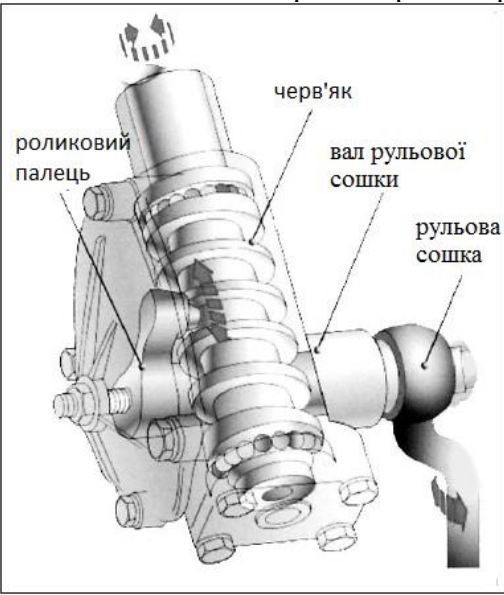
Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>допомогою різних слідкуючих пристроїв і трансформованих елементів конструкції.</p> <p>Ще одна умова, яку необхідно враховувати в конструкції рульового керування – зворотний зв'язок між керованими колесами і рульовим колесом. Удари і поштовхи з боку дороги (особливо бічні) не повинні відчутно передаватися керму, і вже тим більше - не змінювати його положення, оскільки це може викликати мимовільну зміну напрямку руху автомобіля.</p> <p>Виходячи з усього, перерахованого вище, до конструкцій рульових механізмів пред'являються наступні основні вимоги:</p> <ul style="list-style-type: none"> високе передавальне число і забезпечення заданого характеру зміни передавального числа рульового механізму; високий ККД при передачі зусилля від рульового колеса сошці; здатність рульового механізму сприймати зусилля від керованих коліс до керма, що необхідно для стабілізації керованих коліс; висока надійність механізму і зносостійкість його деталей; мінімальне число необхідних в процесі експлуатації регулювань і простота технічного обслуговування. <p>Рульові механізми сучасних автомобілів поділяють на черв'ячні, гвинтові, шестерні (в тому числі - рейкові) і комбіновані.</p> <p>Черв'ячні рульові механізми бувають з передачею черв'як-ролик, черв'як-сектор і черв'як-кривошип. Ролик може бути двох- або трьохгребневий, сектор – двох- або багатозубий, кривошип з одним або двома шипами.</p> <p>До окремої категорії можна віднести гідростатичні рульові механізми, що використовують для своєї роботи тиск оливи з підведеної напірної магістралі. Такі рульові механізми можуть бути обладнані гідравлічним підсилювачем, але можуть працювати і без нього. Гідростатичні підсилювачі рульового управління практично не застосовуються в конструкціях автомобілів, їх частіше використовують для управління колісними тракторами та іншими самохідними машинами.</p> <p>Найбільшого поширення набули черв'ячно-роликові рульові механізми, в яких рульова пара складається з глобоїдного черв'яка і двох- або трьохгребневого ролика. Така передача має високу навантажувальну здатність через одночасне зачеплення великого числа зубів і малі втрати на тертя, так як тертя ковзання зубчастого колеса (сектора) в цій передачі замінено тертям кочення ролика, розміщеного на підшипнику. У рульовому механізмі такої конструкції зберігається зачеплення на великому куті повороту черв'яка, знижений знос деталей через зменшення втрат на тертя.</p> <p>У комбінованому рульовому механізмі передача здійснюється зазвичай через дві передаючі пари: гвинт, гайка-рейка і сектор; гвинт, гайка і кривошип; гвинт, гайка і важіль. На деяких моделях автомобілів застосовуються рульовий механізм з комбінованою гвинтовою передачею, в яку для зменшення сил тертя вводять безперервний ланцюг циркулюючих сталевих кульок.</p> <p>У гвинтовому рульовому механізмі «гвинт-гайка-рейка-сектор» обертання гвинта перетворюється в прямолінійний рух гайки, на</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>якій нарізана рейка, що знаходиться в зачепленні з зубчастим сектором. Сектор встановлений на загальному валу із сошкою. Для зменшення тертя в рульовому механізмі і підвищення зносостійкості з'єднання гвинта і гайки часто здійснюють через кульки. Передавальне число рульового механізму зазвичай визначається зі співвідношення кутів повороту рульового колеса і вала сошки.</p> <p>До шестерінчастих рульових механізмів відносяться механізми з циліндричними або конічними шестернями, а також рейкові кермові механізми. В рейкових рульових механізмах передавальна пара виконана у вигляді ведучої шестерні і зубчастої рейки, при цьому зубчасту рейку можна вважати зубчастим колесом з нескінченно великим радіусом. Обертання шестерні, закріпленої на рульовому валу, викликає лінійне переміщення рейки, яка є частиною поперечної тяги рульового управління.</p> <p>Рейкові рульові механізми в даний час набули широкого застосування на легкових автомобілях, особливо - передньопривідних. Такий механізм відрізняється простотою конструкції і високою точністю роботи, має малі габарити і простий в обслуговуванні. Однак рейковий рульовий механізм не позбавлений і деяких недоліків, в першу чергу – високою чутливістю до поштовхів і ударів з боку дороги (зворотний зв'язок з рульовим колесом), а також незручністю захисту деталей від потрапляння бруду.</p>
	Черв'ячний рульовий механізм	<p>Рульовий механізм, який використовує черв'ячну передачу, раніше інших конструкцій знайшов застосування в рульовому управлінні автомобілів. Причиною цього стали такі позитивні властивості черв'ячної передачі, як велике передавальне число, самогальмування і відносна простота конструкції.</p> <p>Високе передавальне число позитивно позначається на здатності рульового механізму без застосування будь-яких підсилювачів значно підвищувати момент, прикладений руками водія до керма.</p> <p>Самогальмування, властиве черв'ячним передачам, дозволяє значно зменшити вплив поштовхів і ударів з боку дороги на зміщення елементів конструкції рульового управління і утримувати рульове колесо в початковому положенні.</p> <p>Однак, така конструкція рульового механізму не позбавлена і певних недоліків, основний з яких є низький ККД черв'ячної передачі, що віднімає значну частку доданої до керма енергії на подолання сил тертя між деталями.</p> <p>Крім того, в черв'ячних передачах, завдяки особливості конструкції, присутні підвищені зазори, які, в сукупності з зазорами в приводі, негативно позначаються на чутливості рульового управління.</p> <p>Високе передавальне число, допомагаючи водієві легко впоратися з керуванням автомобіля, з іншого боку змушує його більше працювати руками, оскільки вимагає значних переміщень (обертання) рульового колеса для забезпечення навіть незначного маневру автомобілем.</p>

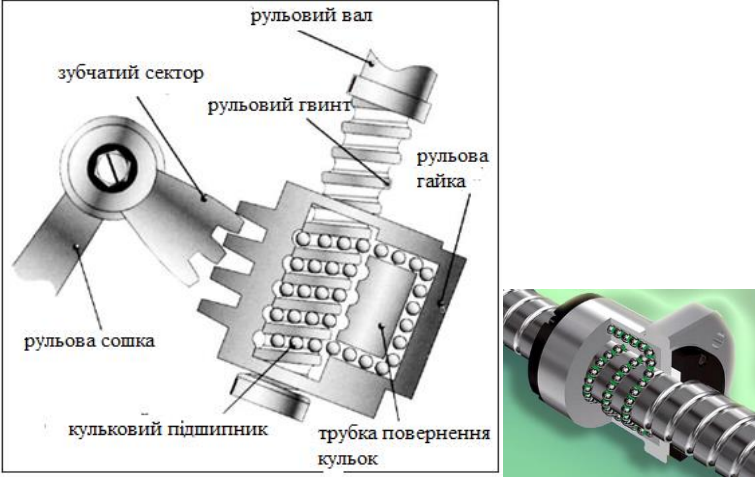
Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>Зниження сил тертя в черв'ячній парі в значній мірі вдається домогтися, використовуючи передачу типу «черв'як-ролик», в якій тертя ковзання замінюється тертям кочення.</p> <p>В даний час черв'ячні рульові механізми втратили колишню популярність, і на багатьох автомобілях поступилися місцем більш простим і зручним у використанні рейковим механізмам, які встановлюються в рульовому керуванні сучасних передньопривідних легкових автомобілів і невеликих вантажівок з незалежною підвіскою. Проте, в рульових механізмах багатьох вантажних автомобілів невеликої вантажопідйомності, автобусів, позашляхових автомобілів, а також для задньопривідних легкових автомобілів черв'ячні передачі поки гідної альтернативи не мають.</p> <p>Черв'ячні рульові механізми, що застосовуються на легкових, вантажних автомобілях і автобусах, розрізняються формою черв'яка і конструкцією спряженого з черв'яком веденого елемента – «черв'як-сектор», «черв'як-кривошип» або механізм «черв'як-ролик», що отримав найбільш широке застосування.</p> <p>На рисунку 5 зображений рульовий механізм з черв'яком і роликівим пальцем. У його конструкції використовується циліндричний черв'як з нерівномірним кроком. При обертанні черв'яка конічний палець переміщається в осьовому напрямку вздовж черв'яка. Рульова сошка закріплена на відповідному валу, сполученим з пальцем, і може повертатися на 70°. Знос робочих елементів цього механізму відносно низький, люфт в рульовому валу і між пальцем і черв'яком регулюється. Передавальне число рульового механізму з черв'яком і роликівим пальцем пропорційно змінюється внаслідок нерівномірного кроку черв'яка.</p>  <p>Рисунок 5 – Рульовий механізм з черв'яком і роликівим пальцем</p> <p>Черв'ячно-секторний рульовий механізм представлений на рисунку 6.</p>

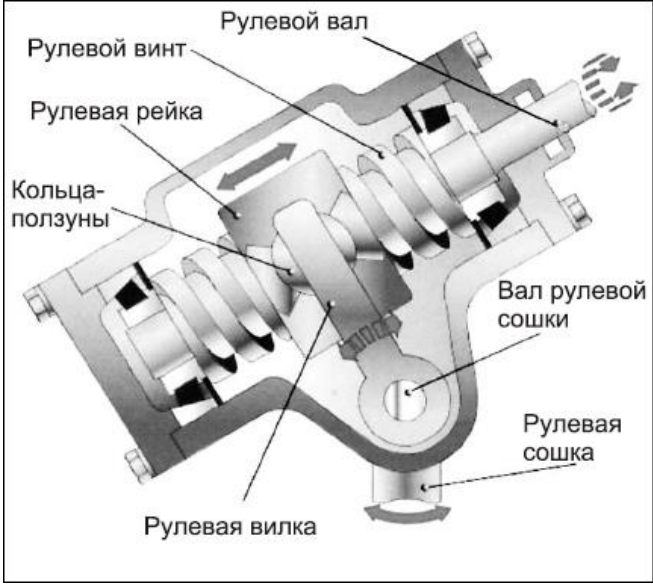
Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<div data-bbox="608 253 1251 658" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="603 667 1337 703">Рисунок 6 – Черв'ячно-секторний рульовий механізм</p> <p data-bbox="560 741 1490 1178">У рульовому механізмі цього типу на кінці рульового вала передбачений циліндричний черв'як, який переміщує зубчастий сектор. Перевага черв'ячного рульового механізму полягає в тому, що можна легко домогтися високого передавального числа – до 22:1. Зубчастий сектор знаходиться в постійному зачепленні з черв'яком, будь-який поворот рульового вала викликає поворот зубчастого сектора. Рульова сошка закріплена на зубчастому секторі і може повертатися на 70°. Знос рульового механізму цього типу відносно високий через тертя ковзання робочих елементів. Недолік черв'ячно-секторного рульового механізму полягає в тому, що водієві потрібно прикладати до рульового колеса значне зусилля.</p> <p data-bbox="603 1182 1490 1218">На рисунку 7 показано черв'ячно-роликовий рульовий механізм.</p> <div data-bbox="608 1223 1198 1778" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="603 1787 1342 1823">Рисунок 7 – Черв'ячно-роликовий рульовий механізм</p> <p data-bbox="560 1861 1490 2069">У цьому рульовому механізмі для передачі руху від черв'яка замість зубчастого сектора використовується ролик. Черв'як в цьому рульовому механізмі зводиться на конус у напрямку до центру і приймає форму, що нагадує пісочний годинник (глобоїдну). Перевага цієї форми черв'яка в тому, що вона дозволяє ролику повертатися щодо свого центру, і це зменшує розмір</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>рульового механізму. Рульова сошка прикріплена до валу ролика і може повертатися на 90°. Передавальне число залишається постійним. Підвищений люфт можна усунути, відрегулювавши положення рульового вала.</p>
	<p>Гвинтовий рульовий механізм</p>	<p>Даний тип рульового механізму встановлюється на окремих легкових автомобілях представницького класу, а також важких вантажних автомобілях і автобусах.</p> <p>Гвинтовий рульовий механізм автомобіля включає такі основні елементи: гвинт, що встановлюється на валу рульового колеса; гайку, що переміщається по гвинту; зубчасту рейку, нарізану на гайці; зубчастий сектор, з'єднаний з рейкою; рульову сошку, розташовану на валу сектора, т. е. в роботі механізму беруть участь дві робочі пари - гвинт-гайка і рейка-зубчастий сектор.</p> <p>Гвинт і гайка, що застосовуються в гвинтовому рульовому механізмі, відрізняються від звичайної гвинтової пари тим, що спеціально виконані порожнини між бічними поверхнями пари заповнені кульками (рисунок 8).</p> <p>Доріжками кочення для кульок служать гвинтові канавки, виконані на тілі гвинта і в гайці. При повороті гвинта кульки циркулюють в гайці по замкнутому колу, викочуючи з гвинтового каналу через отвір з одного боку гайки і повертаючись в гайку через обвідний канал з протилежного боку.</p>  <p>Рисунок 8 – Кулько-гвинтовий рульовий механізм</p> <p>Використання циркулюючих кульок дозволяє замінити тертя ковзання в парі гвинт-гайка тертям кочення, що підвищує ККД передачі, як в прямому напрямку, так і в зворотному. Це покращує умови для стабілізації керованих коліс, але й робить механізм досить чутливим до поштовхів з боку дороги. Тому для згладжування ударів повинні встановлюватися амортизатори або підсилювачі рульового керування.</p> <p>Глибина гвинтової канавки виконується змінною, а товщина середнього зуба сектора збільшеною в порівнянні з іншими зубами для виключення заклинювання рульового механізму в крайніх положеннях.</p>

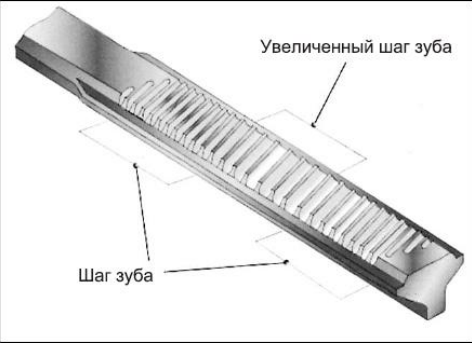
Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>Принципово робота гвинтового рульового механізму мало відрізняється від роботи черв'ячного механізму.</p> <p>Поворот рульового колеса супроводжується обертанням гвинта, який переміщує сполучається з ним гайку.</p> <p>При цьому відбувається циркуляція кульок, значно зменшують тертя між гвинтовими поверхнями.</p> <p>Гайка за допомогою зубчастої рейки переміщує зубчастий сектор і з ним рульову сошку.</p> <p>Зазор в зачепленні поршня-рейки з сектором вала сошки регулюється шляхом осьового переміщення вала сошки за допомогою спеціального гвинта.</p> <p>Зазор в парі гвинт-гайка не регулюється, тому висока надійність і необхідний термін служби в цьому зачепленні забезпечують шляхом застосування високоякісних легованих сталей.</p> <p>Гвинтовий рульовий механізм в порівнянні з черв'ячним механізмом має більший ККД і здатний передавати великі зусилля.</p> <p>Одним з недоліків даної конструкції є складність підгонки деталей гвинтової передачі при використанні в конструкції циркулюючих кульок.</p> <p>На рисунку 9 зображений рульовий механізм типу «гвинт-гайка» з кільцями-повзунами.</p>  <p>Рисунок 9 – Рульовий механізм типу «гвинт-гайка» з кільцями-повзунами</p> <p>За принципом дії цей механізм аналогічний рульовому механізму з циркуляцією кульок. Кільця-повзуни, розташовані збоку від рульової гайки, передають переміщення гайки до рульової вилки. Рульова сошка, встановлена на вал, який знаходиться на рульовій вилці, повертається на 90°. Знос рульового механізму цього типу, що викликається тертям, як правило, високий. Передавальне число постійне.</p>

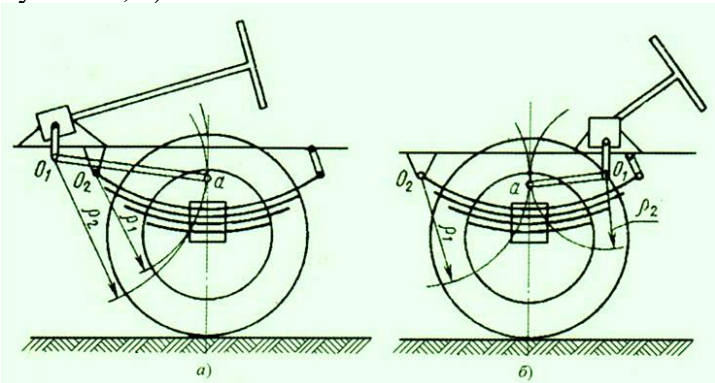
Продовження таблиці А.1

1	2	3
	Рейковий рульовий механізм	<p>Рейковий рульовий механізм в даний час міцно зайняв місце в конструкціях рульових управлінь передньопривідних легкових автомобілів з незалежною підвіскою.</p> <p>Рейкові рульові механізми прості за конструкцією і компактні, мають високий ККД, тому широко використовуються на легкових автомобілях. Останнім часом такі механізми застосовуються на вантажних автомобілях малої вантажопідйомності, що мають незалежну підвіску.</p> <p>Особливо зручне застосування рейкових рульових механізмів в автомобілях, оснащених незалежною підвіскою передніх коліс типу MacPherson (Макферсон), оскільки поворотний важіль, що сполучається кульовим пальцем з поперечною тягою, при цьому можна виконати на стійці підвіски, використовуючи стійку як елемент рульового механізму.</p> <p>Робочою парою в рейковому рульовому механізмі є шестерня-зубчаста рейка, при нормальному профілі зубів шестерні і рейки передавальне число механізму постійно (рисунок 10).</p> <p>В рейкових рульових механізмах для створення лінійного переміщення рейки використовується шестерня, що обертається. Зуби шестерні знаходяться в постійному зачепленні з зубами рейки, і будь-яке переміщення вала рульової колонки викликає поперечне переміщення рульової рейки. Переміщення рейки безпосередньо передається рульовим тягам, встановленим на обох кінцях рейки. Кульові шарніри, розташовані між рейкою і керманичами тягами, забезпечують можливість незалежного вертикального переміщення рульових тяг. Рейка утримується в зачепленні з шестірнею за допомогою подпружиненої притискної колодки, яка регулює будь-який зазор між зубами. Тертя ковзання між рейкою і шестернею здійснює Амортизуюче дію і поглинає поштовхи, що виникають при русі.</p> <div data-bbox="604 1386 1203 1809" style="text-align: center;"> </div> <p>Рисунок 10 – Рульовий механізм з постійним кроком зубів</p> <p>Сучасні рейкові кермові механізми можуть мати змінне передавальне число, що досягається нарізкою зубів рейки спеціального профілю та зі змінним кроком.</p>

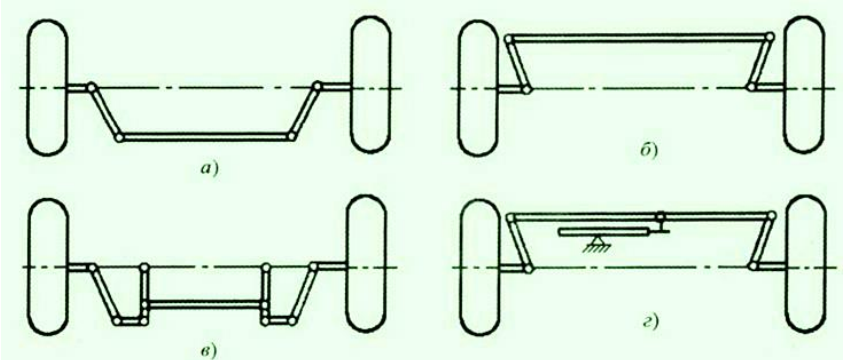
Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>На рисунку 11 зображена рейка рульового механізму із змінним кроком зубів. Для наочності корпус і шестерня рульового механізму не показані.</p>  <p>Рисунок 11 – Рейка рульового механізму із змінним кроком зубів</p> <p>Рейковий рульовий механізм із змінним кроком зубів працює так само, як і описаний вище рейковий рульовий механізм з постійним кроком. У центрі рейки крок зубів більше, ніж на краях. Змінний крок дає можливість збільшувати передавальне число рульового управління в міру обертання шестерні. Зуби в центрі рейки забезпечують більшу переміщення рейки при кожному повороті шестерні, для чого потрібно відносно велике зусилля. Зуби на кінцях рейки забезпечують менший переміщення рейки, для чого потрібно відносно невелике зусилля водія.</p> <p>Для усунення цього недоліку на сучасних автомобілях встановлюються підсилювачі рульового управління. Фактично в цій системі, чим більше повертається рульове колесо, тим менше зусилля. При русі по прямій рульове управління важче, ніж при повороті рульового колеса в граничне положення - це полегшує маневрування і паркування.</p> <p>У рейковому рульовому механізмі зі змінним кроком передбачено пропорційно зростаюче передавальне число.</p>
	<p>Призначення та основні параметри рульового приводу</p>	<p>Приводом (силовим приводом) в механіці називають сукупність пристроїв, призначених для приведення в дію механізмів і машин. У загальному випадку силовий привід служить для дистанційного керування виконавчим органом машини, передаючи йому зусилля, яке прикладається до органів управління.</p> <p>Рульовий привід забезпечує кінематичний зв'язок рульового механізму і керованих коліс. Він повинен перетворювати обертання валу рульового механізму або поступальний рух рейки в обертання керованих коліс навколо вертикальної осі для здійснення автомобілем маневру.</p> <p>В рульовий привід входять всі деталі, що передають зусилля від рульового механізму до керованих коліс.</p> <p>Іншими словами, все, що знаходиться між рульовим механізмом і керованими колесами, відноситься до рульового приводу.</p> <p>Обов'язковим елементом рульового приводу є рульова трапеція, що забезпечує поворот керованих коліс на різні кути.</p> <p>Вплив на рульову трапецію здійснюється механічним приводом.</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>До рульовому приводу висувають такі вимоги:</p> <ul style="list-style-type: none"> забезпечення правильного співвідношення кутів повороту керованих коліс; виключення або зменшення автоколивань керованих коліс; виключення мимовільного повороту керованих коліс при коливанні автомобіля на підвісці. <p>Самовільне повертання керованих коліс може мати місце через неузгодженість кінематики переміщення підвіски і поздовжньої рульової тяги. При розташуванні рульового механізму, як показано на рис. 12, б, вертикальне переміщення передньої осі неминуче призведе до поздовжнього переміщення тяги і повороту коліс. Значно краще кінематичне узгодження досягається при компонованні рульового управління перед передньою віссю (рисунок 12, а).</p>  <p>Рисунок 12 – Схеми кінематичного узгодження рульового приводу і підвіски: а – узгоджена схема; б – неузгоджена схема</p> <p>Одна з вимог безпеки - відсутність зазорів в шарнірах приводу. За способом усунення зазору шарніри приводу можуть бути саморегульовані, з періодичною ручним регулюванням і нерегульовані.</p> <p>Саморегульовані шарніри не вимагають регулювань в процесі експлуатації – з'являється в результаті зношування деталей зазор усувається притисненням сухарів до головки рульового пальця за допомогою пружини.</p> <p>Періодично регульовані шарніри мають в конструкції спеціальну різьбову пробку, затягування якої усуває зазори між деталями.</p> <p>Нерегульовані шарніри використовують на автомобілях, колеса яких повертаються тільки навколо вертикальної осі. Ці шарніри простіше по конструкції і дешевше у виготовленні, але менш довговічні.</p> <p>Крім того, в конструкціях рульових приводів легкових автомобілів широко застосовуються нерегульовані шарніри з вкладишами з синтетичних матеріалів, добре протистоять зношуванню і володіють низьким коефіцієнтом тертя.</p> <p>Основним оціночним параметром рульового приводу є загальне кутове передавальне число U_{rp} рульового приводу і ККД рульового приводу.</p>

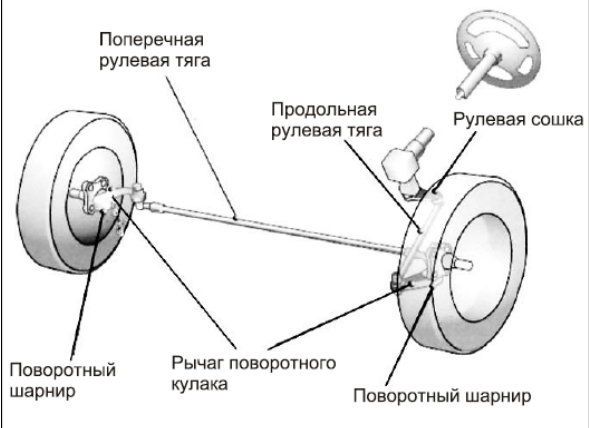
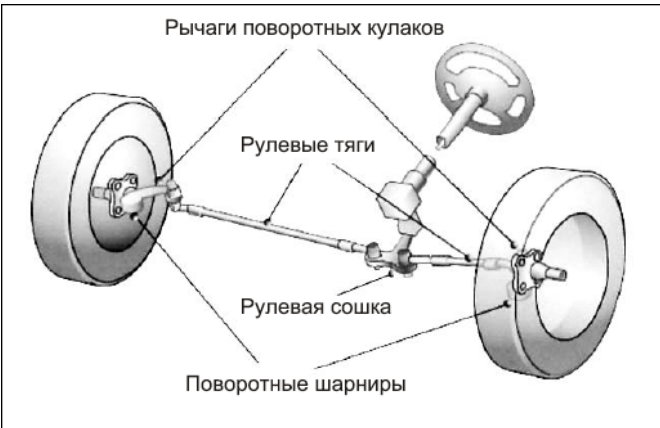
Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>Загальним кутовим передавальним числом (кінематичним передавальним числом рульового приводу) називають відношення кутового переміщення сошки до середнього кутового переміщення поворотних цапф керованих коліс.</p> <p>Під силовим передавальним числом приводу розуміють відношення сумарного моменту на поворотних цапфах всіх керованих коліс до моменту на рульовій сошці.</p> <p>ККД рульового приводу оцінює втрати потужності в шарнірах рульових тяг і шкворневих пристроїв керованих коліс.</p> <p>Для автомобілів з переднім керованим мостом - втрати в шкворнях складають 40 ... 50%, в шарнірах рульових тяг - 10 ... 15%. ККД рульового приводу (0,92 ... 0,95) визначається як відношення силового передавального числа до кінематичному.</p> <p>Загальний ККД рульового управління визначається як добуток ККД рульового механізму на ККД приводу.</p> <p>Для сучасних автомобілів загальний ККД рульового управління може становити 0,7 ... 0,85.</p>
	Класифікація рульових приводів	<p>Рульові приводи розрізняються за такими конструктивними ознаками і властивостями:</p> <ul style="list-style-type: none"> - за взаємним розташуванням рульового колеса і рульового вала - з роздільним або поєднаним розташуванням. <p>При роздільному розташуванні рульового вала і рульового колеса їх з'єднують карданним валом, гумової напівмуфтою, сильфонним або перфорованим патрубком. При аварії така конструкція забезпечує травмобезопасність, так як при прямому ударі вал складається і не переміщує рульове колесо.</p> <p>Крім того, роздільне розташування вала і керма дозволяє вирішити і деякі інші технічні завдання.</p> <ul style="list-style-type: none"> - за розташуванням рульової трапеції - з переднім або заднім розташуванням щодо осі керованих коліс. <p>Варіанти розташування і пристрої рульової трапеції при проектуванні рульового управління автомобіля визначаються компоновальними можливостями. Схеми основних типів рульових трапецій представлені на рисунку 13.</p>  <p>Рисунок 13 – Схеми рульових трапецій: а – з заднім розташуванням і нерозрізною тягою; б – з переднім розташуванням і нерозрізною тягою; в, г – з розрізною тягою</p> <ul style="list-style-type: none"> - за конструкцією поперечної тяги - з суцільною або розрізною тягою.

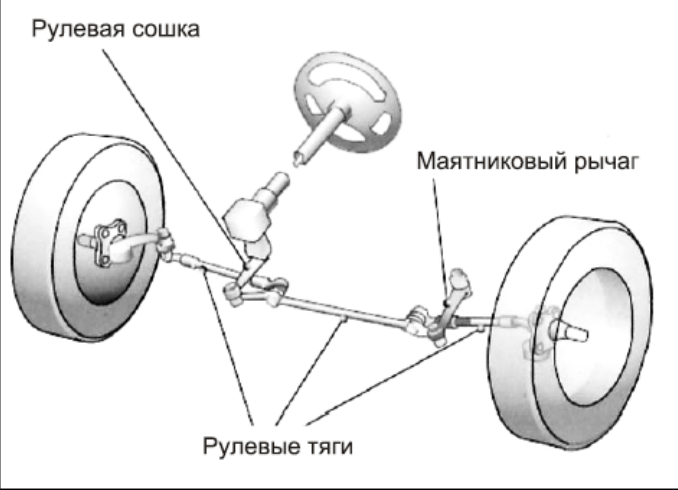
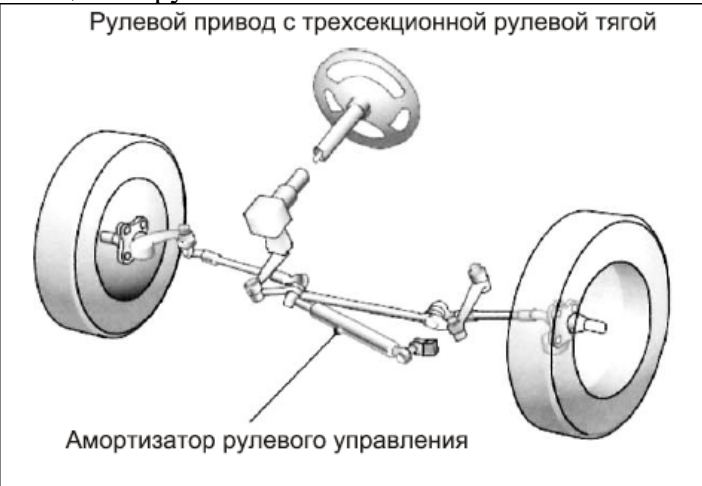
Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>При застосуванні залежною підвіски і нерозрізної балки моста поперечна тяга для збільшення жорсткості рульового управління виконується суцільною, при цьому вона може розташовуватися як перед балкою моста, так і за нею (рис. 13, а, б).</p> <p>У разі застосування нерозрізної поперечної тяги при незалежній підвісці вертикальне переміщення одного з коліс викликало б поворот іншого колеса. Щоб уникнути цього, поперечну тягу роблять розрізною, з декількох ланок (рис. 13, в).</p> <p>На передньопривідних автомобілях з рейковим рульовим механізмом рульова трапеція складається з двох тяг, безпосередньо пов'язаних з рейкою (рис. 13, г).</p> <p>Зміна довжини поперечної тяги дозволяє здійснювати регулювання сходження керованих коліс.</p> <p>- за наявності підсилювача - простий механічний привід або з використанням підсилювача.</p> <p>Конструкція елементів рульового приводу повинна бути досить жорсткою для надійної і правильної передачі зусиль і в той же час дозволяти змінювати їх взаємне положення. Для забезпечення такої передачі з'єднання деталей рульового приводу здійснюється за допомогою кульових шарнірів.</p> <p>Сошка пов'язує вихідний вал рульового механізму з поздовжньою тягою. Її виготовляють методом кування зі змінним еліптичним перетином по довжині, що є найбільш раціональним для виконання умов міцності і жорсткості.</p> <p>Сошку з'єднують з валом шліцьовим з'єднанням трикутного профілю і фіксують гайкою. Для беззасторожної посадки отвір в сошці і кінець вала виконують конічними, а для правильної установки сошки на валу передбачені відповідні мітки або несиметрично розташовані шліци.</p>
	Варіанти компонування приводів рульового механізму	<p>Найпростіша конструкція рульового приводу - це односекційна поперечна рульова тяга, яка переміщується рульовою сошкою (рисунку 14). Рульова сошка штовхає або тягне поздовжню рульову тягу для переміщення важеля, який з'єднаний з поворотним шарніром на поворотному кулаці. Поперечна рульова тяга сполучає обидва поворотних шарніра на поворотних кулаках передніх коліс автомобіля. Будь-яке переміщення одного з поворотних шарнірів передається через рульову тягу до шарніру на протилежному поворотному кулаці.</p>


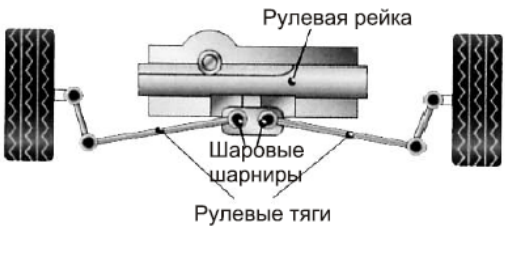
Продовження таблиці А.1

1	2	3
		 <p data-bbox="606 694 1484 728">Рисунок 14 – Рулевой привод с односекционной рулевой тягой</p> <p data-bbox="558 761 1484 952">Рулевой привод цього типу, як правило, застосовується в автомобілях з жорстким мостом, в яких відстань між важелями поворотних кулаків не змінюється. Для з'єднання поздовжньої рульової тяги з важелями поворотних кулаків служать кульові шарніри.</p> <p data-bbox="558 952 1484 1310">На рисунку 15 зображений доопрацьований варіант односекційний рульової тяги - рулевой привод з двосекційний рульовою тягою, що переміщується рульовою сошкою. Рульова сошка тягне або штовхає дві окремі кермові тяги, які з'єднані з важелями поворотних кулаків за допомогою кульових шарнірів. Переміщення рульових тяг повертає поворотні шарніри на поворотних кулаках. Рулевой привод цього типу, як правило, застосовується в автомобілях з незалежною підвіскою, в якій поворотні шарніри можуть переміщатися один незалежно від іншого.</p>  <p data-bbox="606 1747 1484 1780">Рисунок 15 – Рулевой привод с двосекционной рулевой тягой</p> <p data-bbox="558 1814 1484 2072">Рулевой привод з трьохсекційною рульовою тягою, що переміщується рульовою сошкою, представлений на рисунку 16. У цій рульової тяги передбачений маятниковий важіль, який передає рух рульового управління до протилежної сторони автомобіля. Рулевой привод цього типу застосовують в автомобілях з незалежною підвіскою, але у цього варіанту конструкції висока вартість.</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		 <p data-bbox="563 745 1485 813">Рисунок 16 – Рулевий привід з трьохсекційною рульовою тягою</p> <p data-bbox="563 857 1485 1249">Трьохсекційною рульова тяга забезпечує найвищу ступінь точності і максимальний контроль над рульовим керуванням. При русі автомобіля по нерівній дорозі поштовхи передаються через рульовий привід і механізм рульового управління водієві. Для пом'якшення цих поштовхів на рульовий привід встановлюють амортизатор. Амортизатори рульового управління можуть бути вбудовані в рульовий привід будь-якого типу (рисунок 17), але в автомобілях з рейковим рульовим механізмом їх застосовують не часто. Амортизатор рульового управління допомагає протидіяти підвищенню зусиль на рульовому колесі і ненавмисному переміщенню рульового колеса.</p>  <p data-bbox="604 1740 1302 1776">Рисунок 17 – Амортизатори рульового управління</p> <p data-bbox="563 1816 1485 1955">На рисунку 18 зображені кермові приводи з двосекційними керманічними тягами переміщуваної рейки. У рейковій системі рульового управління для передачі рульового впливу до поворотним кулачків використовуються дві рульові тяги.</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p data-bbox="676 277 1198 304">Рулевые тяги соединены с концами рулевой рейки</p>  <p data-bbox="676 562 1190 589">Рулевые тяги соединены с центром рулевой рейки</p>  <p data-bbox="564 891 1489 958">Рисунок 18 – Рульові приводи з двосекційними рульовими тягами</p> <p data-bbox="564 1003 1489 1144">Існують також рульові рейки для з'єднання з поворотними кулаками. У них застосовуються рульові приводи подібної конструкції. Прямолінійне переміщення рульової рейки передається через кульовий шарнір на рульові тяги.</p>
	<p data-bbox="331 1189 523 1397">Призначення та класифікація підсилювачів рульового керування</p>	<p data-bbox="564 1189 1489 1361">Підсилювач рульового керування служить для створення додаткового силового впливу, що дозволяє зменшити прикладається до рульового колеса зусилля, необхідне для керування автомобілем, а також для підвищення маневреності автомобіля і безпеки руху.</p> <p data-bbox="564 1373 1489 1581">На вантажних автомобілях середньої й великої вантажопідйомності підсилювачі рульового керування встановлюють в основному для полегшення управління, а на легкових автомобілях високого класу, крім того, для запобігання втрати керованості автомобілем в разі розриву шини на високій швидкості.</p> <p data-bbox="564 1592 1489 1731">Оскільки рульове керування автомобіля відноситься до найбільш відповідального елементу системи керування, підсилювачі керма повинні не тільки забезпечувати комфорт і зручність водія, але і відповідати умовам безпеки руху.</p> <p data-bbox="564 1742 1489 1839">Важливими умовами якості підсилювачів керма, як елементів конструкції автомобілів, є їх довговічність, зручність технічного догляду та експлуатації.</p> <p data-bbox="564 1850 1489 1910">Підсилювачі рульового керування повинні відповідати таким основним вимогам:</p> <ul data-bbox="564 1921 1489 2056" style="list-style-type: none"> зберігати можливість керування автомобілем і в разі виходу підсилювача з ладу; не перешкоджати стабілізації керованих коліс; забезпечувати слідкуючу дію;

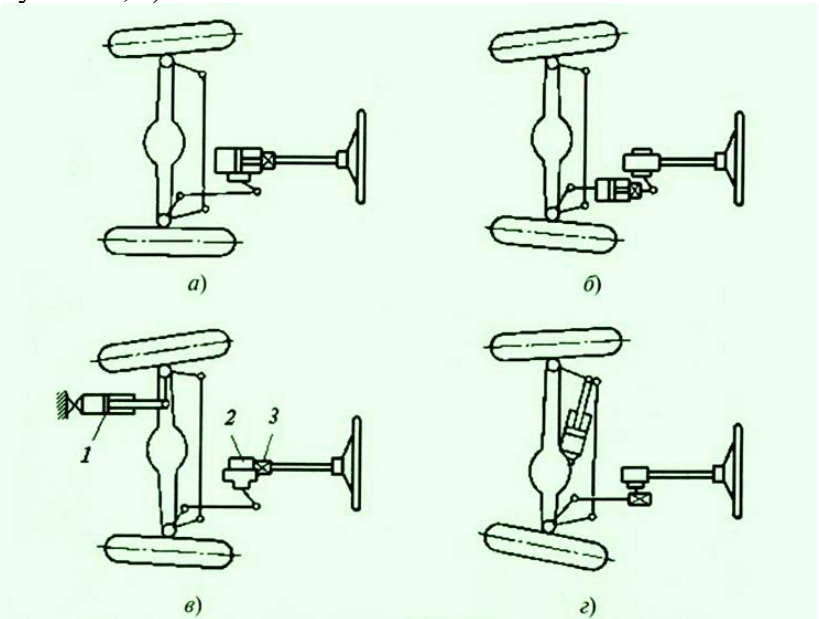
Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>поглинати удари і поштовхи, які сприймаються автомобілем з боку дороги і передаються на рульове колесо;</p> <p>мати високий ККД і використовувати мінімальну кількість потужності двигуна для своєї роботи.</p> <p>Кінематична слідкуюча дія забезпечує пропорційність між кутовим переміщенням рульового колеса і кутом повороту керованих коліс. Іншими словами, кожному фіксованому положенню рульового колеса має відповідати певне положення керованих коліс, а при зупинці рульового колеса в якомусь проміжному положенні поворот керованих коліс також повинен припинятися.</p> <p>Силовий вплив забезпечує пропорційність між силою, яка додається до рульового колеса, і силою опору повороту керованих коліс. Силова слідкуюча дія створює водієві «відчуття дороги».</p> <p>Підсилювач рульового керування повинен включатися при певному зусиллі, яке прикладають до керма. Це зусилля залежить від сил тертя в рульовому механізмі і типу застосовуваного центруючого пристрою. Центруючий пристрій обов'язково є у всіх підсилювачах, так як він також не дозволяє підсилювачу вмикатися при незначних поштовхах з боку керованих коліс. У якості центруючих і реактивних пристроїв в підсилювачах рульового керування можуть застосовуватися пружини, торсіони, плунжери, реактивні камери або їх комбінації.</p> <p>Вмикання підсилювача рульового керування відбувається внаслідок зворотного зв'язку від керованих коліс, що здійснюється за допомогою рульового приводу.</p> <p>На сучасних автомобілях можуть встановлюватися гідравлічні, електричні і комбіновані підсилювачі рульового керування. На деяких моделях вантажних автомобілів, що випускалися раніше, застосовувалися пневматичні підсилювачі керма, проте, в даний час від таких конструкцій відмовилися через низку недоліків, властивих пневматичним сервоприводам - високою інертності при спрацьовуванні і неефективною слідуючою дією.</p> <p>В даний час на автомобілях найчастіше застосовуються гідравлічні підсилювачі рульового управління, які характеризуються хорошими масогабаритними і динамічними показниками при робочих тисках до 15 МПа, невеликим часом спрацьовування (0,02 ... 0,05 сек), хорошими демпфівальними властивостями, малою трудомісткістю технічного обслуговування.</p> <p>Електричні підсилювачі відрізняються високою економічністю, так як енергія споживається ними тільки при вмиканні, а також низьким рівнем шуму, високими демпфівальними властивостями і швидкістю, легкістю забезпечення змінної реактивної дії в залежності від швидкості руху автомобіля.</p> <p>Комбіновані підсилювачі рульового керування у вигляді електромеханічних або електрогідравлічних систем встановлюють на багатовісних спеціальних шасі, автопоїздах і легкових автомобілях вищого класу. Це перспективні конструкції, що поєднують переваги гідравлічних і електричних підсилювачів рульового керування.</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
	Гідравлічний підсилювач керма	<p>Гідравлічний підсилювач керма (ГПК) являє собою елемент рульового керування, в якому додаткове зусилля при повороті рульового колеса утворюється за рахунок гідравлічного тиску.</p> <p>Для легкових автомобілів головне призначення ГПК - забезпечення комфорту. Керувати транспортним засобом, оснащеним гідравлічним підсилювачем керма, легко і зручно. До того ж водієві не потрібно для здійснення маневру робити кермом повних п'ять-шість оборотів в сторону повороту. Такий стан речей особливо актуально при парковці і маневруванні на вузьких ділянках.</p>  <p>Рисунок 19 – Рульова рейка з гідропідсилювачем</p> <p>Збереження керованості автомобілем і пом'якшення ударів, що передаються на кермо в результаті наїзду керованих коліс на нерівності дороги, - ще одна важлива функція гідропідсилювача.</p> <p>Для ефективної роботи ГУР до нього висувують такі вимоги:</p> <ul style="list-style-type: none"> надійність системи і безшумність при роботі; простота обслуговування і мінімальний розмір пристрою; технологічність і екологічна безпека; невеликий поворотний момент на колесі з автоматичним поверненням в нейтральне положення; легкість і плавність рульового управління; забезпечення кінематичної слідкуючої дії - відповідність між кутами повороту керованих коліс і керма; забезпечення силової слідкуючої дії - пропорційність між силами опору повороту керованих коліс і зусиллям на кермі; можливість керування автомобілем при виході системи з ладу. <p>Гідравлічний підсилювач включає в себе наступні конструктивні елементи:</p> <ul style="list-style-type: none"> гідронасос з баком, розподільний пристрій (клапан керування) силовий циліндр, що створює додаткове зусилля на рульовий привід. <p>Взаємне розташування елементів гідравлічного підсилювача рульового керування і їх взаємозв'язок істотно впливають на керованість, маневреність і безпеку руху автомобіля. Чим ближче один до одного розташовані розподільний пристрій і силовий циліндр, тим менша затримка спрацьовування силового циліндра, тим більш плавно працює ГПК і тим вища стійкість керування автомобілем в цілому.</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>Однак для підвищення сприйнятливості підсилювача кермового управління і поліпшення захисту рульового керування від зовнішніх збурень розподільний пристрій доцільно розташовувати ближче до керма, а силовий циліндр ближче до керованих коліс. Тому в реальних конструкціях елементи ГПК можуть розташовуватися в одному корпусі, в такому випадку підсилювач рульового керування називають інтегральним (рисунок 20, а), або компоуватись в інших варіантах:</p> <p>розподільний пристрій і силовий циліндр об'єднані в одному агрегаті, рульовий механізм окремо (рисунок 20, б);</p> <p>розподільний пристрій і рульовий механізм в одному агрегаті, а силовий циліндр окремо (рисунок 20, в),</p> <p>всі елементи підсилювача рульового керування розділені (рисунок 20, г).</p>  <p>Рисунок 20 – Компоувальні схеми гідравлічних підсилювачів рульового керування: 1 – силовий циліндр; 2 – рульовий механізм; 3 – розподільний пристрій</p> <p>Кожна компоувальна схема має свої переваги і недоліки. Найбільше застосування знайшли підсилювачі інтегрального типу. Гідропідсилювач керма встановлюється на рульовий механізм будь-якого типу. Для легкових автомобілів найбільшого поширення набув рейковий механізм.</p> <p>У цьому випадку схема ГПК наступна:</p> <ul style="list-style-type: none"> бачок для робочої рідини; масляний насос; золотниковий розподільник; гідроциліндр; з'єднувальні шланги.

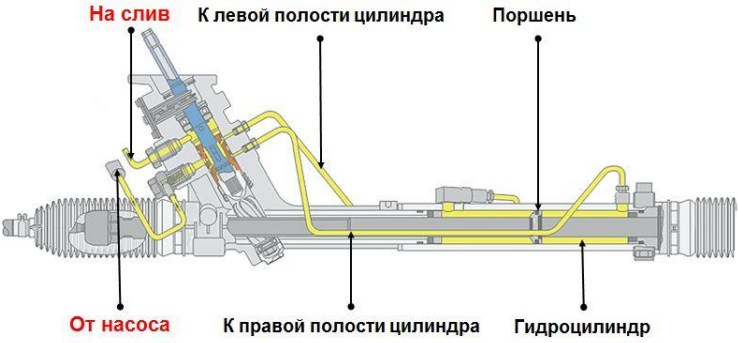
Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>Рисунок 21 – Основні компоненти гідро підсилювача керма</p> <p>У бачку або резервуарі для робочої рідини встановлений фільтруючий елемент і щуп для контролю за рівнем масла. За допомогою масла змащуються пари механізмів, що труться, і передається зусилля від насоса до гідроциліндра. Фільтром від бруду і металевої стружки, що виникає в процесі експлуатації, в бачку служить сітка.</p> <p>Рівень рідини всередині бака можна перевірити візуально в разі, коли резервуар зроблений з напівпрозорого пластика. Якщо пластик непрозорий або використовується металевий бачок, рівень рідини перевіряється за допомогою щупа.</p> <p>У деяких автомобілях рівень рідини можна перевірити тільки після короткочасної роботи двигуна або при обертанні рульового колеса кілька разів в різні боки під час роботи машини на холостому ходу.</p> <p>На щупах або резервуарах зроблені спеціальні насічки, як для «холодного» двигуна, так і для «гарячого», який вже працює протягом якогось часу. Також необхідний рівень рідини можна визначити і за допомогою позначок «Max» і «Min».</p> <p>Рисунок 22 - Бачок гідропідсилювача</p> <p>Насос гідропідсилювача необхідний для того, щоб в системі підтримувалося потрібний тиск, а також відбувалася циркуляція масла. Насос встановлюється на блоці циліндрів двигуна і</p>

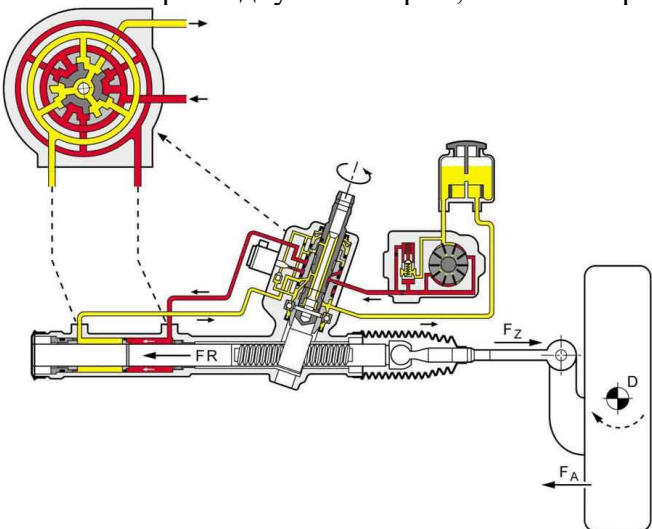
Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>приводиться в дію від шківів колінчастого вала за допомогою приводного ремня.</p> <p>Конструктивно насос може бути різних типів. Найбільш поширеними є лопатеві насоси, які характеризуються високим ККД і зносостійкістю. Пристрій виконаний в металевому корпусі з обертовим усередині нього ротором з лопатями.</p>  <p>Рисунок 23 – Лопатевий насос гідропідсилувача</p> <p>У процесі обертання лопаті захоплюють робочу рідину і під тиском подають її в розподільник і далі в гідроциліндр.</p> <p>Привід насоса здійснюється від шківів колінчастого вала, тому його продуктивність і тиск залежать від кількості оборотів двигуна. Для підтримки необхідного тиску в ГПК використовується спеціальний клапан. Тиск, який створює насос в системі, може досягати до 100-150 бар.</p> <p>Залежно від типу управління масляні насоси підрозділяються на регульовані і нерегульовані:</p> <ul style="list-style-type: none"> регульовані насоси підтримують постійний тиск за рахунок зміни продуктивної частини насоса; постійний тиск в нерегульованих насосах підтримує редуційний клапан. <p>Редуційний клапан являє собою пневматичний або гідравлічний дросель, що діє автоматично і контролює рівень тиску масла.</p> <p>Розподільник гідропідсилувача встановлюється на рульовому валу або на елементах рульового приводу. Його призначення - напрям потоків робочої рідини в відповідну порожнину гідроциліндра або назад в бачок.</p>  <p>Рисунок 24 – Схематична будова розподільника</p>

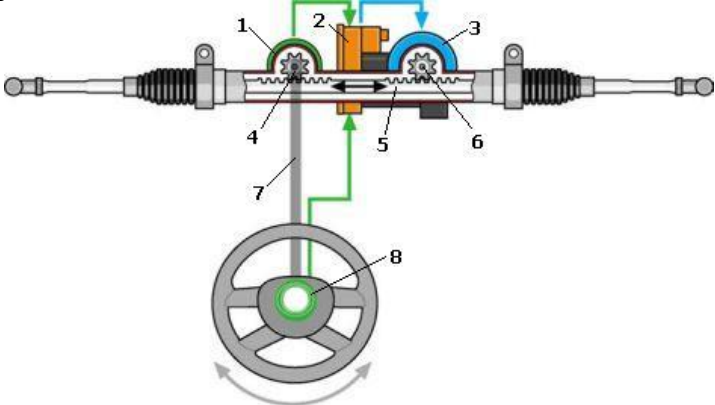
Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>Головними елементами розподільника є торсіон, поворотний золотник і вал розподільника. Торсіон являє собою тонкий пружинистий металевий стрижень, який закручується під дією крутного моменту. Золотник і вал розподільника є дві циліндричні деталі з каналами для рідини, вставлені один в одного. Золотник пов'язаний з шестернею рульового механізму, а вал розподільника з карданним валом рульової колонки, тобто з кермом. Торсіон одним кінцем закріплений на валу розподільника, інший його кінець встановлений в поворотний золотник.</p> <p>Розподільник може бути осьовим, при якому золотник переміщається поступально, і роторним - тут золотник обертається.</p> <p>Гідроциліндр вбудований в рейку і складається з поршня і штока, що переміщує рейку під дією тиску рідини.</p>  <p>Рисунок 25 – Схема циркуляції рідини в гідропідсилювачі</p> <p>Сполучні шланги високого тиску забезпечують циркуляцію масла між розподільником, гідроциліндром і насосом. Масло з бачка в насос і з розподільника назад в бачок надходить по шлангах низького тиску.</p> <p>Розглянемо кілька режимів роботи гідропідсилювача при повороті коліс в будь-яку сторону:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Автомобіль стоїть нерухомо на місці, колеса встановлені прямо. В даний момент гідропідсилювач не працює і рідина просто перекачується насосом по системі (з бачка в розподільник і назад). 2. Водій починає обертати рульове колесо. Крутний момент від рульового колеса передається на вал розподільника і далі на торсіон, який починає закручуватися. Поворотний золотник в цей момент не обертається, оскільки йому заважає це зробити сила тертя, що перешкоджає повороту коліс. Переміщаючись щодо золотника, вал розподільника відкриває канал для надходження рідини в одну з порожнин гідроциліндра (в залежності від того, куди повернуть кермо). Таким чином, вся рідина під тиском направляється в гідроциліндр. Рідина з другої порожнини гідроциліндра надходить в зливну магістраль і далі в бачок. Рідина тисне на поршень зі штоком, за рахунок чого переміщається рульова рейка і повертаються колеса. 3. Водій припинив обертання рульового колеса, але продовжує утримує його в повернутому положенні. Рульова рейка,

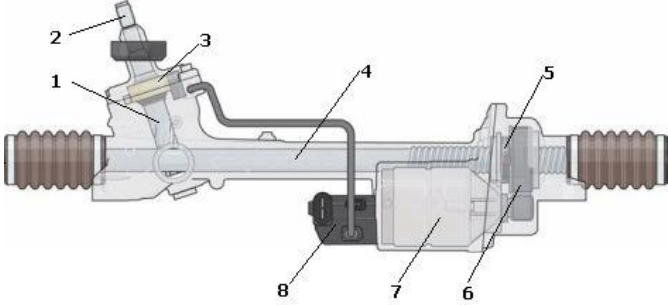
Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>переміщаючись, обертає поворотний золотник і вирівнює його щодо вала розподільника. У цей момент розподільник встановлюється в нейтральне положення і рідина знову просто циркулює по системі, не здійснюючи ніякої роботи, так само як і при прямолінійній положенні коліс.</p> <p>4. Водій "викрутив" кермо в крайнє положення і продовжує його утримувати. Даний режим є найбільш важким для гідропідсилювача, оскільки розподільник не може повернутися в нейтральне положення, і вся циркуляція рідини відбувається всередині насоса, що супроводжується підвищеним шумом його роботи. Але варто відпустити кермо, і система прийде в норму.</p>  <p>Рисунок 26 – Схема роботи гідропідсилювача</p> <p>ГПК влаштований таким чином, що в разі його відмови рульове керування буде продовжувати роботу і можливість керувати автомобілем збережеться.</p> <p>Переваги гідропідсилювача:</p> <ul style="list-style-type: none"> полегшення керування автомобілем, зниження стомлюваності водія; пом'якшення ударів, переданих на рульове колесо від нерівностей дороги; краща керованість і маневреність автомобіля, а значить і підвищена безпека на дорозі. <p>До недоліків ГНК можна віднести наступні:</p> <ul style="list-style-type: none"> постійно працюючий насос відбирає частину потужності двигуна; необхідність періодичного обслуговування системи.
	Електричний підсилювач рульового керування	<p>Електропідсилювачем рульового керування (повсякденна назва - елетропідсилювач керма) називається конструктивний елемент рульового керування автомобіля, в якому додаткове зусилля при повороті рульового колеса створюється за допомогою електричного приводу. У конструкції сучасного автомобіля електропідсилювач рульового управління поступово замінює гідропідсилювач керма.</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>Основними перевагами електропідсилювача керма в порівнянні з гідропідсилювачем рульового управління є:</p> <ul style="list-style-type: none"> зручність регулювання характеристик рульового управління; висока інформативність рульового управління; висока надійність в зв'язку з відсутністю гідравлічної системи; паливна економічність, обумовлена економним витрачанням енергії (зниження витрати палива до 0,5 л. на 100 км). <p>Електропідсилювач рульового управління відкрив широкі можливості для створення різних систем активної безпеки: курсової стійкості, автоматичного паркування, аварійного рульового управління, допомоги руху по смузі.</p> <p>Розрізняють дві основні схеми компоновки електропідсилювача рульового управління:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. зусилля електродвигуна передається на вал рульового колеса; 2. зусилля електродвигуна передається на рейку рульового механізму. <p>Найбільш затребуваний електропідсилювач з приводом на рульову рейку. Інша його назва - електромеханічний підсилювач рульового управління. Відомими конструкціями такого підсилювача є підсилювач керма з двома шестернями і підсилювач керма з паралельним приводом.</p> <p>Електромеханічний підсилювач рульового управління складається з електродвигуна, механічної передачі і системи управління.</p>  <p>Рисунок 27 – Схема електромеханічного підсилювача керма: 1 - датчик крутного моменту на кермовому колесі; 2 - електронний блок управління; 3 - електродвигун; 4 - шестерня вала рульового керування; 5 - зубчаста рейка; 6 - шестерня підсилювача керма; 7 - карданний вал рульового управління; 8 - датчик кута повороту рульового колеса.</p> <p>Електропідсилювач керма об'єднаний з рульовим механізмом в одному блоці. У конструкції підсилювача використовується, як правило, асинхронний електродвигун.</p> <p>Механічна передача забезпечує передачу крутного моменту від електродвигуна до рейки рульового механізму. У електропідсилювач з двома шестернями одна шестерня передає крутний момент на рейку рульового механізму від рульового колеса, інша - від електродвигуна підсилювача. Для цього на рейці</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>передбачені дві ділянки зубів, один з яких служить приводом підсилювача.</p>  <p>Рисунок 28 – Схема електромеханічного підсилювача керма з паралельним приводом: 1 - вал-шестерня; 2 - торсіонний стрижень; 3 - датчик крутного моменту на рульовому колесі; 4 - зубчаста рейка; 5 - гайка на циркулюючих кульках; 6 - ремінна передача; 7 - електродвигун; 8 - електронний блок управління;</p> <p>У електропідсилювача з паралельним приводом зусилля від електродвигуна передається на рейку рульового механізму за допомогою пасової передачі і спеціального кулькового механізму.</p> <p>Система управління електропідсилювачем керма включає вхідні датчики, електронний блок керування і виконавчий пристрій.</p> <p>До вхідних датчиків належать датчик кута повороту рульового колеса і датчик крутного моменту на рульовому колесі. Система керування електропідсилювачем керма також використовує інформацію, що надходить від блоку управління ABS (датчик швидкості автомобіля) і блоку управління двигуном (датчик частоти колінчастого вала двигуна).</p> <p>Електронний блок управління обробляє сигнали датчиків. Відповідно до закладеної програми виробляється відповідне керуючий вплив на виконавчий пристрій - електродвигун підсилювача.</p> <p>Електропідсилювач керма забезпечує роботу рульового керування автомобіля в наступних режимах:</p> <ul style="list-style-type: none"> поворот автомобіля в звичайних умовах; поворот автомобіля на малій швидкості; поворот автомобіля на великій швидкості; активне повернення коліс у середнє положення; підтримку середнього положення коліс. <p>Поворот автомобіля здійснюється поворотом рульового колеса. Крутний момент від рульового колеса передається через торсіон на рульовий механізм. Закручування торсіона вимірюється датчиком крутного моменту, кут повороту рульового колеса - датчиком кута повороту рульового колеса. Інформація від датчиків, а також інформація про швидкість автомобіля, частоті обертання колінчастого вала двигуна, передаються в електронний блок керування.</p> <p>Блок управління розраховує необхідну величину крутного моменту електродвигуна підсилювача і шляхом зміни величини сили струму забезпечує її на електродвигуні. Крутний момент від</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>електродвигуна передається на рейку рульового механізму і далі, через кермові тяги, на провідні колеса.</p> <p>Таким чином, поворот коліс автомобіля здійснюється за рахунок об'єднання зусиль, що передаються від рульового колеса і електродвигуна підсилювача.</p> <p>Поворот автомобіля на невеликій швидкості зазвичай проводиться при парковці. Він характеризується великими кутами повороту рульового колеса. Електронна система керування забезпечує в даному випадку максимальний крутний момент електродвигуна, відповідний значного посилення рульового управління (т.зв. «легке кермо»).</p> <p>При повороті на високій швидкості, навпаки електронна система управління забезпечує найменший крутний момент і мінімальне посилення рульового управління (т.зв. «важке кермо»).</p> <p>Система управління може збільшувати реактивне зусилля, що виникає при повороті коліс. Відбувається т.зв. активне повернення коліс у середнє положення.</p> <p>При експлуатації автомобіля нерідко виникає потреба в підтримці середнього положення коліс (рух при бічному вітрі, різному тиску в шинах). В цьому випадку система управління забезпечує корекцію середнього положення керованих коліс.</p> <p>У програмі управління електропідсилювача керма передбачена компенсація відведення передньопривідного автомобіля, викликаного різною довжиною приводних валів.</p> <p>У ряді систем активної безпеки електропідсилювач функціонує без участі водія. В системі курсової стійкості він забезпечує зворотнє підрулювання коліс, а в паркувальному автопілоті - автоматичну паралельну і перпендикулярну парковку.</p>
	Система активного рульового керування	<p>Система активного рульового керування (Active Front Steering, AFS) призначена для зміни передавального відношення рульового механізму в залежності від швидкості руху, а також коригування кута повороту передніх коліс при проходженні поворотів і гальмуванні на слизькому покритті.</p> <p>Система AFS є спільною розробкою фірм Bosch і ZF. В даний час система встановлюється на більшість моделей автомобілів BMW в якості опції і є фірмовим атрибутом даної марки. Конкурентними перевагами даної системи є підвищення комфорту і безпеки при експлуатації автомобіля.</p> <p>Система активного рульового управління в своїй роботі взаємодіє з іншими системами, в т.ч. з гідропідсилювачем керма Servotronic, системою динамічної стабілізації DSC. Конструкція системи AFS об'єднує планетарний редуктор і систему управління.</p>

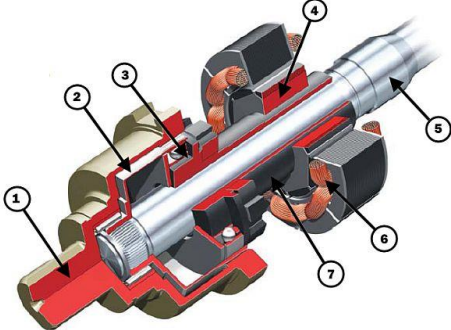
Продовження таблиці А.1

1	2	3
		 <p>Рисунок 29 – Схема активного рульового управління: 1 - насос гідропідсилювача керма; 2 - шланги; 3 - бачок для робочої рідини; 4 - електронний блок управління; 5 - шина обміну даними; 6 - електродвигун; 7 - датчик кута повороту електродвигуна; 8 - клапан системи Servotronic; 9 - планетарний редуктор; 10 - аварійний фіксатор; 11 - датчик сумарного кута повороту; 12 - рульовий механізм</p> <p>Планетарний редуктор служить для зміни швидкості обертання рульового вала. Він встановлюється на рульовому валу. Планетарний редуктор включає сонячну шестерню, блок сателітів і коронну (епіциклічну) шестерню. На вході рульовий вал з'єднаний з сонячною шестернею, на виході - з блоком сателітів.</p> <p>Епіциклічна шестерня має можливість обертання. При нерухомій шестерні передавальне число планетарного редуктора дорівнює одиниці і рульовий вал передає обертання безпосередньо. Обертання епіциклічної шестерні в одну або іншу сторону дозволяє збільшити або зменшити передавальне число планетарної передачі, чим досягається зміна передавального відношення рульового механізму. Обертання шестерні забезпечує електродвигун, з'єднаний з її зовнішньою стороною за допомогою черв'ячної передачі.</p> <p>Для реалізації функцій системи активного рульового управління створена система управління. Електронна система управління включає вхідні датчики, електронний блок управління і виконавчі пристрої.</p> <p>Вхідні датчики призначені для вимірювання параметрів роботи системи і перетворення їх в електричні сигнали. Система AFS в своїй роботі використовує датчики положення електродвигуна, сумарного кута повороту, кута повороту рульового колеса, датчики системи динамічної стабілізації (швидкості обертання автомобіля навколо вертикальної осі і вертикального прискорення). Датчик сумарного кута повороту рульового механізму може не встановлюватися, в цьому випадку кут розраховується віртуально на підставі сигналів інших датчиків.</p> <p>Електронний блок керування приймає сигнали від датчиків, обробляє їх і відповідно до закладеного алгоритму формує керуючі впливи на виконавчі пристрої. Електронний блок управління має з'єднання і здійснює взаємодію з іншими системами автомобіля:</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>Servotronic, динамічної стабілізації DSC, управління двигуном, доступу в автомобіль.</p> <p>У ролі виконавчого механізму системи AFS виступає електродвигун. Він забезпечує обертання епіциклічних шестерні планетарного редуктора. Електродвигун обладнаний аварійним електромагнітним фіксатором, блокуючим черв'ячну передачу. У вихідному положенні передача заблокована. При подачі струму на електродвигун, спрацьовує електромагніт, і фіксатор, долаючи зусилля пружини, звільняє ротор електродвигуна. При виникненні несправності в системі AFS, припиняється подача струму на електродвигун, фіксатор блокує червячну передачу.</p> <p>Виникнення несправностей в системі супроводжується спрацьовуванням сигнальної лампи на панелі приладів. При цьому на інформаційному дисплеї з'являється повідомлення системи самодіагностики.</p> <p>Система активного рульового управління активується при запуску двигуна. Робота системи полягає в зміні передавального відношення рульового механізму в залежності від швидкості і умов руху.</p> <p>При здійсненні маневрів на низькій швидкості відповідно до сигналом датчика кута повороту рульового колеса включається електродвигун. Електродвигун через червячну пару передає обертання на епіциклічних шестерню планетарного редуктора. Обертання шестерні в певному напрямку з максимальною швидкістю забезпечує найменше передавальне відношення рульового механізму, яке досягає значення 1:10. При цьому кермо ставати гострим, зменшується число оборотів рульового колеса від упору до упору, чим досягається високий комфорт в управлінні.</p> <p>З ростом швидкості руху виконання поворотів супроводжується зменшенням частоти обертання електродвигуна, відповідно збільшується передавальне відношення рульового механізму. На швидкості 180-200 км / ч передавальне відношення досягає оптимального значення 1:18. Електродвигун при цьому перестає обертатися, а зусилля від рульового колеса передається на рульовий механізм безпосередньо.</p> <p>З подальшим зростанням швидкості електродвигун знову почне працювати, при цьому обертання виробляється в протилежну сторону. Передавальне відношення рульового механізму може досягати величини 1:20. При цьому передавальному відношенні рульове управління має найменшу гостроту, збільшується число оборотів рульового колеса від упору до упору, тим самим забезпечується безпека маневрування на високих швидкостях.</p> <p>Якщо при проходженні повороту фіксується надлишкова обертальність автомобіля (втрата зчеплення задніх коліс з дорогою) система AFS на підставі сигналів датчиків системи DSC самостійно коригує кут повороту передніх коліс. В результаті чого зберігається курсова стійкість автомобіля. У разі, коли система активного рульового управління не може повністю забезпечити стійкість автомобіля, підключається система динамічної стабілізації.</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>Аналогічним чином система активного рульового управління стабілізує рух автомобіля при гальмуванні на слизькому покритті, чим досягається підвищення ефективності антиблокувальної системи гальм ABS і скорочення гальмівного шляху.</p> <p>Система активного рульового управління постійно включена і не має можливості відключення.</p>
	Система динамічного рульового керування	<p>Система динамічного рульового керування служить для зміни передавального відношення рульового механізму в залежності від швидкості руху автомобіля і кута повороту рульового колеса. Крім того, динамічне управління разом з системою курсової стійкості бере участь в стабілізації автомобіля шляхом підрулювання керованих коліс. За своєю сутністю, система аналогічна системі активного рульового керування. Основна відмінність полягає у використанні для зміни передавального відношення замість планетарного редуктора хвильової передачі.</p> <p>Система динамічного рульового управління встановлюється на автомобілі Audi. Але першість у застосуванні хвильової передачі для зміни передавального відношення рульового механізму належить компанії Toyota. Її система Variable Gear Ratio Steering (VGRS) встановлюється з 1998 року.</p>  <p>Рисунок 30 - Схема підсумовуючого механізму: 1 - зубчаста муфта; 2 - гнучка шестерня; 3 - овальний підшипник; 4 - ротор електродвигуна; 5 - рульовий вал; 6 - статор електродвигуна; 7 - порожнистий вал.</p> <p>Основним конструктивним елементом системи динамічного управління є підсумовуючий механізм, який змінює кут повороту керованих коліс. Кут повороту може збільшуватися (підрулювання в напрямку повороту) або зменшуватися (підрулювання в протилежному напрямку). Крім того, для підтримки курсової стійкості автомобіля, сумуючий механізм може повертати колеса без участі водія.</p> <p>Підсумовуючий механізм змонтований на рульовому валу. Верхня частина рульового вала через шліці з'єднана з гнучкою шестернею, забезпеченою зовнішнім зубчастим вінцем зі ста зубів. Шестерня має овальну форму і тому тільки в двох місцях з'єднується з внутрішнім вінцем зубчастою муфтою, у якій на два зуба більше. Зубчаста муфта жорстко з'єднана з нижньою частиною рульового вала.</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>Якщо система динамічного рульового управління не активована, обертання від рульового колеса передається через верхню частину рульового вала, гнучку шестерню, зубчасту муфту, нижню частину рульового вала і далі на рульовий механізм без зміни передавального відношення.</p> <p>На верхню частину рульового вала надітий порожнистий вал. На одному кінці вала розміщений синхронний електродвигун постійного струму. З протилежного боку посаджений кульковий підшипник. Внутрішнє кільце підшипника має овальну форму. Зовнішнє кільце підшипника виконано у вигляді гнучкої сталевий обійми. У зборі овальний підшипник утворює генератор хвиль. На зовнішнє кільце підшипника посаджена гнучка шестерня.</p> <p>При активації системи динамічного управління на електродвигун подається електричний струм. Обертання від двигуна передається на овальний підшипник, гнучку шестерню і далі на зубчасту муфту. За рахунок ексцентричності хвильової передачі кожен повний оборот підшипника призводить до повороту зубчастої муфти на 3,5 градуса. Залежно від напрямку обертання досягається позитивний або негативний суммируючий ефект рульового управління. Іншими словами, для повороту керованих коліс на певний кут рульове колесо можна буде повернути на більший або менший кут.</p> <p>Управління електродвигуном підсумовує механізму здійснює електронний блок управління. Для зміни передавального відношення рульового механізму блок розраховує необхідний кут підрулення. Крім того, блок управління визначає коригувальні параметри кута повороту керованих коліс для підтримки курсової стійкості автомобіля на заданому водієм курсі.</p> <p>Основними параметрами для розрахунку керуючого впливу є швидкість руху автомобіля (визначає датчик частоти обертання колеса) і заданий водієм кут повороту рульового колеса (визначає датчик кута повороту рульового колеса). Крім цього блок управління в своїй роботі використовує сигнали від датчика положення вала електродвигуна, датчика нульового положення рульового механізму, датчиків системи курсової стійкості.</p>
	Система адаптивного рульового керування	<p>Поки більшість автовиробників тільки придивляються до рульового управління по проводах (steer-by-wire) компанія Nissan розробила і впровадила на серійних автомобілях систему, в якій відсутня жорстка механічна зв'язок між кермом і колесами. Система адаптивного рульового управління (Direct Adaptive Steering, DAS) встановлюється на деякі комплектації автомобіля Infiniti Q50 з 2013 року. Як випливає з назви, електроніка дозволяє адаптувати роботу рульового управління до конкретних умов руху і індивідуальних запитів водія.</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		 <p>Рисунок 31 - Схема системи адаптивного рульового управління: 1 - сервопривід рульового колеса; 2 - електромагнітне зчеплення; 3 - електронні блоки управління; 4 - сервоприводи рульового механізму.</p> <p>Електронна система адаптивного рульового управління включає вхідні датчики, електронні блоки управління і виконавчі пристрої.</p> <p>В системі DAS використовується два види датчиків: кута повороту рульового колеса і зусилля на колесі.</p> <p>Датчик кута повороту рульового колеса фіксує фактичний кут повороту. Інформація від датчика використовується для обчислення кута повороту передніх коліс.</p> <p>Датчик зусилля на колесі встановлюється в рульовому механізмі передніх коліс (конкретну інформацію про кількість і розташування датчиків виробник не дає, пропонується інформація є припущенням автора). Він служить для формування зворотного зв'язку з рульовим колесом в залежності від умов руху.</p> <p>Сигнали від датчиків надходять в електронні блоки управління. Безпечну роботу системи адаптивного рульового управління забезпечують три блоки управління (перший ступінь захисту). Вони постійно контролюють роботу один одного з готовністю в будь-який момент взяти на себе функції сусіда. У своїй роботі блоки управління взаємодіють з іншими системами автомобіля.</p> <p>Відповідно до закладеної програми блоки формують управлінський вплив на виконавчі пристрої: сервопривід рульового механізму, сервопривід рульового колеса, електромагнітне зчеплення. Сервопривід рульового механізму забезпечує поворот коліс на певний кут. В системі використовується окремий сервопривід на кожне з передніх коліс. Сервопривід рульового колеса створює електронну симуляцію природного опору на рульовому колесі, так званий зворотний зв'язок з дорогою.</p> <p>Електромагнітне зчеплення є важливим елементом безпеки (другий ступінь захисту). При подачі електричної енергії зчеплення розмикається, рульове управління здійснюється по проводах. При припинення подачі електричної енергії (в тому числі в аварійній ситуації) зчеплення замикається, рульове керування здійснюється за традиційною механічною схемою. Електромагнітне зчеплення встановлюється в розрізі рульової колонки.</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>Робота електронної системи адаптивного рульового управління здійснюється наступним чином. Коли водій обертає рульове колесо, датчик кута повороту рульового колеса зчитує зміну кута, а електронний блок управління розраховує необхідний кут повороту передніх коліс. Сервоприводи рульового механізму переміщують рульову рейку і забезпечують поворот коліс на розрахунковий кут. Фактичне зусилля повороту на колесі вимірюється відповідним датчиком і передається в блок керування. Після обробки інформації блок управління посилає сигнал на сервопривід рульового колеса для імітації зворотного зв'язку з дорогою.</p> <p>Система Direct Adaptive Steering дозволяє водієві вибирати характер зворотного зв'язку (зусилля на рульовому колесі і реакцію системи). В налаштуваннях передбачені три режими роботи: важкий, стандартний і легкий. Крім перерахованих режимів, зусилля і реакції системи можуть бути персоналізовані (налаштовані під конкретного водія).</p> <p>Система адаптивного рульового управління має кілька суттєвих переваг, що відрізняють її від традиційного механічного управління:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. швидкодія; 2. точність управління; 3. відсутність вібрацій на рульовому колесі; 4. можливість реалізації нових функцій. <p>Прямий цифровий канал від рульового колеса до рульовій рейці і назад забезпечує високу швидкодію і точність руху по обраній траєкторії, що робить керування транспортним засобом більш комфортним, інформативним і безпечним. Крім того, система дозволяє рухатися прямолінійно при сильному поперечному вітрі без підрулення. Система DAS захищає водія і від надмірних вібрацій керма, які спостерігаються при русі по нерівних дорогах. При цьому зберігається зв'язок з дорогою.</p> <p>Система адаптивного рульового управління відкриває широкі перспективи для реалізації нових функцій, особливо в частині активної безпеки. В даний час на базі системи побудована активна система руху по смузі, в якій за допомогою відеокамери і блоку управління здійснюється автоматичне утримання автомобіля в центрі смуги руху.</p> <p>Недолік у електронної системи адаптивного рульового управління, мабуть, один, та й то психологічного властивості. Поки складно звикнути до думки, що ти керуєш автомобілем лише віртуально, а реально все робить електроніка.</p>
	<p>Основні несправності рульового керування автомобіля і способи їх усунення</p>	<p>Несправності рульового керування поряд з несправностями гальмівної системи є найсерйознішими несправностями автомобіля. З широким застосуванням на сучасних легкових автомобілях рейкового рульового механізму перелік несправностей рульового керування значно скоротився.</p> <p>До несправностей рульового керування відносяться: знос передавальної пари («шестерня-рейка»);</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>порушення герметичності рульового механізму; знос або руйнування підшипника рульового вала; знос шарніра наконечника рульової тяги.</p> <p>Найпоширенішою несправністю рульового управління є знос кульового шарніра наконечника рульової тяги.</p> <p>Окремо необхідно зупинитися на несправності підсилювача рульового керування. Розрізняють такі несправності гідروпідсилювача керма:</p> <ul style="list-style-type: none"> знос підшипника вала насоса; пробуксовка ременя приводу насоса; низький рівень робочої рідини в бачку; засмічення елементів приводу (фільтруючого елемента, клапана насоса і ін.); ослаблення кріплення або пошкодження шлангів. <p>Основними причинами несправностей рульового керування є:</p> <ul style="list-style-type: none"> низька якість доріг; порушення правил експлуатації (зміна періодичності обслуговування, застосування неякісної робочої рідини і комплектуючих); некваліфіковане проведення робіт з технічного обслуговування і ремонту системи; граничний термін служби системи. <p>Причиною несправностей рульового управління можуть також стати різні відхилення від робочих характеристик коліс (тиск в шинах, балансування, ступінь зносу шин, знос підшипника).</p> <p>Про наступаючі несправності рульового управління свідчать, як правило, різні зовнішні ознаки, основними з яких є:</p> <ul style="list-style-type: none"> стуки в рульовому управлінні; биття на рульовому колесі; збільшений люфт рульового колеса; туге обертання рульового колеса; шум в підсилювачі рульового керування; підтікання робочої рідини. <p>Підтікання робочої рідини в елементах рульового управління відбувається не так явно, як при несправності системи охолодження - калюжу під автомобілем ви не побачите. Встановити підтікання можна при детальному огляді системи, при цьому несправний елемент виглядає вологим, фахівці ще кажуть - запітнілим.</p>
	<p>Технічне обслуговування та ремонт рульового керування</p>	<p>Технічне обслуговування рульового механізму полягає в періодичній перевірці і підтяжці кріплень, змащуванні і перевірці герметичності всіх ущільнень.</p> <p>При експлуатації необхідно регулярно в терміни, вказані в хімотологічній карті, перевіряти рівень масла в бачку насоса і промивати його фільтри.</p> <p>При ЩТО перевіряють герметичність з'єднань і шлангів системи гідропідсилювача рульового керування, люфт (вільний хід), стан приводу рульового керування і рульової трапеції.</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>Для гідросистеми необхідно використовувати тільки чисте, відфільтроване масло, вказане в хімотологічній карті. Заливати масло треба через лійку з подвійною сіткою і заливний фільтр, встановлений в горловині кришки бачка насоса.</p> <p>При ТО-1 перевіряють кріплення та шпінтування гайок важелів поворотних цапф, гайок і кульових пальців поздовжньої й поперечної рульових тяг, стан ущільнювачів кульових пальців, усувають виявлені несправності.</p> <p>Перевіряють кріплення та при необхідності закріплюють сошку рульового керування на валу, картер рульового механізму на рамі й контргайку регулювального гвинта вала рульової сошки.</p> <p>Перевіряють люфт і зусилля повороту рульового колеса за допомогою люфтомера - динамометра, люфт у шарнірах рульового приводу. При необхідності люфти усувають.</p> <p>Перевіряють затягування та при необхідності затягують клини карданного вала рульового механізму, перевіряють і при необхідності регулюють натяг приводних ременів насоса гідропідсилювача рульового керування.</p> <p>При ТО-2 додатково до робіт, виконуваних при ТО-1, перевіряють кріплення та при необхідності закріплюють рульове колесо на валу та колонку рульового керування на панелі кабіни, знімають і промивають фільтр насоса гідропідсилювача рульового керування.</p> <p>Ремонт золотникового механізму (розподільника). Якщо вийшов з ладу золотниковий механізм рейки, в першу чергу несправний агрегат дефектують (перевіряють) на діагностичному обладнанні. Знаходять причину несправності, розбирають агрегат і замінюють комплектуючі. Елементи золотникового механізму замінюються в разі потреби.</p> <p>Якщо вал розподільника поржавів, але глибина корозії незначна, вал шліфується. Якщо іржа глибоко в'їлася в вал або елемент сильно зносився, його необхідно замінити на новий.</p> <p>Якщо в корпусі розподільника є кільцевої знос, на координатно розточувальному верстаті розточують внутрішню стінку корпусу розподільника, а потім за допомогою преса запресовують гільзу. Процес називають «гільзування корпусу рейки».</p> <p>Реставрація вала рульової рейки. Іржа на рульовій рейці - часта проблема українських автомобілів, яка пов'язана з підвищеною вологістю і неухважністю водіїв. Волога і бруд потрапляє на шток рейки через тріщини в пильовиках. В результаті шток іржавіє і агрегат виходить з ладу.</p> <p>Перед ремонтом необхідно розібрати і перевірити стан усіх елементів рейки, після чого замінити комплектуючі агрегату. Якщо пошкодження на штоку незначні, токар шліфує елемент на верстаті. При глибокій корозії, шток змінюють на новий. Якщо іржа пошкодила корпус рейки та інші елементи, вигідніше замінити агрегат у зборі.</p> <p>Капітальний ремонт рульової рейки. Капітальний ремонт рейки потрібен, коли зуби передавального механізму зносилися, а між</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>штоком і «черв'яком» розподільника утворюється істотний люфт. У цьому випадку виконують наступні операції:</p> <ul style="list-style-type: none"> агрегат розбирається за допомогою спеціалізованих інструментів; замінюються комплектуючі; замінюється зношений шток і «черв'як» розподільника; перевіряється стан золотникового механізму, при необхідності - замінюють зношені елементи або розподільник в зборі; збирається і перевіряється відремонтований агрегат на діагностичному стенді. <p>Регулювання рульової рейки. Якщо передавальний механізм рульової рейки люфтит, але шток і «черв'як» розподільника в порядку, швидше за все причина в неправильному регулюванні рейки. Перевіряється стан агрегату і, якщо інші елементи не пошкоджені, регулюється положення штока рейки за допомогою поршня бічної піджимки. В кінці агрегат перевіряють на люфт і відсутність течі за допомогою спеціалізованого обладнання.</p> <p>Ремонт насоса гідропідсилювача. Несправності насоса гідропідсилювача відображаються на роботі всього рульового управління. Якщо зламався насос, агрегат знімають з автомобіля, розбирають і перевіряють стан всіх елементів насоса - роторної пари, редукційного клапана, опорного підшипника, верхній і нижній маслозаборних пластин насоса, ущільнюючих елементів.</p> <p>Зношені деталі змінюють, потім насос збирають і перевіряють на гідравлічному стенді, який імітує роботу автомобіля. Якщо пошкодження серйозні і агрегат ремонтоне придатний, потрібно замінити насос на новий.</p>

Додаток Б

Фрагмент навчального посібника

§ 1 РУЛЬОВЕ КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛЯ**1.1 Призначення і класифікація рульового керування автомобіля**

Суть застосування рульового керування полягає в тому, що автомобільний транспорт, на відміну, наприклад, від залізничного, не може пересуватися прямолінійно з точки А в точку В. Постійно необхідно змінювати траєкторію руху, виконуючи маневрування, повороти в ліву і праву сторону, розвороти в залежності від поточної дорожньої ситуації.

Конструкційно вирішити цю задачу, ґрунтуючись на законах фізики, можна двома шляхами. Перший полягає в можливості повороту колеса в горизонтальній площині і називається кінематичним. Другий передбачає збільшення крутного моменту на одному колесі і зменшення на другому, через різницю швидкості обертання коліс і можливий поворот автомобіля. Такий спосіб називається силовим.

У переважній більшості випадків задіюється саме кінематичний спосіб повороту коліс і зміни напрямку пересування. Ось для зміни положення керованих коліс і встановлюється рульове керування. Зазвичай керовані колеса розташовані на передній осі. Лише на деяких автомобілях передбачена система «підрулення» задніх коліс, вона буває активною чи пасивною. Це дає можливість змінювати їх положення в горизонтальній площині на кілька градусів і підвищує загальну керованість транспортного засобу.

Силовий спосіб на колісній техніці використовується вкрай рідко, його можна з упевненістю назвати найближчою перспективою в розвитку автомобілебудування. Є автомобілі з такою схемою, де кожне з керованих коліс забезпечується власним електромотором, але використовуються вони не дуже часто. У серійних автомобілях силовий метод активно

застосовується при роботі системи курсової стійкості в тій або іншій мірі.

Отже, рульове керування автомобіля – сукупність пристроїв, що слугують для зміни напрямку руху автомобіля і забезпечують його рух в заданому напрямку.

Колісні машини можуть управлятися двома основними способами - поворотом керованих коліс і поворотом керованих осей.

Поворот керованих осей в якості способу управління автомобілями не знайшов широкого застосування і може застосовуватися лише для управління особливо важкими автотранспортними засобами. Таке технічне рішення зазвичай використовується на деяких колісних тракторах, що мають колеса великого діаметра і на гусеничних зчленованих машинах.

Зчленована машина складається, як правило, з двох активних ланок. В якості першого ланки використовується одноосьова візок, на якій встановлений двигун і кабіна водія. Другою ланкою є напівпричіп.

Між ланками розташовують гідравлічні силові циліндри в якості керуючого механізму.

Управління гідроциліндрами здійснюється рульовим керуючим органом золотникового або клапанного типу з кабіни водія. При повороті керма поршні і тяги переміщуються у взаємно протилежних напрямках, і ланки машини складаються відносно один одного, здійснюючи поворот.

Найбільш поширеним способом зміни напрямку руху автомобілів є управління поворотом керованих коліс. При цьому потрібно враховувати такі особливості пересування внутрішніх і зовнішніх коліс при повороті – так як внутрішні і зовнішні колеса однієї осі перекочуються при повороті автомобіля по колах різного радіусу (зовнішнє – по більшому радіусу, ніж внутрішнє), то і керовані колеса повинні бути повернені на різні кути – внутрішні на більший кут, ніж зовнішні (рис. 1).

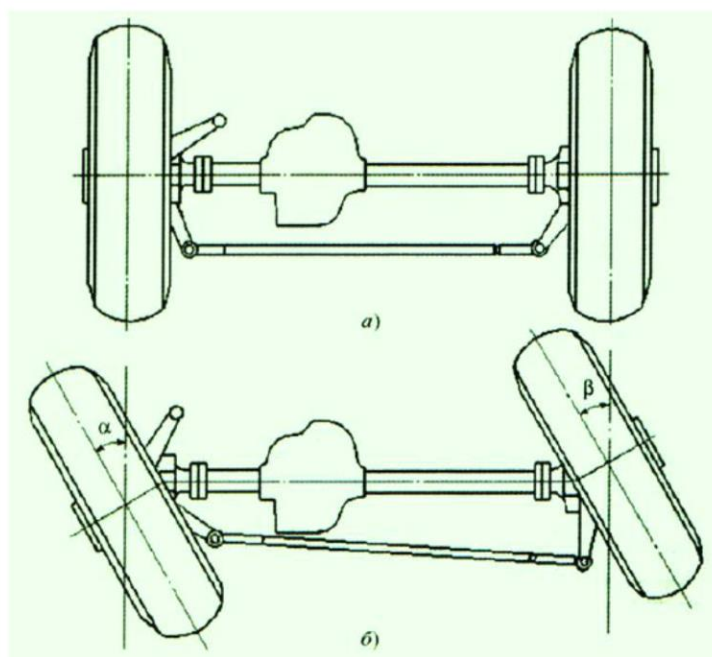


Рисунок 1 – Поворот коліс за допомогою рульової трапеції:
а – колеса не повернуті; б – колеса повернуті

Якщо кути повороту керованих коліс будуть однакові, то зовнішнє колесо, що переміщається по дузі більшого радіуса, буде рухатися з просковзуванням. Щоб виключити це негативне явище, осі керованих коліс при повороті повертаються таким чином, щоб в площині повороту вони перетиналися в одній точці, яка є спільним центром кіл, по яких перекочуються колеса.

Цю точку називають центром повороту.

Поворот коліс на різні кути забезпечується рульовою трапецією, утвореною балкою моста, поперечною рульовою тягою і поворотними важелями, прикріпленими до маточини коліс.

Основні способи керування автомобілями і види конструкцій рульового керування представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Класифікація рульового керування автомобілів

Класифікація за ознаками	Типи вузлів і механізмів рульового керування
За розташуванням рульового колеса	рульове керування з лівим розташуванням (правосторонній рух); рульове керування з правим розташуванням (лівосторонній рух).
За способом повороту автомобіля	поворотом керованих коліс; складанням елементів (одноосний тягач і одноосний причіп); обертанням коліс одного борту в бік зворотний руху; гальмуванням коліс одного борту.
За розташуванням керованих коліс	двовісні автомобілі: першої осі, другої осі, першої та другої осей; тривісні автомобілі: першої осі, першої та третьої осей; чотиривісні автомобілі: першої і другої осей, першої та третьої осей, всіх осей.
За конструкцією рульового механізму	черв'ячні (з сектором або роликком); кривошипно-гвинтові (з шипом у кривошипа, з гайкою у кривошипа і ін.); комбіновані (гвинт-гайка-рейка-сектор); рейкові і шестеренні
За конструктивними особливостями рульового приводу	привід до керованих коліс; привід до керованих осей (візків); привід до ланок, що складаються
За типом застосовуваних підсилювачів	гідравлічні (з відкритим і закритим центром); пневматичні (включаючи вакуумні); комбіновані (електрогідравлічні і ін.)

Основні вимоги до рульового керування пов'язані із забезпеченням безпеки дорожнього руху.

Автомобіль не повинен втрачати керованості і маневреності при будь-яких дорожніх умовах і обставинах, оскільки це може призвести до дорожньо-транспортних пригод, аварій і навіть катастроф.

Відповідно до цього рульове керування автомобіля повинно відповідати наступним вимогам:

- правильність кінематики повороту;
- легкість управління;
- силова і кінематична слідкуюча дія;
- узгодженість елементів рульового управління з підвіскою для виключення мимовільного повороту керованих коліс;
- підвищена надійність всіх елементів рульового управління, оскільки будь-яка відмова може привести до аварій з важкими наслідками.



Як створювалося рульове керування

Конструктори усього світу розробляли і доводили до розуму агрегати і вузли рульового управління в різний час і по частинах: придумали важелі - керованість кульгає, зробили менше передні колеса - особливо не розженешся. Кожний новий винахід витягав на світло нові труднощі і супутні проблеми - як зазвичай і буває при нормальному прогресі.

Десятки інженерів, винахідників і просто мрійників свого часу доклали руку до створення зручного та ефективного рульового керування. І знамениті Готліб Даймлер, Вільгельм Майбах і Карл Бенц, звичайно ж, не залишилися осторонь.



Карл Бенц і Готліб Даймлер - великі автоконструктори

У 1886 році німецький інженер Готліб Даймлер сконструював самохідний апарат, схожий на карету, яка розвивала швидкість до 18 кілометрів на годину.

На цей віз його колега Вільгельм Майбах встановив двигун внутрішнього згоряння потужністю 1,1 к.с. Цей автомобіль був оснащений рейковим рульовим механізмом. Мінуси такого автомобіля полягали в тому, що у коліс був однаковий кут повороту (як у карет), що негативно позначалося на керованості, особливо на великій швидкості.

Справа в тому, що у карет передні і задні колеса були різного діаметру (задні значно більші) і поверталися під однаковим кутом. Така конструкція не сприяла маневреності. Тому в 1893 році інший відомий автоконструктор Карл Бенц доопрацював систему рульового управління: створив рульову трапецію, яка дозволила повертати ведучі колеса по різновеликих радіусах. Внутрішнє (до центру повороту) кероване колесо повертається на більший кут, ніж зовнішнє.



Перший автомобіль-трицикл Карла Бенца

Таким авто стало простіше управляти, водії більше не боялися "прилягти" на бік на повороті, та й шини зношувалися не так швидко.

Рульова трапеція дозволила зробити колеса однаковими і набагато меншого діаметру.



Автомобіль Готліба Даймлера

Так завдяки вдосконаленому рульовому керуванню автомобіль відійшов від образу кінних екіпажів.