

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Машинобудівний інститут, транспортний факультет
(повне найменування інституту, назва факультету)

Транспортних технологій
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до магістерської роботи

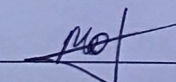
магістр

(рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень))

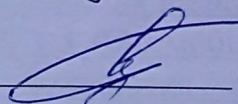
на тему:

ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДУ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ У М. ЗАПОРІЖЖІ ІЗ ЗАСТУВАННЯМ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ

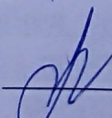
Виконав: студент 6 курсу, групи T-312м
спеціальності (напряму підготовки)
275.03 Транспортні технології (на
автомобільному транспорті)
(код і назва напряму підготовки, спеціальності)



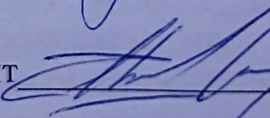
І.О. Морозов
(прізвище та ініціали)

Керівник 

Г.Ф. Бабушкін
(прізвище та ініціали)

Консультант 

В.Е. Трушевський
(прізвище та ініціали)

Рецензент 

А.Ю. Сосик
(прізвище та ініціали)

м. Запоріжжя
2017 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет машинобудівний інститут, транспортний факультет
 Кафедра транспортних технологій
 Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) магістр
 Спеціальність 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»
 (код і назва)
 Напрямок підготовки 27 Транспорт
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
 транспортних технологій

проф. Г.Ф. Бабушкін

12. 10. 2017 року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Морозову Івану Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження складу транспортних потоків у м. Запоріжжі із застосуванням кластерного аналізу

керівник роботи Трушевський В.Е., канд. техн. наук

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 12 жовтня 2017 року №396

2. Строк подання студентом роботи 8 грудня 2017 року.

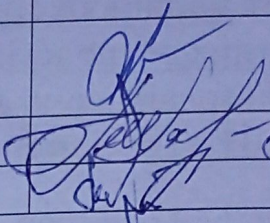
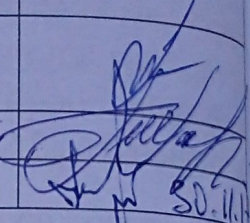
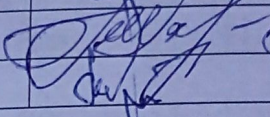
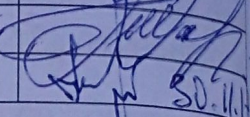
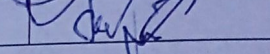
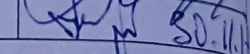
3. Вихідні дані до роботи інтенсивності дорожнього руху, склад транспортних потоків, технічні характеристики транспортних засобів, параметри режимів світлофорного регулювання

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз літературних джерел; 1.1 Формалізація процесу дорожнього руху транспортних засобів; 1.2 Автомобілізація в СРСР; 1.3 Автомобільний парк України; 1.4 Аналіз недоліків існуючого стану та постановка задач дослідження; 2. Дослідницька частина; 2.1 Підготовка та проведення вимірювань; 2.2. Результати вимірювань та їх початкова оцінка; 2.3 Статистичні та програмні методи дослідження; 2.4 Проведення статистичного аналізу отриманих даних; 3. Соціально-економічна частина; 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Постановка дослідження 2. Характеристики типових транспортних засобів за існуючим методом 3. Результати досліджень складу потоку 4. Теоретичні основи кластерного аналізу 5. Проведення розрахунків 6. Результати розрахунків 7. Характеристики транспортних засобів – представників груп 8. Соціально-економічні показники.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Розділи 1, 2	Трушевський В.Е., доцент		
Розділ 3	Харченко Т.В., ст. викл.		
Розділ 4	Лазуткін М.І., доцент		

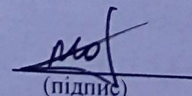
7. Дата видачі завдання _____ 2017 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

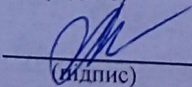
№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Захист звітів зі стажування	24.09-04.10	
2	Аналітична частина	05.10-13.10	
3	Проектна частина	16.10-03.11	
4	Економічна частина	06.11-17.11	
5	Охорона праці	20.11-01.12	
6	Оформлення МР	04.12-08.12	
7	Отримання рецензій	11.12-14.12	
8	Захист магістерських робіт	15.12.2017	

Студент

Керівник роботи


 (підпис)

 I.O. Морозов
 (прізвище та ініціали)


 (підпис)

 В.Е. Трушевський
 (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 92с., 21 табл., 16 рис., 13 джерел.

Об'єкт дослідження – вулично-дорожня мережа міста Запоріжжя.

Мета магістерської роботи — дослідити вулично-дорожню мережу міста Запоріжжя та за допомогою кластерного аналізу виділити характерних представників складу транспортного потоку..

Під час виконання магістерської роботи було проведено дослідження складу транспортного потоку на двох важливих транспортних артеріях міста проспект Соборний та Прибережна автомагістраль, був проведений аналіз отриманих даних та за допомогою кластерного аналізу були виділені характерні представники транспортного потоку в умовах сучасного його складу. На базі отриманих результатів проведений розрахунок економічного ефекту від зміни транспортного потоку.

ІНТЕНСИВНІСТЬ РУХУ, КЛАСТЕРНИЙ АНАЛІЗ, СКЛАД ПОТОКУ,
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, ХАРАКТЕРНИЙ ПРЕДСТАВНИК,
ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЯ МЕРЕЖА, ТРАНСПОРТНІ ЗАТРИМКИ,
КОЕФІЦІЄНТ ПРИВЕДЕННЯ

ЗМІСТ

Завдання на магістерську роботу.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	6
1 Аналіз літературних джерел.....	7
1.1 Формалізація процесу дорожнього руху транспортних засобів.....	7
1.2 Автомобілізація в СРСР.....	12
1.3 Автомобільний парк України.....	34
1.4 Аналіз недоліків існуючого стану та постановка задач дослідження.....	46
2 Дослідницька частина.....	48
2.1 Підготовка та проведення вимірювань.....	48
2.2 Результати вимірювань та їх початкова оцінка.....	50
2.3 Статистичні та програмні методи дослідження.....	54
2.4 Проведення статистичного аналізу отриманих даних.....	63
3 Соціально-економічна частина.....	69
3.1 Загальні відомості.....	69
3.2 Розрахунок економічних показників існуючого варіанту.....	73
3.3 Розрахунок економічних показників проектного варіанту.....	76
4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	79
4.1 Аналіз потенційних небезпек.....	79
4.2 Заходи по забезпеченню безпеки.....	81
4.3 Заходи по забезпеченню санітарних норм.....	83
4.4 Заходи з пожежної безпеки.....	86
4.5 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	87
4.6 Висновки до розділу охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	88
Висновки.....	90
Список використаної літератури.....	91

ВСТУП

Автомобільний транспорт міцно увійшов в сучасне життя, забезпечуючи великий обсяг перевезень у всіх сферах людської діяльності. Промисловість, будівельна індустрія, сільське господарство, торгівля не можуть нормально функціонувати без широкого використання автомобілів. Автомобільні перевезення стали невід'ємною ланкою транспортного процесу практично на всіх видах транспорту, так як підвезення вантажів і пасажирів до залізничних станцій, водним та повітряним портам забезпечується головним чином на автомобілях.

Процес модернізації транспортних засобів невинно відбувається кожен рік. З'являються нові моделі транспортних засобів. Разом з новими моделями впроваджуються нові технології, які суттєво впливають на тягово-динамічні та екологічні показники роботи транспорту.

Зі зміною транспортного потоку змінюються і взаємодії всередині самого потоку. Змінюється склад потоку та його вплив на кожного учасника руху. Моделювання транспортного потоку базується на застарілих даних і не дає адекватних результатів в умовах сучасного транспортного потоку. У реальному житті змінилися майже усі показники. Виникає потреба у проведенні досліджень для сучасних умов і отримання певних показників, які б давали адекватні результати в економічних розрахунках ефективності роботи транспорту.

1 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Формалізація процесу дорожнього руху транспортних засобів

Сучасний світ неможливо уявити без автомобіля. Кожен день на вулично-дорожній мережі з'являється все більше транспортних засобів різних брендів, які в свою чергу відрізняються за своїми характеристиками.

До кінця XIX століття автомобільний парк світу нараховував 300 тисяч одиниць. На кануні першої світової війни (у 1914 р.) кількість автомобілів на дорогах планети склало 2,5 мільйони машин. У проміжку між війнами транспорт продовжував розвиватися і вже перед початком другої світової війни число транспортних засобів зросло до 46 мільйонів. Після другої світової війни прогрес пішов ще більшими кроками та вже у 1986 році автомобільний парк нараховував 500 мільйонів автомобілей. У 2010 році ця цифра досягла значення в 1 мільярд одиниць, та вона невпинно зростає.

За 2016 рік у всьому світі було продано понад 84 мільйони автомобілів. Найпопулярнішим брендом була компаній Toyota [1]. Кількість марок автомобілів, що були продані за 2016 рік можна побачити у таблиці 1.1

Таблиця 1.1 – Розподіл продажів автомобілів (по виробникам), які були продані за 2016 рік

Позиція	Марка	Продано, од.	Позиція	Марка	Продано, од.
1	2	3	4	5	6
1.	Toyota	7247524	10.	Mercedes	2037373
2.	Volkswagen	6111197	11.	BMW	1942935
3.	Ford	5856498	12.	Audi	1839034
4.	Honds	4659737	13.	Renault	1793908
5.	Nissan	4501516	14.	Buick	1429679
6.	Hyundai	4156589	15.	Mazda	1426944
7.	Chevrolet	3819147	16.	Jeep	1395103
8.	Kia	2698718	17.	Peugeot	1374656
9.	Suzuki	2411334	18.	Wuling	1346977

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6
19.	Fiat	1228346	35.	Volvo	525412
20.	Skoda	1105918	36.	Changan Commercial	516331
21.	Great Wall	1071563	37.	BYD	471417
22.	Opel/Vauxhall	1057226	38.	Dacia	465035
23.	Subaru	982763	39.	Seat	404732
24.	Citroen	883573	40.	Land rover	377878
25.	Changan	779694	41.	Chery	374517
26.	Baojun	755361	42.	Gac	372596
27.	Mitsubisi	693281	43.	Mini	358867
28.	Ram	666770	44.	Jac	354896
29.	Dongfeng	643045	45.	Zotye	323089
30.	Dodge	641239	46.	Cadillac	301833
31.	GMC	639270	47.	Huansu	268447
32.	Lexus	627821	48.	Chrysler	263447
33.	Daihatsu	562101	49.	Lada	255977
34.	Geely	549954	50.	Manhidra	250831

Як можна побачити з таблиці 1.1 кількість виробників автомобілів велика. Усі вони формують автомобільний парк у всьому світі. Для більш детального вивчення закономірностей у потоці, його найбільш важливих показників а саме:

- інтенсивність руху (кількість автомобілів, які перетнули переріз дороги за одиницю часу, авт/год);
- склад транспортного потоку (кількість автомобілів по їх типах);
- щільність (кількість автомобілів, які знаходяться на одиниці довжини дороги, авт/км);
- швидкість (відстань, пройдена автомобілем за одиницю часу, км/год);
- час руху (час, необхідний на подолання автомобілем ділянки певної довжини, хв).

Склад транспортного потоку значно впливає на завантаження доріг (щільність потоку), що пояснюється насамперед істотною різницею в габаритних розмірах автомобілів. Якщо середня довжина легкового автомобіля становить 4,15 м, вантажного – 6 м, то довжина автобусів досягає 11 м, а автопоїздів 24 м. Однак важлива не тільки різниця в статистичному, але також у динамічному габариті автомобіля, що залежить від гальмових якостей транспортних засобів.

Саме склад транспортного потоку має значний вплив на моделювання процесу взаємодії транспорту у потоці та його характеристик. Через значну різницю між показниками автомобілів різного призначення їх потрібно розподіляти у так звані групи у яких автомобілі не сильно будуть відрізнятися за своїми параметрами.

Склад транспортного потоку також має великий вплив на різні види швидкості руху. Від складу залежать середні швидкості руху автомобілів. Конструктивна швидкість автомобіля, під якою розуміють максимальну швидкість, що розвивається автомобілем даної конструкції залежить від типу автомобіля, його питомої потужності двигуна.

Щільність транспортного потоку є просторовою характеристикою, що визначає ступінь обмеженості руху на смузі дороги. Її вимірюють числом транспортних засобів, що припадають на 1 км протяжності дороги. Гранична щільність досягається при нерухомому стані колони автомобілів, розташованих впритул один до одного на смузі.

Величина миттєвої швидкості може змінюватися в широких межах залежно від складу потоку автомобілів й умов руху.

Експлуатаційна швидкість є основним показником транспортної роботи дороги, по якій можна визначити тривалість руху між розглянутими пунктами відправлення й призначення і величина якої залежить від інтенсивності й складу руху.

Вивчення впливу складу транспортного потоку на інші його характеристики має велике значення для вирішення задач з організації

безпечного руху на дорозі. Поділ транспортного потоку на групи дає можливість спростити у деякій мірі розрахунки ефективності роботи транспорту, але у кожній групі транспортних засобів є велика кількість різних марок автомобілів, це можна побачити у об'ємах продажів легкових автомобілів, які показані у таблиці 1.2 [1].

Таблиця 1.2 – Об'єм продажів легкових автомобілів у всьому світі за 2016 рік

Позиція	Модель	Продано, од.	Позиція	Модель	Продано, од.
1	2	3	4	5	6
1.	Ford F-series	986660	13.	Ford Escape/ Kuga	620934
2.	Toyota Corolla	952576	14.	Toyota Camry/ Aurion	605426
3.	Volkswagen Golf/GTI	859845	15.	Volkswagen Polo HB	601096
4.	Wuling Hongguang	847202	16.	Ram Pickup	594097
5.	Nissan X-Trail/ Rogue	766729	17.	Volkswagen Bora/ Jetta/ Sagitar/ Veno	588213
6.	Hyundai Avante/ Elantra/ i35	765996	18.	Great Wall Haval/ Hover H6	582008
7.	Ford Focus	732893	19.	Hyundai Tucson III	577036
8.	Honda HR-V/ XR-V/ Vezel	724769	20.	Honda Accord	519789
9.	Honda CR-V	707890	21.	Volkswagen Tiguan	517156
10.	Toyota Rav4	701756	22.	Kia Sportage/ KX5	503306
11.	Honda Civic	667203	23.	Buick Excelle	495509
12.	Chevrolet Silverado	633995	24.	Suzuki Swift	493538

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4	5	6
25.	Chevrolet Cruze	489885	38.	Kia Rio/ Pride/ K2	394521
26.	Ford Fusion/ Mondeo	478545	39.	Nissan Slyphy classic/ Almera	377971
27.	Volkswagen Lavida	475452	40.	Baojun 730	370169
28.	Honda Jazz/ Fit	473860	41.	Chevrolet Malibu	361106
29.	Mercedess C- Class	463426	42.	Renault Clio IV	357815
30.	Ford Fiesta	447721	43.	Audi A3	357549
31.	Mazda 3/ Axela	440480	44.	Jeep Cherokee	355403
32.	Nissan Qashqai/ Rogue Sport	430283	45.	Toyota Prius	354511
33.	Skoda Octavia	427077	46.	Toyota Hilux	352065
34.	BMW Seies 3	426140	47.	Mazda CX-5	351294
35.	Hyundai Accrnt/ Verna/ 125/ Solaris	423333	48.	Hyundai Sonata/ 145	347718
36.	Volkswagen Passat EU/ Magotan	422998	49.	Hyundai 110/ Grand/ Xcent	344420
37.	Kia Cerato/ Forte/ K3	420604	50.	Volkswagen Jetta (China)	341943

Як можна побачити з об'єму продажів легкових автомобілів є їх велика різноманітність на дорогах світу і це належить не лише до цієї групи, така тенденція спостерігається також і у інших групах транспортних засобів. Всі вони відрізняються, як своїми тягово-динамічними показниками, так і економічними показниками. Через насиченість потоку транспортними засобами різних марок математично складно змоделювати поведінку цього потоку та його вирахувати його основні показники. Тому виникає потреба виділити в основних групах транспортних засобів типових представників, щоб на основі їхніх показників моделювати та розраховувати показники ефективності роботи транспорту. Сучасний транспортний потік зображено на слайді №3.

1.2 Автомобілізація в СРСР

Історія автомобілебудування Радянського Союзу почалася у кінці 20-х років ХХ століття з моделі НАМІ-1, який був сконструйований за кресленнями дипломної роботи студента Московського автомеханічного інституту. Ще однією важливою подією було будівництво гігантського автомобільного заводу у Нижньому Новгороді. Для збереження часу та ресурсів на розробку та проектування власних транспортних засобів були закуплені технології у північноамериканської компанії Ford легкового автомобіля в кузові фаетон (Model A) й вантажівки вантажопідйомністю 1,5 тони (Model AA). Економічна криза, яка була викликана революціями та війною, істотно загальмувала розвиток автомобільного транспорту у Радянському Союзі. Проте зі створенням масштабного виробництва у Нижньому Новгороді, яке згодом змінило свою назву на Горьковський автомобільний завод, почалося створення потужної промислової бази для автомобілебудування. До початку 30-х років ХХ століття у Радянському Союзі нараховувалося 18000 автомобілів, 7300 мотоциклів та, лише, 10 бензоколонок [2].

У 1931 році був запущений перший в СРСР складальний конвеєр, також почалося виготовлення вантажівки АМО-3. Згодом після модернізації отримала назву ЗІС-5. Ярославський завод завод займався виробництвом великовантажних автомобілів (від 3 до 7 тон), також складанням шасі тролейбусів і автобусів, таких як ЯА-2 пасажиромісткістю 100 пас. Горьковський автомобільний завод був започаткований у 1932 році. На цьому заводі був зібраний перший прототип радянського автобусу. Надалі займався серійним виробництвом автобусу ГАЗ-03-30, а, також пікапів ГАЗ-4 та седанів ГАЗ-6. У 1933 році був розроблений перший прототип радянського дизельного двигуна.

У 1940-і роки автомобільне виробництво переживало не найкращі роки. У Європі проходила Друга світова війна, Радянський Союз теж приймав в ній участь. Перед війною автомобільний парк Червоної армії нараховував

близько 300 тисяч автомобілів, більша його частина була втрачена під час першого року війни. Відновлення масового виробництва в умовах евакуації було практично неможливе. В ці роки в СРСР зі Сполучених Штатів Америки та інших країн-союзників поставлялися автомобілі у рамках угоди ленд-лізу, крім готових автомобілів також поставлялися комплекти вузли і агрегати для самостійної збірки на вітчизняних підприємствах [2].

За роки другої світової війни було випущено 300 тисяч автомобілів і біля пів мільйона було привезено в основному зі Сполучених Штатів Америки, Великої Британії та Канади. Саме імпорtnі моделі стали прототипами майбутніх післявоєнних автомобілів, які перейняли не тільки дизайн, а також більш прогресивні технології. У воєнні роки найбільш розповсюдженими були півторатонні вантажівки ГАЗ-ММ та тритонний ЗІС-5. Також випускалися легкі позашляховики підвищеної прохідності ГАЗ-64-416, основні агрегати та вузли були запозичені у ГАЗ-61, а двигун та коробка передач була запозичена у ГАЗ-ММ. У 1943 почалася розробка легкового автомобіля ГАЗ-М20 «Побєда», цей автомобіль був один із перших у світі з понтонним кузовом (без виступаючих частин). «Побєда» вироблялась 12 років (з 1946 до 1958 року) мала дволітровий двигун потужністю 50 кінських сил, усього було вироблено 240 тисяч примірників. Москвич 400 випускався з 1946 до 1954 року на Заводі малолітражних автомобілів у Москві (ЗМА) це був перший масовий легковий автомобіль, який продавався в СРСР для індивідуального користування. На державному автоскладальному заводі імені Комуністичного Інтернаціоналу Молоді вироблявся інший радянський малолітражний легковий автомобіль КІМ-10 з 1940 до початку війни, виробництво поновилося у 1945 році.

На початку 50-х років автомобільна галузь була одним із головних пріоритетних напрямів у післявоєнному відновленні. Для цього потрібно було реконструювати ряд підприємств таких, як МЗМА, ГАЗ, ЗІС, ЯАЗ та УАЗ, також побудувати ряд нових заводів наприклад у Одесі, Львові та Мінську. Усе це входило в «п'ятирічний план відбудови народного господарства» який було

прийнято у 1946 році. Перед радянськими промисловцями стояло відразу кілька завдань: необхідно було визначити різновиди моделей, обґрунтувати їх необхідність, а також скласти прогноз на те, скільки саме автомобілів знадобитися різним галузям народного господарства. За розробку нових автомобілів, а також ключових вузлів агрегатів, взявся НАМІ [2].

Отже, народу потрібні самоскиди, тягачі, вантажівки підвищеної прохідності, легкі вантажівки, фургони, автобуси, і, звичайно, малолітражні легкові автомобілі. Виробництво всього перерахованого вище було поділено між новими і реконструйованими заводами, при цьому п'ята частина виробництва виявилася в союзних республіках.

Основними моделями автомобілів, які виготовлялись у це десятиріччя були Москвич 402, ГАЗ 12 (ЗІМ 12), ГАЗ 21 (Волга), ГАЗ 69, ГАЗ 13 (Чайка).

Виробництво легкових автомобілів для масового споживача було налагоджено на Московському заводі малолітражних автомобілів (МЗМА, пізніше перейменований в АЗЛК). Саме з конвеєра столичного заводу зійшов такий бестселер, як Москвич-402. Його почали виробляти в 1956 році, а через два роки по тому його змінила модель Москвич-407. За цей час було випущено 359980 примірників, і кожен третій їх них експортувався за кордон. Попередником 402-го була модель Москвич-400, вироблена з 1946 по 1953 рік. По суті це був перелицьований довоєнний Opel Kadett K38, який збирали в Німеччині з 1937 року. Від свого попередника Москвич-402 отримав мотор, трансмісію і редуктор заднього моста, які, однак, зазнали деяку модернізацію.

У 1955 році на ХІХ з'їзді КПРС було оголошено, що потрібно «... випускати ще більше автомобілів і більш високої якості, конструювати нові автомобілі для задоволення багатосторонніх запитів соціалістичного народного господарства». Не дивно, що під «багатосторонніми запитамі» керівництво країни мало на увазі легковий автомобіль для потреб партійний функціонерів, але трохи менш розкішний і дорогий, ніж ЗІС-110. І Горьківський автомобільний завод представив свою першу представницьку модель — ГАЗ-12 (або ЗІМ-12), яка вироблялася серійно з 1950 по 1959 рік.

Завдяки розширеній за рахунок виступаючий боковин задньої частини кузова пасажирський диван міг вмістити три людини. ГАЗ-12 коштує досить дорого, але при цьому його активно використовували як таксі і автомобіля швидкої допомоги.

До 1957 року модель позначалася тільки як ЗІМ (аббревіатура назви заводу — «Завод імені Молотова», писалася заголовними буквами), назва ГАЗ-12 було суто внутрішньозаводським. На табличці автомобіля значилося: Автомобіль ЗІМ (ГАЗ-12). Але після розгрому «антипартійної групи» Молотова, Малєнкова, Кагановича і що прилучився до них Шепілова — ім'я Молотова було виключено з назви заводу. Автомобіль став іменуватися по заводському позначенню: ГАЗ-12. Тоді центральні апаратники, які хотіли продемонструвати свою підтримку курсу партії, воліли замінювати шильди і емблеми «ЗІМ» на нові — «ГАЗ». У приватному секторі та на периферії влади до політичних змін конструкції автомобіля ставилися індиферентно — багато в чому завдяки цьому багато машин ранніх випусків дійшли до наших днів з початковими емблемами ЗІМ.

А першим для радянського ринку автомобілем з автоматичною коробкою передач стала Волга — ГАЗ-21. Цей трьохоб'ємний седан прийшов на зміну застарілої Победи наприкінці 50-х, а саме в 1958 році. Заводський індекс моделі — спочатку ГАЗ-М-21, пізніше (з 1965 року) — ГАЗ-21 [2].

«Волга» випускалася протягом тривалого часу — цілої епохи в історії країни та світу, завдяки чому стала невід'ємною складовою частиною міського пейзажу соціалістичних країн шістдесятих — сімдесятих років. «Волгу» можна побачити практично в усіх радянських кінофільмах з самого 1956 року. Найбільш відомий фільм, в якому ГАЗ-21 виступає практично в ролі героя — «Бережись автомобіля».

Не варто забувати і про позашляховики. Там же, на Горьківському автомобільному заводі в 1953 році був дан старт виробництву легкового автомобіля підвищеної прохідності, простіше кажучи, позашляховика ГАЗ-69. Однак в 1956 році виробництво було перенесено до Ульяновська, на завод

УАЗ. У народі цей позашляховик прозвали «Козлик» або «Бобик». Він випускався протягом двох десятиліть. До речі, партія «Козликів» була відправлена на дрейфуючі полярні станції, де вони довели, що можуть працювати і в дійсно суворих кліматичних умовах. Крім цього, позашляховики експортувалися в 56 країн світу.

З самого початку нова машина випускалася в двох модифікаціях: ГАЗ-69 з дводверним восьмимісним кузовом (шість осіб на поздовжніх тримісних лавках, відкидний задній борт) і сільськогосподарський (командирський) ГАЗ-69А з чотиридверним п'ятимісцевим кузовом з комфортабельним тримісний заднім сидінням. Виробництво сімейства ГАЗ-69 Горьковський завод почав в 1953 році, причому паралельно (з грудня 1954 року) ці всюдиходи збирав і Ульяновський автозавод. Повністю на випуск ГАЗ-69 і ГАЗ-69А з вузлів власного виробництва УАЗ перейшов після 1956 року [2].

На базі ходової частини ГАЗ-69 і посиленого несучого кузова «Перемоги» Горьковський завод з середини 1955 освоїв випуск оригінального легкового повнопривідного автомобіля ГАЗ-М-72. Крім того, на агрегатах ГАЗ-69 завод випускав з 1952 року малу амфібію ГАЗ-46 (МАВ). У 1970 році на УАЗі був освоєний модернізований варіант ГАЗ-69-68 з мостами від вантажівки УАЗ-452. На ГАЗ-69 базувалася також протитанкова реактивна установка 2П26 для пуску 4 керованих ракет (ПТУР) комплексу 2К15 «Джміль». На базі повнопривідного ГАЗ-69 був створений дослідний зразок фургона ГАЗ-19 з колісною формулою 4×2 для обслуговування поштових установ.

За два десятиліття виробництва ГАЗ-69 і ГАЗ-69А було випущено понад 600 тисяч машин. ГАЗ-69 експортувався в 56 країн світу в різних кліматичних виконаннях (ГАЗ-69М і ГАЗ-69АМ), крім того, в 1957 році технічна документація на масове виробництво була передана в Румунську компанію АРО, а в 1962 році — в Північну Корею.

Різними авторемонтними заводами і структурами МВС СРСР автомобіль допрацьовувався шляхом зняття тенту і установки суцільнометалевої даху.

Наприкінці 50-х Радянській Союз захлеснула мода на ракетно-космічну тематику. Це відбилося в дизайні ще одного дітища Горьківського заводу — ГАЗ-13 Чайка. Чайку розробили в 1957 році, і вона змінила модель, яка відійшла в минуле М12. Вона оснащувалася автоматичною трансмісією, а завдяки потужному 5,5-літровому мотору була здатна розігнатися до 160 км/год. Цей автомобіль воліли послы, глави відомств і міністерств і перші секретарі компартій республік. Чайка була дорогим і досить ексклюзивним автомобілем — її виготовляли вручну, тому в рік виходило всього 150 примірників, і всі вони були пофарбовані в чорний колір.

1960-ті роки були найбільш плідної епохою в історії радянського автопрому. Без перебільшення можна сказати, що моделі, створені в ці роки, стали орієнтиром для вітчизняних виробників на багато років вперед.

У першій половині 60-х років ХХ століття задньопривідні ульяновські безкапотники заповнили міста і села країни. Невибагливі і економічні, в порівнянні з повнопривідними аналогами, вантажівки і фургони обслуговували дитячі сади, школи, відділення зв'язку, столові, піонерські табори та будинки відпочинку. Народне господарство продемонструвало посправжньому «вистраждану» потребу в автомобілях такого класу.

Поступово модернізуючись, з 1965 року УАЗ-451ДМ зовні не зазнав істотних змін — лише в другій половині 70-их років автомобілі сімейства УАЗ-451 отримали дзеркала більшого розміру, які перемістилися з передньої панелі кузова на двері. Крім того, в кінці 70-их років (імовірно в 1979 році) обидва сімейства отримали нову світлотехніку, що відповідає діючим правилам ЄЕК ООН - задні ліхтарі ФП-100 були замінені на оригінальні ліхтарі прямокутної форми ФП-132, а передні підфарники отримали помаранчеву секцію.

У заводських хроніках, складених для себе Львом Адріановичем Старцевим, головним конструктором Ульяновського автозаводу з 1973 по 1984 р, останнім роком виробництва 451-х значиться 1982 рік. Рукою Старцева над машинописним текстом про Уазах-451 вписано: «За період 1961-1982 рр. випущено 83 449 авт. різних модифікацій».

У 1964 році з'явився Москвич-408, який здивував небувалою для радянської малолітражки потужністю двигуна з двокамерним карбюратором — 50 к.с. У 1967 році побачив світ Москвич-412, що мав велику навіть для іномарок цього класу потужність — 75 к.с. У 1969 році вийшли нові ЛуАЗи 969 — перші радянські всюдиходи і єдині на той момент в СРСР серійні автомобілі з переднім приводом [2].

В 1960-ті роки намітилося зростання виробництва легкових автомобілів. Якщо на початку 60-х більша увага приділялася вантажним машинам і армійської техніки, то до кінця даного періоду ситуація помінялася.

Все що випускаються в СРСР автомобілі в 1960-ті рр. були в більшій чи меншій мірі копіями зарубіжних моделей.

Крім того, виробники отримали можливість використовувати для «цивільних» потреб прогресивні алюмінієві сплави, які раніше відправлялися виключно на потреби авіаційної промисловості. В моторах ГАЗ-21, ГАЗ-53, наприклад, використовувалися не тільки алюмінієві, але навіть магнієві сплави.

Саме в 60-ті роки з'явилася потреба в створенні простого, економічного і дешевого легкового автомобіля. Таким «народним автомобілем» став Запорожець, випущений в ці роки. Потрібно сказати, що на момент випуску Запорожець був цілком сучасною моделлю. У цей період задньомоторна компоновка перебувала на піку слави в усьому світі, також були досить поширені дводверні кузови. Тобто модель відповідала технічним характеристикам того часу. Але всі автомобілі, що випускалися в СРСР, на той момент були в більшій чи меншій мірі копіями зарубіжних моделей. Оригінального автомобіля Радянський Союз тоді ще не виробляв.

Великим успіхом стало освоєння автоматичного складання V-образних 8-циліндрових двигунів на ЗІЛі. Це відбулося вперше не тільки у вітчизняному, але і в європейському машинобудуванні.

Крім того, була ще одна тенденція. Майже всі автомобілі СРСР на момент випуску були сучасними, але вже буквально до виходу другого покоління безповоротно застарівали. Слабкість технічних служб була характерною особливістю автопрому 60-х років. Лише в 70-ті роки цей недолік поступово стали усувати. Багато автомобільні заводи, маючи всі можливості для випуску великої кількості машин, проте, не могли налагодити їх виробництво через нерозвиненість своїх експериментальних цехів і конструкторських бюро.

Однак траплялися в 60-ті роки і справжні технологічні «прориви». Приміром, великим успіхом стало освоєння автоматичного складання V-образних 8-циліндрових двигунів на ЗІЛі. Це відбулося вперше не тільки у вітчизняному, але і в європейському машинобудуванні. З конвеєра сходило щогодини близько 50 таких досить складних конструкцій.

У 1966 році був укладений «контракт століття» — договір з італійською компанією Fiat.

Як вже зазначалося, наприкінці 60-х зріс попит на легкові автомобілі. Його не могли задовольнити лише ЗАЗ і АЗЛК. Для збільшення обсягів виробництва залучалися підприємства оборонної та авіаційної промисловості. Так, в Іжевську в рамках виробничого об'єднання «Іжмаш» був побудований автомобільний завод, який з 1967 року приступив до випуску моделі Москвич-412.

У 1966 році був укладений «контракт століття» — договір з італійською компанією Fiat. Вже наступного року почалося будівництво в місті Тольятті заводу-гіганта, здатного випускати до 660 тисяч машин на рік.

Широкому виробництву вітчизняних автомобілів заважала і обширна виробнича номенклатура. Наприклад, Московський ЗІС (Завод імені Сталіна), поряд з вантажними та легковими автомобілями з успіхом випускав

холодильники, велосипеди, автобуси, двері для автомобілів «Москвич» та багато інших виробів. В 60-ті роки відбулося розділення спеціалізацій: випуск велосипедів перевели в місто Жуківку, провідні мости автомобілів підвищеної прохідності став випускати філія в Брянську і т. д.

У 1960 році зійшов з конвеєра народний автомобіль Запорожець. Виготовляв його завод «Комунар» в місті Запоріжжя, що входив в об'єднання «АвтоЗАЗ». Під маркою Запорожець фактично випускалися два різних покоління машин, які були пов'язані технічної наступністю. У свій час ці машини навіть сходили з конвеєра паралельно. Незвичайна для СРСР конструкція Запорожця часто зустрічала іронію у автолюбителів. ЗАЗ-965 Запорожець називали «горбатим» за характерну форму кузова, а ЗАЗ-966 «вухатим» або «чебурашкою» за форму бічних повітрязабирачів.

Основним прототипом даної моделі був італійський Fiat 600. У нього радянський автомобіль успадкував дизайн кузова, незалежну пружинну задню підвіску, рульовий механізм і трансмісію. Базовим же зразком моделі був Москвич-444, проте його конструкція була істотно перероблена.

На машину був встановлений рідкісний у світовій конструкції тип двигуна: чотирициліндровий V-подібний з повітряним охолодженням. Розташовувався він ззаду. Модель відрізнялася збільшеним об'ємом двигуна 887 см³ і потужністю 27 к.с. Заднє й переднє вітрове скло були взаємозамінними, а двері відкривалися назад, а не вперед.

З 1967 року стали випускати друге покоління машин ЗАЗ-966 Запорожець.

В СРСР автомобіль Запорожець був дуже популярний, насамперед, через свою відносну дешевизну. Крім того, машини відрізнялися хорошою прохідністю, а також простотою в ремонті та обслуговуванні.

1960-ті роки — найбільш успішні для заводу МЗМА (Московський завод малолітражних автомобілів). У цей період модельний ряд оновлюється кожні кілька років. Ледве в 1962 році була освоєна модель Москвич-403 зі

старим кузовом і модернізованим шасі, як вже в 1964 році світ побачив Москвич-408.

Цей автомобіль відрізнявся стильним і цілком сучасним для тих років дизайном кузова. В 1967 з'явився Москвич-412 з абсолютно новим 1,5-літровим двигуном по типу BMW. Москвич-412 мав успіх і на зовнішніх ринках, і в міжнародних спортивних змаганнях.

У травні 1967 був випущений мільйонний автомобіль Москвич. Ним виявився Москвич-408 [2].

Нове десятиліття в СРСР почалося зі знаменної події: в 1970 році радянський народ відзначав 100 років з дня народження Володимира Ілліча Леніна. Уряд дав вказівку Волзькому автомобільному заводу створити до цієї знаменної дати новий малолітражний автомобіль. 9 вересня 1970 з конвеєра ВАЗу зійшов перший автомобіль Жигулі — визначальна модель для цілої епохи.

Взагалі ж, початок десятиліття стало переломним моментом для радянського автомобілебудування — саме в 70-ті основний пріоритет виробництва від вантажівок нарешті перейшов до легкових автомобілів.

Продажі Жигулів почалися ближче на 1971 році — була реалізована перша партія з 220 тисяч легкових автомобілів з індексом ВАЗ-2101. Варто відзначити, що Жигулі на той момент вироблялися не тільки для внутрішнього ринку країни, але і на експорт, проте радянські власті зіткнулися з проблемою назви автомобіля: «жигулі» звучало неблагозвучно на деяких іноземних мовах і занадто нагадувало образливе слово «жиголо». Так було прийнято рішення змінити назву експортованих автомобілів на Lada.

За основу малолітражного автомобіля був узятий італійський автомобіль Fiat 124: радянські делегати помітили автомобіль на Паризькому моторшоу ще в середині 60-х. Таке «запозичення» могло піти на користь не тільки автомобільної промисловості країни, але зміцнити політичні відносини між СРСР і Італією: у ті роки Радянський союз надавав підтримку італійській комуністичній партії.

Випробуваннями італійського прообразу майбутнього ВАЗ-2101 займалися в НАМИ: відомий факт, що в ході тестів було вирішено замінити в автомобілі понад 800 деталей. В основному, модернізація торкнулася підвіски (задня була перероблена повністю), а задні дискові гальма замінили на більш практичні барабанні. Також автомобіль отримав збільшений до 170 мм дорожній просвіт, а нижневальном двигун замінили на верхневальний.

З середини 70-х років радянські інженери взялися за розробку нового передньопривідного автомобіля, який з'явився лише в 80-х — ним став ВАЗ-2108 Самара.

В 1970-му році з конвеєра Горьківського автомобільного заводу зійшла остання Волга ГАЗ-21 і одночасно без зупинки конвеєра запущена в виробництво нова Волга ГАЗ-24. Розробка цього преміального автомобіля почалася ще в 60-х. Вже в 1972-му на заводі була організоване складання вантажопасажирського автомобіля ГАЗ-24-02 в кузові універсал, а вже в 1975-му стартував серійний випуск автомобілів медичної служби ГАЗ-24-03.

Звання символу радянського автомобілебудування по праву заслужив позашляховий автомобіль ВАЗ-2121 Нива. Інженерам і конструкторам вдалося в найкоротші терміни спроектувати й налагодити виробництво цього малолітражного «всюдихода». Уже в середині 70-х років були зібрані досвідчені зразки для випробувань. Ниві вдалося увійти в абсолютно новий сегмент ринку — легких позашляховиків, поки не вторований навіть закордонними конкурентами. У 1977 році Нива встала на конвеєр.

ВАЗ-2121 мав ряд конструктивних особливостей: по-перше, на відміну від моделей зарубіжних виробників, це був повноцінний позашляховик з оригінальним кузовом, а не легковиком на позашляховому шасі. Крім цього, сам кузов був сконструйований таким чином, що отримав високу жорсткість при малій вазі і оптимальні геометричні параметри. А через те, що у Ниви була відсутня як така рама, виробництво позашляховика істотно полегшилось.

У другій половині шістдесятих років в Європі намітилося зростання інтересу до практичним автомобілям з кузовами «хетчбек» і «ліфтбек»,

особливо після появи моделі Renault 16, названої Автомобілем 1966 року в Європі і на тривалий термін встановила стандарти для цього класу. Ці автомобілі були більш практичні для індивідуального власника в порівнянні з універсалами, при цьому по вантажопідйомності і особливо за зручність завантаження та розвантаження багажу перевершували традиційні седани. В Європі почала сімдесятих років багато виробників пропонували подібні моделі, особливо популярні вони опинилися у Франції.

Не оминув цей інтерес стороною і СРСР, тим більше, що універсали рідко продавалися в особисте користування, а насущна необхідність в місткому сімейному автомобілі для поїздок на дачу і автотуризму існувала. Наприкінці шістдесятих років, над розробкою подібної моделі почали працювати конструктори недавно створеного Іжевського автозаводу.

За основу була взята вже освоєна в Іжевську модель «Москвич-412» із збереженням широкої уніфікації. Основні помітні зовні зміни торкнулися задньої частини кузова. Окремий багажник «Москвича» був замінений на об'єднаний з салоном вантажний відсік з дверима задка, що відкривається вгору. Була також змінена форма рамки задніх дверей. Крім цього, була змінена і силова структура кузова. Замість окремих підрамників в кряях, він отримав більш жорстку вваренними раму з цільними лонжеронами від переднього бампера до заднього. Таку ж конструкцію мали і кузова іжевських пікапів Іж-2715. Також автомобіль отримав посилені ресори для підвищення вантажопідйомності і трансформований задній ряд сидінь.

Дослідні зразки мали решітки радіатора від серійних седанів, але в серію «Комбі» пішов зі своїм оригінальним оформленням передка з вертикальними ліхтарями, що включали в себе габаритні вогні і вертикальні поворотники з боків від фар, які спочатку на всіх автомобілях були прямокутними, виробництва НДР, навіть після того, як приблизно в 1973 -1974 році ними перестали комплектувати інші моделі «Іж». Це оформлення частково нагадувало ряд прототипів серії «3-5», побудованих на АЗЛК в ті

роки. Модель отримала позначення Іж-2125 (вона ж — «Іж-Комбі») і пішла в серію в 1973 році.

Наприкінці 60-х було розпочато будівництво заводу КамАЗ. На перших порах виробнича потужність підприємства становила 150 тисяч вантажівок і 250 тисяч дизельних моторів на рік. За цими показниками вже до 1976-му року КамАЗ став найбільшим заводом вантажних автомобілів в Європі.

Вантажівки також випускалися на підприємствах УралАЗ (Уральський автомобільний завод), КАЗ (Кутаїський автомобільний завод), КрАЗ (Кременчуцький автомобільний завод), ЛАЗ (Львівський автомобільний завод) і МАЗ (Мінський автомобільний завод). В 1970-х роках саме КамАЗ поклав початок масової «дизелізації» перерахованих марок.

Підбиваючи підсумки десятиліття, варто відзначити, що масова автомобілізація Радянського Союзу почалася з будівництва Волзького автомобільного заводу і наступного випуску моделі ВАЗ 2101. Про це говорять і показники продуктивності: в рік в Тольятті випускалося понад 660 тисяч автомобілів. При цьому за період з 1970 по 1975 рік у Радянському Союзі було вироблено майже 2 млн. Автомобілів, з них 1 млн. 200 тис. легкових. А з 1975 по 1980 рік показник дещо збільшився: всього за ці п'ять років було випущено 2 млн. 200 тис. Автомобілів. Таким чином, загальна кількість автомобілів за попереднє десятиліття склало понад 4 млн.

Виробництво автобуса ЛАЗ-697Р почалося в 1978 році. Від попередньої модифікації автобус відрізнявся лише невеликими конструктивними змінами. Зовні від ЛАЗ-697Н ці автобуси можна відрізнити за розташуванням передніх покажчиків повороту — у ЛАЗ-697Н вони були круглі і перебували з боків від фар, у ЛАЗ-697Р покажчики повороту квадратні і розташовані над фарами. Також на автобусах ЛАЗ-697Р відмовилися від задніх дверей — нововведення, застосованого на останніх партіях ЛАЗ-697Н, оскільки наявність додаткових вхідних дверей на такому короткому автобусі дуже сильно знижувало пасажиромісткість. Виробництво автобусів ЛАЗ-697Р тривало до 1985 року, коли було остаточно згорнуто.

До 1980-х рр. радянське автомобілебудування домоглося очевидних успіхів в масовому виробництві: за загальним виробництву (по 2,2 млн в 1985 і 1986 ах) СРСР посів п'яте місце в світі (поступаючись тільки Японії, США, ФРН, Франції), з виробництва вантажівок — третє місце, з виробництва автобусів — перше.

1981 був ознаменований 50-річним ювілеєм Горьківського автомобільного заводу. На честь цієї події була випущено нова легкова модель — ГАЗ-3102, яка успадкувала, правда, від попередниці назву «Волга». Але спадкоємність не обмежиться назвою: від старої Волги новий автомобіль отримав також перевірені і випробувані часом конструкційні особливості. ГАЗ-3102 став більш комфортабельним і безпечним, а динамічні характеристики значно покращилися. При цьому через введення екологічних норм мотор нової Волги став більш економічним, тихим і менш токсичним.

Розроблений на основі автомобіля ГАЗ-24 «Волга», ГАЗ-3102 повинен був стати її наступником. Однак, за цілою низкою політичних та економічних причин, даний проект випускався дрібною серією (близько трьох тисяч машин на рік), замість масового виробництва, виключно як службовий автомобіль радянською номенклатурою середньої ланки. За усі роки виробництва ГАЗ 24 було випущено 1481561 автомобілі різних модифікацій, це був найбільш масовий легковий автомобіль за усю історію автомобільного заводу.

Автомобіль являв собою безліч технічних інновацій, головним з яких була система форкамерно-факельного запалювання. Випуск «директорської» Волги з неодноразовими модернізаціями, тривав цілих 27 років, що є рекордом для Горьківського автомобільного заводу. Всього, за приблизними оцінками, було випущено близько 156 000 автомобілів ГАЗ-3102, в тому числі 27 000 в первісній комплектації за 1981—1992 рр.

Іншим найважливішим автомобілем десятиліття став ВАЗ-2108 Спутник (в народі «Зубило»). Це була легковик з кузовом хетчбек, спроектована і випускалася на Волзькому автомобільному заводі. Виробництво ВАЗ-2108 почалося в 1984 році, і автомобіль вироблявся майже

двадцять років, до 2003 року, після чого на конвеєрі його змінила модель ВАЗ-2113.

На прикладі цього автомобіля можна виявити основні тенденції в дизайні, властиві для 80-х років: легкові транспортні засоби мали прямі лінії кузова з рівними скосами, без зализаних форм. Всі елементи кузова автомобіля, крім навісних, складали єдине ціле — металеві елементи зварені методом точкового зварювання. Якщо говорити про приладової панелі, то аж до 90-х років конструктори встановлювали так звану «низьку» приладову дошку, на якій був вольтметр, але не було тахометра.

Передньопривідна схема давно приваблювала автомобільних конструкторів, але масовий перехід в світі на такі моделі почався лише в середині 1970-х років. При цьому навіть в умовах європейської дорожньої мережі їх поширення стримувалося недостатньою пропрацьованістю конструкції і технології вузлів приводу коліс, рульового управління, підвіски силового агрегату. Однак поперечне розташування силового агрегату і передніх провідних коліс при існуючому тоді рівні розвитку техніки вже дозволяло зробити автомобіль малого класу компактніше і легше звичайного. Проект передньопривідного автомобіля почав розроблятися Волзьким автозаводом в 1971 році. З 1971 по 1977 рр. на заводі було спроектовано і побудовано кілька дослідних зразків передньопривідних машин. Проектування ВАЗ-2108 розпочато в травні 1977 року. 17 лютого 1978 Міністерство автомобільної промисловості СРСР затвердило технічне завдання ВАЗу на сімейство передньопривідних автомобілів. До цього моменту на заводі вже мала цілком відпрацьована концепція майбутньої машини. Перший прототип ВАЗ-2108 був готовий наприкінці 1978 року народження, а в лютому 1979-го почалися його лабораторні випробування. Деякі вузли і агрегати ВАЗ-2108 розроблялися спільно із західними компаніями Порше і UTS. 29 травня 1979 вийшла постанова Ради міністрів СРСР № 470 «Про розроблення та освоєнні на Волзькому автозаводі сімейства передньопривідних автомобілів». Офіційно про створення в Тольятті нової

моделі легкового автомобіля оголосив міністр автомобільної промисловості В.Н. Поляков у своєму виступі на XXVI з'їзді КПРС у лютому 1981 року. Він повідомив, що в одинадцятій п'ятирічці на ВАЗі буде створена машина з передніми ведучими колесами, не пов'язана по конструкції і технології з випускаються «Жигулями» класичної компоновки.

Виробництво першої партії з 2000 товарних автомобілів було розпочато в IV кварталі 1984 года, а в першій половині 1985-го автомобілі стали надходити в магазини за ціною 8346 руб.

Ще один важливий представник радянського автомобілебудування — Москвич-2141, імпортований за рубіж під назвою АЛЕКО (скорочення від «Автозавод Ленінського Комсомолу»). Хетчбек Москвич-2141 випускався на заводі АЗЛК з 1986 по 1997 рік. Для будівлі ходового макета цього автомобіля використовувалася американська передньопривідна легковик Simca 1308 компанії Chrysler, а робітники на заводі охрестили автомобіль про себе «Максімкою».

Наприкінці шістдесятих КБ заводу «Комунар» (ЗАЗ) в ініціативному порядку почало розробку передньопривідного автомобіля малого класу під девізом «Перспектива» для заміни «Запорожця» ЗАЗ-966, використовуючи експериментальні напрацювання НАМИ (НАМИ-0132) і, пізніше, ВАЗ-а (ВАЗ-3Е1101).

В сімдесяті роки було створено кілька експериментальних моделей з кузовами «хетчбек» і «дводверний седан». Однак, офіційно технічне завдання на розробку від Мінавтопрому СРСР було отримано тільки в 1978 році.

Після виготовлення дослідної партії і початку процесу доведення, Мінавтопром цілком у стилі його тодішнього керівника В. Н. Полякова кардинально поміняв завдання, змусивши заводське КБ перепроєктувати автомобіль з оглядкою на популярну європейську модель Ford Fiesta зразка 1976 року народження, незважаючи на суто негативну оцінку даної моделі колективом заводу.

При цьому одночасно перед конструкторами ставилася мета перевершити «Фіесту» за характеристиками. Приблизно те ж саме відбулося в ті ж роки і з АЗЛК, який під тиском відомства Полякова був змушений з нуля проектувати принципово нову передньопривідну платформу — майбутній «Москвич-2141», незважаючи на наявність цілком сучасного і знаходиться вже на передсерійної стадії задньоприводного прототипу С-3.

Завдання на розробку і далі продовжувало змінюватися Мінавтопром висував все нові і нові вимоги по перевищенню параметрів різноманітних зарубіжних «малолітражок» тих років: «Фіат-Уно», «Остін-Метро», і так далі. Це, спільно з браком фінансування, яке до середини вісімдесятих йшло переважно на освоєння нових передньопривідних моделей Волзького заводу, призвело до надзвичайного затягуванню впровадження автомобіля у виробництво.

Перші серійні «Таврії» зійшли з конвеєра 18 листопада 1987, вартість автомашини становила 5100 рублів. Одночасно зі стандартним варіантом, було розпочато випуск ЗАЗ-1102 в комплектації «люкс», яка відрізнялася збільшеною до 155 км / год максимальної швидкістю (замість 145 км/год в стандартному варіанті), установкою магнітоли, двокамерного карбюратора типу «солекс» (замість однокамерного) і забарвленням кузова металізованою емаллю; вартість ЗАЗ-1102 в комплектації «люкс» становила 5300 рублів.

У той час «Таврія» позиціонувалася як виключно економічний автомобіль. У 1989 році Мінавтопрому СРСР був випущений рекламний ролик для західного ринку, в якому водій заправляє «Таврію» зі своєї запальнички. Цей ролик завоював в Каннах «Бронзового лева» в номінації «торгова реклама».

Ближче до кінця десятиліття, в 1988 році, з'явилася ще один важливий автомобіль — ВАЗ-1111 Ока. Він належав до групи мікролітражних легкових транспортних засобів особливо малого класу (А-клас). Робота по створенню цього автомобіля почалася ще наприкінці 70-х на Серпухівському автомобільному заводі (Сеаз), після чого за розробку узявся АвтоВАЗ.

Зовнішній вигляд автомобіль дуже нагадував японський кей-кар Daihatsu Mira 1985 випуску. На Оку встановлювався 2-циліндровий мотор об'ємом 0,64 літра (до 1996 року).

За обсягом випущеної вантажної техніки Радянський Союз займав третє місце в світі. Основний обсяг виробництва припадав на дизельні середньотонажні вантажівки ГАЗ-4301 і ЗІЛ-4331.

Незважаючи на очевидний підйом радянського автомобілебудування на початку і середині десятиліття, до кінця 80-х почали проявлятися кризові явища, властиві епосі застою. Обсяги вироблених легкових автомобілів не росли, але стабілізувалися на позначці 1 300 000 примірників на рік. І все ж за цим показником СРСР суттєво відставав від розвинених країн. До останніх років десятиліть якість комплектуючих і самої збірки впало, спостерігався постійний дефіцит запчастин. Однак в це десятиліття були освоєні принципово нові передньопривідні легкові моделі з кузовами хетчбек: ВАЗ-2108 «Супутник», Москвич-2141 «Алеко», ВАЗ-1111 «Ока» і ЗАЗ-1102 «Таврія» та підготовлено масове виробництво дизельних середньотоннажних вантажівок ГАЗ-4301 і ЗІЛ-4331 і автобусів ЛіАЗ-5256 і ЛАЗ-4202.

Початок 90-х років ознаменувався розпадом СРСР однак моделі автомобілів, які були розроблені, ще у радянські часи їздять по дорогах світу і у теперішній час.

До початку 90-х років ХХ-го століття постало питання про створення автомобіля для секретарів обкому та керівників обласного масштабу, тому що наявний ГАЗ-3102 для цих цілей не підходив. Міністерство автомобільної промисловості збиралося замінити зняті з виробництва автомобілі ГАЗ-14 «Чайка». За задумом ГАЗ-3105 повинен бути більш стриманим і мати довжину 5,05 м (у «Чайки» 6,11 м).

На ГАЗі до 1987 року були представлені перші дослідні зразки, що мають ряд нововведень, таких як рейкове рульове управління з гідропідсилювачем, регулювання керма по довжині і нахилу, постійний повний привід з можливістю блокування міжосьового диференціала і повний

електропакет, включаючи центральний замок. Підвіска типу Макферсон спереду і ззаду.

В 1992 році автомобіль був представлений на міжнародних салонах в Лейпцигу і Брюсселі і справив враження. Однак підраховали, що виробництво такого автомобіля для уряду обходиться дорого, і з 1992 по 1996 рік було вироблено всього лише 55 автомобілів замість планованого обсягу випуску 250 автомобілів на рік.

На базі ГАЗ-3105 пізніше були розроблені моделі 3103 (передній привід) і 3104 (повний привід), не пішли в серію, а також дві спортивні машини. Автомобілі 3103 і 3104 були представлені на Московському автосалоні в 1998 році.

В середині 1980-х років почалося проектування седана на базі ВАЗ-2108. Проект отримав назву ВАЗ-2110. Проте конструкторами були внесені дуже багато змін, зокрема що здорожують машину. Тому в 1987 році цей проект відокремили від проекту простого перетворення ВАЗ-2108 в седан (що отримав тепер назву ВАЗ-21099).

Перший дослідний екземпляр ВАЗ-2110 з'явився ще в липні 1989 р., серійний випуск планувалося почати з 1992 р., проте внаслідок подальшого розвалу країни і глибокої економічної кризи ці плани було перенесено на п'ять років. Перші ВАЗ-2110 були випущені 27 червня 1995 р. в дослідно-промисловому виробництві (ОПП) автоваза. В результаті до моменту фактичного початку серійного виробництва «десятка» вже була на межі морального застарівання. Проте попри це, а також на традиційні для продукції автоваза претензії до якості, для російського автопрома вона все одно стала значним кроком вперед. Порівняно з попереднім вазівським сімейством «Самара» «десятка» є автомобілем значно вищого класу. Її поява ознаменувала собою новий етап в розвитку вітчизняного автопрома.

Москвич-2144 Істра дослідний автомобіль заводу АЗЛК, створений в середині-кінці 1980-х років. Був виготовлений демонстраційний макет в єдиному екземплярі приблизно в 1985-1988 роках, серійно ніколи не

проводився. У 1985 році на АЗЛК в Управлінні конструкторських та експериментальних робіт була створена група перспективних розробок під керівництвом інженера-конструктора А. В. Куликова. Група працювала над перспективною моделлю нового автомобіля Москвич-2144 «Істра».

Він відрізнявся цілим рядом унікальних рішень, в числі яких дюралевий кузов (виготовлений в Кірові) без центральної стійки; дві широкі бічні двері, що відкриваються вертикально вгору; дизель фірми Elsbett, що працює на дизельному паливі, виготовленому на основі ріпакової олії; прилад нічного бачення і індикація показань приладів на лобовому склі; унікальна автоматична трансмісія.

По правді кажучи, ЗАЗ-1106 це навіть не прототип, це макет перспективного автомобіля, який як і макет ЗАЗ-1104 був створений в УГК (управління головного конструктора) наприкінці 80-х років на базі вузлів і агрегатів "Таврії". Таким автомобіль 21-го століття бачили конструктори ЗАЗу в ті роки.

В обрисах ЗАЗ-1106 вже вгадуються риси майбутньої «десятки», та й багатьох інших автомобілів кінця 90-х років минулого століття, початку 21-го.

На жаль, завод, як і всю країну тоді, поглинули наслідки політичної кризи початку 90-х, і керівництво заводу всі сили пустило на випуск і модернізацію сімейства автомобілів «Таврія», що було на той момент, мабуть, єдино правильним, з економічної точки зору, рішенням.

Вперше рестайлінговий варіант ЛуАЗ-969М було створено у 1984 р. Цей автомобіль відрізнявся лише новою формою кузова та салону, технічне ж оснащення залишилось незмінним.

Наступна спроба вдосконалити застарілий, на той час 969М. Цей варіант був модернізацією моделі 1984 року. Зразок було збудовано вкінці 1988 року, і декілька авт проходили випробування. Акцент в конструкції був зроблений на передових, ще не випробовуваних в Радянському Союзі технічних рішеннях автомобіль мав каркасно-панельний кузов (стальний несучий каркас із зовнішніми панелями із пластмаси), змінюваний дорожній

просвіт (його збільшують нагнітаючи повітря в пневмобалони підвіски електричним бортовим компресором, або, на хорошій дорозі, зменшують), торсіонна підвіска була замінена на незалежну пружинну, в трансмісію введено блокуючий міжосьовий диференціал, привід всіх коліс — постійний, без відключення заднього мосту.

У 1994 році на виставці МІМС-94 у Москві було представлено технічно-інноваційний варіант автомобіля. Він мав цілий ряд прогресивних опцій, порівняно із 969М, таких як: пневмопідвіска, блокування диференціалів та пластиковий обтічний кузов. Все це підвищило рівень комфорту та безпеки пасажирів, при цьому автомобіль не втратив своєї основної відмінної якості — високої прохідності по бездоріжжю. Виставлений на виставці автомобіль був застарілий і малопотужний.

У 2002 році був представлений третій і останній варіант модернізації цього автомобіля.

Третє покоління УАЗів почали проектувати в 80-ті роки, а з початку 90-х модель УАЗ-3160 показували на різних виставках. Новий суцільнометалевий кузов був створений заново, а рамне шасі отримали шляхом глибокої модернізації колишньої конструкції. На УАЗ-3160 з'явився нормальний салон з «нормальною» панеллю (втім, вже з самого початку старомодних обрисів) і кріслами більш-менш нагадують легкові, забезпеченими підголівниками та всіма «легковими» регулюваннями, включаючи поперековий підпір. Сидіння другого ряду можна скласти по частинах в пропорції 2:1. Загальна кількість місць — сім, включаючи два розгорнутих один до одного жорстких сидіння в багажнику. Їх можна відкидати при перевезенні громіздкого багажу. Задні двері із закріпленою на ній «запаскою» чомусь відкривається на праву сторону, для зручності посадки на задні сидіння передбачена відкидна підніжка (на замовлення). Схема трансмісії з жорстко підключається приводом на передній міст за відсутності блокувань диференціалів нагадує про попередника, але лонжерони в передній частині рами зроблені енергопоглинаючими, що стало можливим за рахунок застосування

компактної пружинної підвіски переднього моста. Ззаду застосовані малолистові ресори.

З початку своєї історії автомобілебудівна галузь СРСР зазнала значних змін. Найбільше зростання виробництва відбулося у післявоєнні часи, що можна побачити у таблиці 1.3

Таблиця 1.3 – Об’єми виробництва радянського автопрому з 1940 до 1990 року

Роки	Легкових автомобілів, тис. шт.	Автомобілів загалом, тис. шт.
1940	5,5	145,4
1945	5	74,7
1950	64,6	362,9
1955	107,8	445,3
1960	138,8	523,6
1965	201,2	616,3
1970	344,3	916,1
1975	1201,2	1963,6
1980	1327	2199
1985	1332,3	2247,5
1990	1260,2	2039,6

Виробництво вітчизняного автомобіля покривало тільки 45% внутрішнього попиту, проте, імпорт легкових автомобілів не допускався. На покупку автомобілів існували черги роками, оскільки першим пріоритетом був експорт. Радянська промисловість щорічно експортувала 300000 - 400000 автомобілів в основному у Східну Європу, але були поставки і для західних країн. З 1970-х років ВАЗ (марка Lada) і ГАЗ (Волга), авто, які були найбільш престижними, 60% від випуску відправлялись для державних установ. До 1988 року приватним особам не продавали мікроавтобуси, фургони, вантажівки і автобуси. Повнопривідні легкові автомобілі УАЗ можна було купити тільки при знятті з експлуатації. Лімузини марки «Чайка» і ЗІЛ в продаж не надходили. Слід відзначити, що найбільш впливовими моделями, які

відігравали значну роль у житті радянського союзу були легковий автомобіль ГАЗ 24 «Волга» та вантажний автомобіль УАЗ-451ДМ. Вони виконували великий обсяг транспортної роботи, як відомчі автомобілі, так і автомобілі різних служб. Також слід не забувати про автобуси, Львівський автобусний завод задовольняв потреби у автобусах Радянського Союзу. Модель ЛАЗ-694Р була «робочою конячкою» на міжміських маршрутах і перевозила пасажирів у різних куточках країни [2]. Характерні представники транспортного потоку у СРСР зображені на слайді №4.

1.3 Автомобільний парк України

Автомобілізація не оминула і Україну, а також Запорізьку область, згідно з [3]. У 2004 році рівень автомобілізації в Україні складав лише 102 автомобілі на 1000 мешканців, в 2014 він вже складав 154 автомобілі, а на початок 2016 року він досяг позначки у 202 автомобілі. Запорізька область займає 3 місце за рівнем автомобілізації в Україні і складає 246 автомобілів на 1000 мешканців. Цей показник відіграє важливу роль в формуванні поняття що є транспортним потоком в Україні, але він один із багатьох. Також важливим показником є вік автомобільного парку країни. Кількість автомобілів за роком випуску можна побачити на рисунку 1.1 [4].

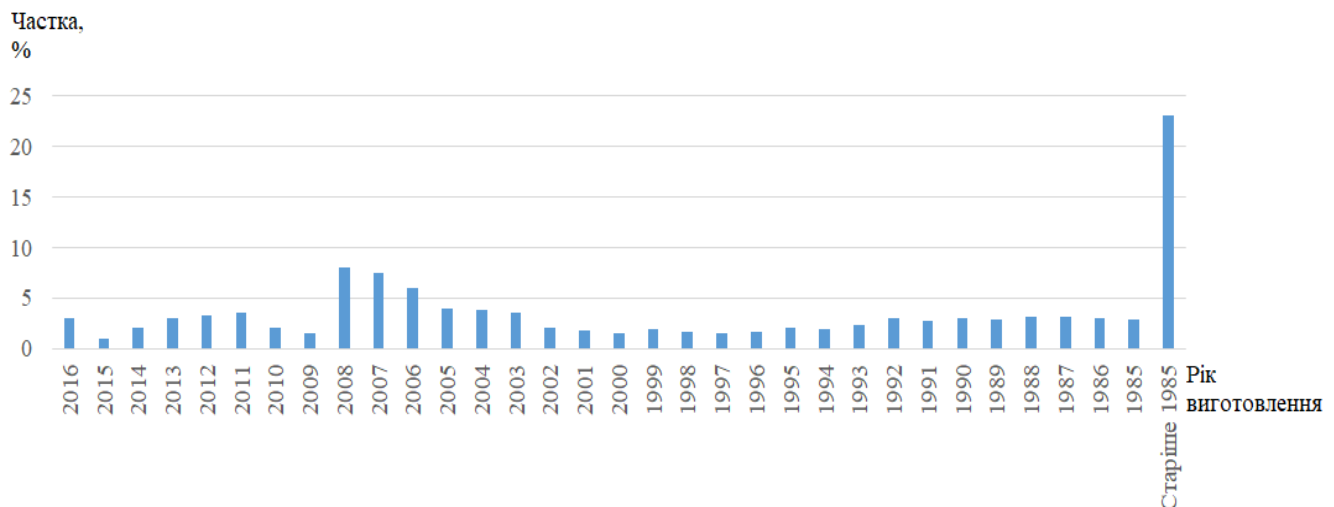


Рисунок 1.1 – Автомобільний парк України за роками виготовлення

Згідно [4] об'єм продажів легкових автомобілів за 2016 рік виріс на 41% у порівнянні з 2015 роком. Найбільш популярними моделями були: Kia Sportage - 2736 авто, Renault Logan - 2079 та Renault Duster - 2032. Більш детальну статистику продажів можна побачити у таблиці 1.4

Таблиця 1.4 – Рейтинг найбільш популярних моделей у 2016 році

Місце	Модель	Продано автомобілів, шт.
1	2	3
1.	Kia Sportage	2736
2.	Renault Logan	2079
3.	Renault Duster	2032
4.	Skoda Octavia	1924
5.	Toyota RAV-4	1902
6.	Toyota Corolla	1853
7.	Volkswagen Jetta	1846
8.	Ford Fiesta	1616
9.	Toyota Camry	1393
10.	Volkswagen Polo	1226

На рисунку 1.2 можна побачити як змінився об'єм продажів нових автомобілів в Україні за 12 місяців 2016 року у порівнянні того ж періоду 2015 року.

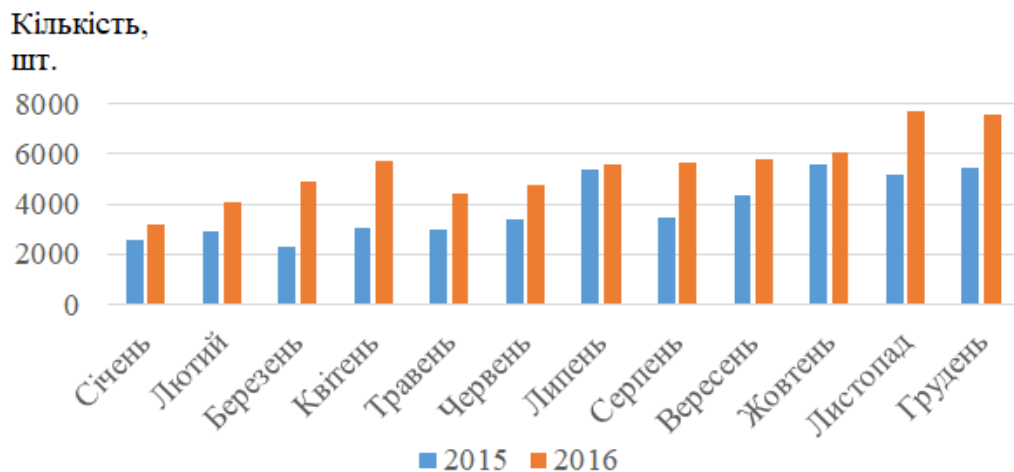


Рисунок 1.2 – Продаж легкових автомобілів за 2015 та 2016 роки

Український автомобільний ринок починає розвиватися після значного спаду у 2015 році. Ця статистика не охоплює одного з найважливіших факторів транспортного потоку, його склад. Адже саме на базі складу потоку проводяться економічні розрахунки. Наприклад у [5] та [6] розрахунки проводяться на основі характерних представників транспортного потоку. Для прикладу у [6] для розрахунку собівартості перевезень використовують легковий автомобіль ГАЗ 24, автобус ЛАЗ-697Р, вантажний автомобіль УАЗ-451ДМ, автобус малої місткості не використовується взагалі. Отже розрахунки наведені у джерелах велися для представників різних транспортних засобів 80-х, 90-х років минулого століття, та у теперішній час є не досить актуальними, через те, що транспортна галузь прогресує та з ним змінюються характеристики автомобілів.

Впроваджуються нові системи безпеки наприклад система курсової стійкості.

Система курсової стійкості (або система динамічної стабілізації), яка покликана зберігати стійкість і керованість автомобіля за рахунок завчасного передбачення та усунення критичної ситуації. З 2011 року оснащення системою курсової стійкості нових легкових автомобілів є обов'язковим у США, Канаді, країнах Євросоюзу.

Кожна компанія-виробник називає систему курсової стійкості автомобіля по-своєму:

- ESC або Electronic Stability Control (електронна система стабілізації);
- DSC або Dynamic Stability Control (динамічна система стабілізації);
- VDS або Vehicle Dynamic Control (механізм динамічного контролю);
- ESP або Electronic Stability Programme (електронна програма стабілізації).

Система курсової стійкості включає в себе наступні системи:

- антиблокувальну систему гальм (ABS);
- електронне блокування диференціала (EDS);
- систему розподілу гальмівних зусиль (EBD);
- антипробуксовочну систему (ASR).

Антиблокувальна система (Anti-lock braking system, ABS) — система активної безпеки, що запобігає блокуванню коліс транспортного засобу при гальмуванні. Основне призначення системи — забезпечення оптимальної гальмівної ефективності (мінімального гальмівного шляху) при збереженні стійкості і керованості автомобіля.

В даний час АБС, як правило, є складнішою електронною системою гальмування, яка може бути основою антибуксувальної системи, системи електронного контролю стійкості, а також систему допомоги при екстремому гальмуванні.

Електронне блокування диференціала (Elektronische Differenzialsperre, EDS) призначене для допомоги автомобілю при рушанні з місця і розгоні на слизькій дорозі.

Система EDS спрацьовує при прослизанні одного з коліс. Вона пригальмовує ковзне колесо, при цьому крутний момент, що передається до колеса, збільшується. Система працює в діапазоні швидкостей від 0 до 80 км/год.

Система EDS є програмним розширенням антиблокувальної системи гальм. На відміну від системи ABS система електронного блокування диференціала може самостійно створювати тиск в гальмівній системі. Для цього в гідравлічний блок ABS включені додаткові клапани і насос зворотної подачі.

Система розподілення гальмівного зусилля (англ. Electronic brakeforce distribution, EBD) — продовження розвитку системи ABS. EBD принципово відрізняється від базової ABS, в тому що допомога водію в керуванні здійснюється постійно, а не тільки коли відбувається екстремне гальмування. При різкому гальмуванні на неоднорідному покритті авто починає розвертати. Це відбувається за ахунок того, що ступінь щеплення коліс з дорогою різна, а гальмівне зусилля надається однакове. Система EBD, використовуючи датчики ABS, аналізує стан кожного колеса при гальмуванні і суто індивідуально дозує гальмівне зусилля для кожної вісі або півосі (в залежності

від різновиду системи). Також під час гальмування під дією інерції вага автомобіля переноситься на передні колеса і задні втрачають потрібний рівень зчеплення з дорожнім покриттям, тому задні колеса можуть заблокуватись. Інженери вирішують цю проблему двома способами: автоматичним регулюванням тиску гальмівних колодок на ротори або зменшенням розміру ротору гальм задніх коліс.

Антибуксувальна (антипробуксовувальна) система (англ. Anti-Slip Control, ASC), Система контролю тяги (англ. Dynamic Traction Control, DTC) — електрогідравлічна система активної безпеки автомобіля, що призначена для запобігання втрати зчеплення коліс з дорогою та зниження динамічних навантажень на елементи трансмісії на неоднорідному дорожньому покритті шляхом контролю за пробуксовуванням ведучих коліс.

Дана система істотно спрощує керування автомобілем на мокрій дорозі або в інших умовах недостатнього зчеплення. За допомогою датчиків в реальному часі відстежується швидкість обертання коліс і, якщо виявляється початок пробуксовування одного з них, то система зменшує крутний момент, що подається на колеса від двигуна, або зменшує швидкість їх обертання вибірково підгальмуванням.

Існують ще багато систем безпеки автомобілів, але це не єдине чим відрізняється сучасний автомобіль від представників транспортного потоку кінця минулого століття.

Також слід зауважити, що значно змінилися екологічні стандарти. На момент досліджень, які були проведені у джерелах був Євро – 0, але на теперішній час в Україні діє екологічний стандарт Євро – 5. Як приклад можна порівняти автомобілі, які запропоновані у літературі та автомобілі того ж класу, але сучасного виробництва. Порівняємо легкові автомобілі ГАЗ 24 та Geely emgrand EC7.

ГАЗ 24 «Волга» (рисунок 1.3) був розроблений на горьківському автомобільному заводі у 1968 році, випускався з 1969 по 1992 рік. Має три серії та багато перехідних моделей, у яких змінювався дизайн. «Волга» мала у

виконанні два кузови седан та універсал. За усі роки виробництва ГАЗ 24 було випущено 1481561 автомобілі різних модифікацій, це був найбільш масовий легковий автомобіль за уся історію автомобільного заводу. «Волга» має колісну формулу 4x2 та привід на задні колеса, інші технічні характеристики можна побачити у таблиці 1.5 [7].



Рисунок 1.3 – ГАЗ 24 «Волга»

Таблиця 1.5 – Технічні характеристики ГАЗ 24 «Волга»

Характеристика	Значення
1	2
Тип кузова	Седан
Кількість місць	5
Потужність двигуна, к.с.	100
Об'єм двигуна, см ³	2445
Розгін до 100 км/год, с	19 с
Максимальна швидкість, км/год	147
Витрата палива (при 90 км/год), л/100 км	9,3
Розмір шин.	R14

Продовження таблиці 1.5

1	2
Маса, кг	1400
Геометричні розміри (ДхШхВ), мм.	4735x1800x1476
Колісна база, мм.	2800

Geely Emgrand EC7 (рисунок 1.4) випускається на 4 заводах усього світу з 2009 року у тому числі на Кременчуцькому автозбірому заводі. Випускається у двох типах кузова седан та хетчбек. Став першим китайським автомобілем, який отримав 4 зірки на EuroNCAP (Європейська програма оцінки нових автомобілів). Колісна формула 4x2 та привід на передні колеса. Технічні характеристики можна побачити у таблиці 1.6 [7].



Рисунок 1.4 – Geely Emgrand EC7

Таблиця 1.6 – Технічні характеристики Geely Emgrand EC7.

Характеристика	Значення
1	2
Тип кузова.	Седан
Кількість місць.	5
Потужність двигуна, к.с.	127
Об'єм двигуна, см ³	1796
Розгін до 100 км/год, с	12
Максимальна швидкість, км/год	185

Продовження таблиці 1.6

1	2
Витрата палива (при 90 км/год), л/100 км	7,6
Розмір шин.	R14
Маса, кг	1260
Геометричні розміри (ДхШхВ), мм.	4635x1789x1470
Колісна база, мм.	2650

Як можна побачити з таблиць, то сучасні автомобілі набагато перевищують свої аналоги з минулого, це відноситься не тільки до ходових якостей автомобілів. Майже за 30 років істотно виріс рівень безпеки автомобілів, якщо, наприклад у комплектації ГАЗ 24 для безпеки водіїв та пасажирів були лише ремені безпеки, то Geely Emgrand EC7 наявні також 8 подушок безпеки. Також можна зазначити, що рівень викидів у «Волги» відповідають екологічному стандарту Євро-0, а у Geely Emgrand EC7 це вже Євро-4.

Вантажівки представлені моделлю УАЗ-451ДМ (рисунок 1.5). УАЗ-451ДМ випускався Ульяновським автомобільним заводом з 1965 по 1975 рік.



Рисунок 1.5 – УАЗ-451ДМ

Цей автомобіль призначався для перевезення дрібних вантажів. Обладнаний цільнометалевою кабіною та дерев'яними платформами з трьома відкидними бортами. Має колісну формулу 4х2 та привід на задні колеса. За увесь період виготовлення було зроблено 83449 автомобілів. Його технічні характеристики можна побачити у таблиці 1.7 [7].

Таблиця 1.7 – Технічні характеристики УАЗ-451ДМ

Характеристика	Значення
1	2
Маса, кг.	2450
Вантажопідйомність, т.	0,8
Потужність двигуна, к.с.	70
Об'єм двигуна, см ³	2445
Витрата палива, л/100 км	17,5
Геометричні розміри (ДхШхВ), мм.	4460х2044х2020
Колісна база, мм.	2300

Mercedes-Benz Sprinter (рисунок 1.6) – вантажний автомобіль німецької компанії Mercedes-Benz він достатньо поширений на території України. Sprinter був представлений на початку 1995 року. Це малотонажний вантажний автомобіль повною масою від 2,6 до 4,6 т створений для багатопрофільного використання в різних сферах від перевезення пасажирів до транспортування будівельних матеріалів.

Mercedes Sprinter існує в наступних версіях: мікроавтобус або фургон, а також як шасі, шасі з бортовою або самоскидною платформою, з високим і стандартним дахом, із здвоєною кабіною і трьома варіантами колісної бази: 3000, 3550 і 4025 мм. Автомобіль має тримальний кузов напівкапотної схеми, встановлений подовжньо попереду двигун, привід на задні колеса [2].

Цей автомобіль має багату історію та зарекомендував себе як надійний майже безвідмовний автомобіль технічні характеристики якого можна побачити у таблиці 1.8 [7].



Рисунок 1.6 – Mercedes-Benz Sprinter 313

Таблиця 1.8 – Технічні характеристики Mercedes-Benz Sprinter 313

Характеристика	Значення
1	2
Маса, кг.	2150
Вантажопідйомність, т.	1,5
Потужність двигуна, к.с.	116
Об'єм двигуна, см ³	2148
Витрата палива, л/100 км	7,4
Геометричні розміри (ДхШхВ), мм.	4325x2820x1993
Колісна база, мм.	3250

Отже якщо порівнювати ці два автомобілі, то можна побачити, що при зменшенні об'єму двигуна зростає потужність та зменшується витрати палива. Також на мерседесі встановлені сучасні системи безпеки.

ЛАЗ-694Р (рисунок 1.7) – міжміський автобус, що випускався на Львівському автомобільному заводі. Виробництво автобуса ЛАЗ-697Р почалося в 1978 році. Від попередньої модифікації автобус відрізнявся лише невеликими конструктивними змінами. Зовні від ЛАЗ-697Н ці автобуси можна відрізнити за розташуванням передніх покажчиків повороту — у ЛАЗ-697Н вони були круглі і перебували з боків від фар, у ЛАЗ-697Р покажчики повороту квадратні і розташовані над фарами. Також на автобусах ЛАЗ-697Р

відмовилися від задніх дверей — нововведення, застосованого на останніх партіях ЛАЗ-697Н, оскільки наявність додаткових вхідних дверей на такому короткому автобусі дуже сильно знижувало пасажиромісткість.

Виробництво автобусів ЛАЗ-697Р тривало до 1985 року, коли було остаточно згорнуто на користь місткішої моделі ЛАЗ-699Р. Тому в даний час автобуси ЛАЗ-697 є досить рідкісною моделлю. Технічні характеристики якого можна побачити у таблиці 1.9 [7].



Рисунок 1.7 – ЛАЗ-697Р

Таблиця 1.9 – Технічні характеристики ЛАЗ 697Р

Характеристика	Значення
1	2
Маса, кг.	10625
Пасажиромісткість, чел.	34
Потужність двигуна, к.с.	150
Об'єм двигуна, см ³	6000
Витрата палива, л/100 км	35
Геометричні розміри (ДхШхВ), мм.	9195x2500x2980
Колісна база, мм.	4190

Богдан А-145 — приміський автобус середнього класу, що виробляється корпорацією Богдан. У 2004 році представлений пробний екземпляр автобуса Богдан А145, автобус був міжміським (туристичним), мав зовсім інший кузов, остіклення, фари і ґрати радіатора. Однак серійну модель зробили приміською, уніфікувавши її по кузову з автобусом Богдан А144. Автобус «Богдан» А-145 (рисунок 1.8) призначений для перевезення пасажирів на приміських маршрутах по автомобільних дорогах, як на території України, так і за її межами, в районах з помірним кліматом. Технічні характеристики цього автобуса можна побачити у таблиці 1.10 [7].



Рисунок 1.8 – Богдан А-145

Таблиця 1.10 – Технічні характеристики ЛАЗ 697Р

Характеристика	Значення
1	2
Маса, кг.	14420
Пасажиромісткість, чол.	43
Потужність двигуна, к.с.	227
Об'єм двигуна, см ³	7100
Витрата палива, л/100 км	23,4
Геометричні розміри (ДхШхВ), мм.	9820x2500x2960
Колісна база, мм.	4800

У порівнянні за автобусом ЛАЗ, автобус Богдан А-145 має більші геометричні розміри та більшу потужність двигуна, але при цьому витрата палива майже на 10 літрів менша. Також у сучасному автобусі є кондиціонер, що робить мандрівку пасажирів більш комфортною.

Розвиток теорії транспортного потоку привів до необхідності поділу транспорту на групи, оскільки різні транспортні засоби взаємодіють між собою по різному тому виникла потреба із кожної групи виділити представника на показниках яких будується моделювання взаємодій транспорту в умовах єдиного потоку. Виділення транспортного потоку почалося в СРСР, оскільки у ті часи була вже велика кількість різноманітних моделей автомобілів у групах. З часу, коли проводилися дослідження транспортного потоку, минуло майже 40 років. За цей період змінилося не одне покоління автомобілів. Вони змінили не тільки зовнішній вигляд, а також і свої технічні характеристик, оскільки з кожним роком модернізуються системи безпеки автомобіля. Двигуни стають більш екологічними, навіть з'являються так звані «гібриди» у яких частково застосовується тяга електродвигунів. Також на дорогах з'являються автомобілі, які не застосовують ДВЗ взагалі. У зв'язку з цим виникає потреба пошуку характерного автомобіля для кожної групи у теперішній час.

1.4 Аналіз недоліків існуючого стану та постановка задач дослідження

На теперішній час автомобільний транспорт зазнав суттєвих змін. Також змінилися характерні представники транспортного потоку. Сучасні транспортні засоби мають кращі динамічні та більш екологічні показники ніж їхні аналоги минулого століття, але математичне моделювання та розрахунок показників ефективності роботи транспорту у наш час ведуться з застосуванням характеристик автомобілів, які вже застаріли та рідко зустрічаються на вулично-дорожній мережі. Ці розрахунки дають лише приблизні результати. Метою магістерської роботи є дослідження

транспортного потоку на вулично-дорожній мережі м. Запоріжжя для того щоб в подальшому виділити характерних представників автомобільного транспорту і застосування їхніх показників у економічних розрахунках, для відображення більш точних показників ефективності роботи транспорту в сучасних умовах.

2 ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

2.1 Підготовка та проведення вимірювань

Запоріжжя це промислове місто з населенням 749 тисяч чоловік. Четвертий за розміром індустріальний центр України. З розвитою машинобудівною промисловістю, чорною та кольоровою металургією, хімічною та будівною промисловістю. Запоріжжя розташоване на двох берегах річки Дніпро. Оскільки Запоріжжя, як місто, існує з 1881 року то воно має вільну схему планування. Транспортний зв'язок між лівим та правим берегом проходить через мости «імені Преображенського», арочний міст та греблю ДніпроГЕС. Площа міста складає 331 км², воно поділене на 7 районів. Два райони розташовані на правому березі Дніпра та п'ять на лівому. У місті знаходиться важливий залізничний вузол та річковий порт. Крізь лівобережну частину міста проходить дві вулиці, які поєднують 4 райони міста, проспект Соборний довжиною 10,8 км та Прибережна магістраль довжиною 11 км. Найбільшою проблемою міста є недостатня пропускна спроможність переходів через Дніпро та жахливий стан дорожнього покриття. Будівництво нових мостових переходів було почато у 2004 році, але не завершено й до сьогодні. На капітальний та ямковий ремонт доріг у місті Запоріжжя у 2017 році було виділено 64413000 гривень.

Саме на цих вулицях проводилося дослідження транспортного потоку для виділення характерних представників у групах транспортних засобів. По пр. Соборному відбувається рух біля 75% маршрутів громадського транспорту та заборонено рух вантажних транспортних засобів. По прибережній магістралі відсутній рух транспорту загального користування, та дозволений рух вантажівок. Дослідження проводилися у серпні 2017 року.

На проспекті Соборний дослідження велося на перегоні від універмагу «Україна» та до проспекту Маяковського рисунок 2.1. Погодні умови гарні, на проїзній частині наявна дорожня розмітка.



Рисунок 2.1 – Місце проведення обстеження транспортного потоку на просп. Соборному

Обстеження транспортного потоку на Прибережній автомагістралі велося на перегоні від перехрестя з вулицею Запорізька та до перехрестя з вулицею Українська. Погодні умови гарні, наявна дорожня розмітка. Місце проведення дослідження для Прибережної автомагістралі зображено на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 – Місце проведення обстеження транспортного потоку на Прибережній автомагістралі.

2.2 Результати вимірювань та їх початкова оцінка

За час проведення обстеження було отримано відеоряд загальною тривалістю 4 години. Обстеження велося протягом годин пік та у між пікові періоди, у робочі дні тижня, а також у вихідні. Таким чином за час обробки цього відеоряду було отримано понад 75 марок транспортних засобів різних класів. Загальна кількість транспортних засобів наведена у таблиці 2.1 та на слайді №5.

Таблиця 2.1 – Кількість автомобілів, яка була проаналізована під час обстеження.

Тип транспортного засобу	Загальна кількість транспортних засобів, авт.	
	Проспект Соборний	Прибережна автомагістраль
Легковий автомобіль	2080	2020
Вантажний автомобіль	-	173
Автобус/мікроавтобус	234	-

Як можна побачити з таблиці загальна кількість транспортних засобів, які були зафіксовані під час дослідження сягає більш ніж 4000 автомобілів. Список марок транспортних засобів отриманих на Прибережній магістралі та їхня кількість наведена у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Модельний ряд транспортних засобів, отриманий під час дослідження на Прибережній магістралі.

Позиція	Модель	Кількість	Позиція	Модель	Кількість
1	2	3	4	5	6
Легкові автомобілі			5.	BMW x5	5
1.	Acura MDX	10	6.	BA3 2101	30
2.	Audi a4	10	7.	BA3 2102	5
3.	BMW 3	15	8.	BA3 2103	25
4.	BMW 5	5	9.	BA3 2104	20

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6
10.	BA3 2105	95	33.	Mercedes Vito	20
11.	BA3 2106	20	34.	Mercedes c205	5
12.	BA3 2108	35	35.	Mitsubishi Outlander	5
13.	BA3 2109	50	36.	Mitsubishi Colt	5
14.	BA3 2112	85	37.	Mitsubishi 1200	5
15.	BA3 2121	20	38.	Mitsubishi Lancer 10	20
16.	BA3 2199	45	39.	Mitsubishi Lancer 9	15
17.	Lada Kalina	15	40.	Nissan Almera	25
18.	Lada Priora	15	41.	Nissan Qashqai	5
19.	ГАЗ 3102	15	42.	Nissan Micra	20
20.	Dacia Logan	15	43.	Opel Astra	25
21.	Geely MK	20	44.	Peugoet 206	50
22.	Geely LC	5	45.	Peugoet Mistral	35
23.	Geely CK	10	46.	Renault Kangoo	5
24.	Daewoo Matiz	10	47.	Renault Clio	20
25.	Daewoo Nubira	20	48.	Renualt Logan	30
26.	ZAZ Vida	20	49.	Daewoo Sens	20
27.	Kia Rio	10	50.	3A3 1103	55
28.	Kia Cerato	5	51.	3A3 1102	180
29.	Daewoo lanos	345	52.	Toyota Camry	20
30.	Mazda 3	5	53.	Toyota Prius	5
31.	Mazda 4	5	54.	Toyota Range Rover	5
32.	Mazda cx-5	5	55.	Toyota Corolla	5

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6
41.	Nissan Qashqai	5	63.	Volkswagen T5	5
42.	Nissan Micra	20	64.	Volkswagen Transporter	5
43.	Opel Astra	25	65.	Volkswagen Touareg	5
44.	Peugoet 206	50	66.	Hoda Civic	30
45.	Peugoet Mistral	35	67.	Honda Fit	5
46.	Renault Kangoo	5	68.	Hyundai Accent	30
47.	Renault Clio	20	69.	Hyundai Getz	10
48.	Renualt Logan	30	70.	Chery Amulet	25
49.	Daewoo Sens	20	71.	Chevrolet Aveo	130
50.	3A3 1103	55	72.	Chevrolet Lacetti	30
51.	3A3 1102	180	73.	Skoda Octavia	30
52.	Toyota Camry	20	74.	Skoda Rapid	5
53.	Toyota Prius	5	75.	Skoda Fabia	60
54.	Toyota Range Rover	5	76.	Skoda Superb	4
55.	Toyota Corolla	5		Вантажні автомобілі	
56.	Toyota Land Rover	5	77.	Isuzu NQR	11
57.	Toyota Rav4	20	78.	Man TGM	11
58.	УАЗ 3962	5	79.	ГАЗ 3302	61
59.	Volkswagen Golf	15	80.	ГАЗ 3309	18
60.	Volkswagen Juke	5	81.	Mercedes Sprinter	11
61.	Volkswagen Caddy	15	82.	Ford Cargo	44
62.	Volkswagen Passat	10	83.	Ford Transit	17

На проспекті Соборному різноманіття легкових транспортних засобів менша ніж на Прибережній магістралі. Список моделей та їхня кількість приведена у таблиці 2.3

Таблиця 2.3 – Модельний ряд транспортних засобів, отриманий під час дослідження на проспекті Соборний.

Позиція	Модель	Кількість	Позиція	Модель	Кількість
1	2	3	4	5	6
	Легкові автомобілі		18.	ЗАЗ 1101	100
1.	Audi a5	120	19.	Toyota Camry	20
2.	BMW x5	40	20.	Volkswagen Caddy	20
3.	BAZ 2104	100	21.	Volkswagen Juke	20
4.	BAZ 2106	60	22.	Volkswagen Passat	20
5.	BAZ 2108	40	23.	Volkswagen Transporter	20
6.	BAZ 2112	40	24.	Ford Mandeo	20
7.	BAZ Калина	80	25.	Ford Transit	20
8.	Geely МК	60	26.	Honda Civic	20
9.	Geely СК	240	27.	Hyundai Accent	80
10.	Daewoo Nubira	80	28.	Hyundai Tucson	20
11.	Daewoo Lanos	400	29.	Chevrolet Aveo	100
12.	Kia Sportage	60	30.	Skoda Octavia	80
13.	Kia Cerato	80		Маршрутний транспорт	
14.	Mercedes GL	20	31.	Mercedes Sprinter	189
15.	Mercedes Vito	40	32.	Ford Transit	18
16.	Mitsubishi Lancer 9	40	33.	Богдан а-092	9
17.	Renault Kangoo	40	34.	Газель Next	18

З часу проведення досліджень транспортного потоку, які проводилися у СРСР та на базі яких у [6] та [7] розраховуються різні економічні й динамічні

показники, пройшло майже 40 років навіть на той час був великий модельний ряд, характерними представниками, якого були радянські автомобілі. У теперішній час автомобілів ще більше, та як можна побачити з результатів дослідження марок автомобілів, які застосовувалися як прототипи, на яких будувалося моделювання зараз практично не зустрічаються, або зустрічаються дуже рідко на вулично-дорожній мережі міста.

2.3 Статистичні та програмні методи дослідження

На сьогоднішній день існує багато програмних продуктів, які дозволяють працювати зі статистичним аналізом.

Microsoft Excel (повна назва Microsoft Office Excel) — таблицний процесор, програма для роботи з електронними таблицями, створена корпорацією Microsoft для Microsoft Windows, Windows NT і Mac OS. Програма входить до складу офісного пакету Microsoft Office. Excel містить багато математичних і статистичних функцій [2].

Програмні продукти SPSS — це інструменти, що забезпечують роботу на всіх етапах аналітичного процесу і дозволяють отримувати результати, які неможливо отримати за допомогою електронних таблиць і систем управління базами даних. За допомогою потужних статистичних процедур SPSS можна швидко отримувати інформацію для прийняття рішень, наочно представляти результати у вигляді високоякісних таблиць і діаграм, а також поширювати результати, в тому числі і в Інтернеті. Все це дає можливість, знаходячи ключові факти взаємозв'язку і тенденцій, своєчасно приймати оптимальні рішення [2].

Minitab 14.13 програма для статистичної обробки отриманих результатів. Програма характеризується потужним інтерфейсом, що показує як легко і просто можна інтерпретувати статистичні таблиці і графі на практиці. Має динамічний розмір таблиць. Таблиця допускається аж до 4000

стовпців. MiniTab має потужний і в той же час легку у використанні макро мову програмування [2].

Systat здатна провести швидкий, що відповідає найсуворішим вимогам статистичний аналіз і побудувати графіки результатів. Додаткові аналітичні засоби і процедури дозволяють Systat залишатися в перших рядах статистичних програм для Windows. Systat пропонує рішення для аналізу даних в різних областях науки і виробництва, включаючи біологію, медицину, екологію, автомобільну та телекомунікаційну індустрію, промислові експерименти і багато інших. Її продукти застосовуються для статистичного аналізу, наукових досліджень, моделювання і прогнозування [2].

Statistica — це сучасний пакет статистичного аналізу, в якому реалізовані всі новітні комп'ютерні та математичні методи аналізу даних. Програма призначена для всіх галузей промисловості (бізнес, наука, навчання). У ній реалізовано всі можливі функції для статистичної обробки даних плюс до цього: можливість побудови графіків, бази даних і т.д [2].

Для визначення характерних представників транспортного потоку доречно використовувати кластерний аналіз. Одною з варіантів мети кластеризації є стиснення даних виборки та залишити по одному типовому представнику з кожної групи.

Термін кластерний аналіз (уперше ввів Трюон, 1939) у дійсності містить у собі набір різних алгоритмів класифікації. Загальне питання, що задають дослідники в багатьох областях, полягає в тому, як організувати спостережувані дані в наочні структури, тобто розгорнути таксономії [8].

Фактично, кластерний аналіз є не стільки звичайним статистичним методом, скільки "набором" різних алгоритмів "розподілу об'єктів по кластерах". Існує точка зору, що на відміну від багатьох інших статистичних процедур, методи кластерного аналізу використовуються в більшості випадків тоді, коли немає яких-небудь апріорних гіпотез щодо класів, але усе ще відбувається етап описової стадії дослідження. Варто розуміти, що кластерний аналіз визначає "найбільше можливо значиме рішення".

Кластерний аналіз поєднує різні процедури, які використовуються для проведення класифікації. У результаті застосування цих процедур початкова сукупність об'єктів розділяється на кластери або групи (класи) схожих між собою об'єктів. Під кластером звичайно розуміють групу об'єктів, що володіє властивістю щільності (щільність об'єктів усередині кластера вище, ніж поза ним), дисперсією, віддільністю від інших кластерів, формою (наприклад, кластер може мати обриси гіперсфери або еліпсоїда), розміром. Звичайно, дане визначення не є твердим (твердого визначення не існує взагалі). Це лише вербальний опис кластера із зазначеними деякими його інтуїтивними ясними властивостями.

Найбільше часто методи кластерного аналізу використовуються в соціології, маркетингових дослідженнях, економіці, біології, археології й т.д. Щораз, коли необхідно класифікувати "гори" інформації до придатного для подальшої обробки групам, кластерний аналіз виявляється досить корисним й ефективним.

Складність завдань кластерного аналізу полягає в тому, що реальні об'єкти є багатомірними, тобто описуються не одним, а декількома параметрами й об'єднання об'єктів у групи проводиться в просторі багатьох вимірів, що досить нетривіально. Крім того, дані можуть носити нечисловий характер.

У цілому, методи кластеризації діляться на агломеративні (від слова агломерат - скопище) і ітеративні дивізивні (від слова division - розподіл, поділ).

В агломеративних, або об'єднавчих методах відбувається послідовне об'єднання найбільш близьких об'єктів в один кластер. Процес такого послідовного об'єднання можна показати на графіку у вигляді дендрограми, або дерева об'єднання.

Призначення алгоритма об'єднання складається в об'єднанні об'єктів у досить більші кластери, використовуючи деяку міру подібності або відстань між об'єктами. Типовим результатом такої кластеризації є ієрархічне дерево.

Горизонтальна деревоподібна діаграма починається з кожного об'єкта в класі (у лівій частині діаграми). Якщо представити, що поступово (дуже малими кроками) "послабляється" критерій про те, які об'єкти є унікальними, а які ні. Інакше кажучи, знижується поріг, що відноситься до рішення про об'єднання двох або більше об'єктів в один кластер.

У результаті, зв'язується разом все більше й більше число об'єктів й агрегується (поєднується) усе більше й більше кластерів, що складаються з елементів, які все сильніше розрізняються. Остаточно, на останньому кроці всі об'єкти поєднуються разом.

На цих діаграмах горизонтальні осі представляють відстань об'єднання (у вертикальних деревоподібних діаграмах вертикальні осі представляють відстань об'єднання). Так, для кожного вузла в графі (там, де формується новий кластер) можна бачити величину відстані, для якого відповідні елементи зв'язуються в новий єдиний кластер. Коли дані мають ясну "структуру" у термінах кластерів об'єктів, подібних між собою, тоді ця структура, швидше за все, повинна бути відбита в ієрархічному дереві різними гілками. У результаті успішного аналізу методом об'єднання з'являється можливість виявити кластери (гілки) і інтерпретувати їх.

Це зручне представлення дозволяє наочно представити кластеризацію агломеративними алгоритмами.

Модуль Кластерний аналіз містить ефективну двувхідну процедуру об'єднання, що дозволяє кластеризувати спостереження або змінні. Однак двувхідне об'єднання використовується (відносно рідко) в обставинах, коли очікується, що й спостереження й змінні одночасно вносять вклад у виявлення осмислених кластерів.

Метод k -середніх істотно відрізняється від таких агломеративних методів, як деревовидна кластеризація і двувхідне об'єднання. У загальному випадку метод k - середніх буде рівно k різних кластерів, розташованих на можливо більших відстанях один від одного [8].

З обчислювальної точки зору можна розглядати цей метод, як дисперсійний аналіз. Програма починає з k випадково обраних кластерів, а потім змінює приналежність об'єктів до них, щоб: (1) - мінімізувати мінливість усередині кластерів, і (2) - максимізувати мінливість між кластерами. Даний спосіб аналогічний методу "дисперсійний аналіз (ANOVA) навпаки" у тому розумінні, що критерій значимості в дисперсійному аналізі порівнює міжгрупову мінливість із внутрігруповою при перевірці гіпотези про те, що середні в групах відрізняються друг від одного. У кластеризації методом k середніх програма переміщує об'єкти (тобто спостереження) з одних груп (кластерів) в інші для того, щоб одержати найбільш значимий результат при проведенні дисперсійного аналізу (ANOVA).

Звичайно, коли результати кластерного аналізу методом k - середніх отримані, можна розрахувати середні для кожного кластера по кожному виміру, щоб оцінити, наскільки кластери розрізняються один від одного. В ідеалі необхідно одержати середні, які сильно розрізняються для більшості, якщо не для всіх вимірів, використовуваних в аналізі. Значення F -статистики, отримані для кожного виміру, є іншим індикатором того, що наскільки добре вимір, який відповідає дискримінує кластери.

Даний метод працює безпосередньо з об'єктами, а не з матрицею подібностей.

У методі k -середніх об'єкт належить до того класу, відстань до якого мінімальна. Відстань розуміється як евклідова відстань, тобто об'єкти розглядаються, як крапки евклідового простору.

Принципово метод k -середніх «працює» у такий спосіб:

- 1) спочатку задається деяка розбивка даних на кластери; обчислюються центри ваги кластерів;
- 2) відбувається переміщення крапок; кожна крапка поміщається в найближчий до неї кластер;
- 3) обчислюються центри ваги нових кластерів;

4) кроки 2) і 3) повторюються, поки не буде знайдено стабільна конфігурація або число ітерацій не перевищить задане користувачем.

Підсумкова конфігурація і являється шуканою.

Вихідними даними для аналізу можуть бути властиво об'єкти і їхні параметри. Дані для аналізу можуть бути також представлені матрицею відстаней між об'єктами, у якій на перетинанні рядка з номером i та стовпця з номером j записана відстань між i -м й j -м об'єктом.

Якщо відстані дані не відразу, то агломеративні алгоритми починаються з обчислення відстаней між об'єктами.

Відстань між об'єктами - одна з мір подібності. Чим менше відстань, тим вони більше схожі. Для того щоб виміряти відстань між об'єктами часто використовують евклідову метрику. Приміром, якщо об'єкт описується двома параметрами, то він може бути зображений крапкою на площині, а відстань між об'єктами - це відстань між крапками, обчислена по теоремі Піфагора.

Важливою мірою подібності, що традиційно використовується в соціальних науках, є статистичні коефіцієнти кореляції, наприклад, коефіцієнт кореляції Пірсона.

Для бінарних даних часто обчислюють кількість параметрів, які співпадають у об'єктів. Далі це число ділять на загальне число параметрів й одержують міру подібності. Таким чином, побудовані міри називають коефіцієнтами асоціативності. Описаний вище коефіцієнт називають простим коефіцієнтом созустрічаємості.

При кластеризації доступні наступні міри подібності об'єктів: евклідова метрика, квадрат евклідової метрики, манхеттенська відстань, або «відстань міських кварталів», метрика Чебишева, метрика Мінковського, пірсоновський коефіцієнт кореляції, коефіцієнт созустрічаємості [8].

Евклідова відстань. Це, очевидно, найбільш загальний тип відстані. Вона попросту є геометричною відстанню в багатомірному просторі й обчислюється в такий спосіб [8]:

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i + y_i)^2}. \quad (2.1)$$

Помітимо, що евклідова відстань (і його квадрат) обчислюється по вихідним, а не за стандартизованим даними. Це звичайний спосіб його обчислення, що має певні переваги (наприклад, відстань між двома об'єктами не змінюється при введенні в аналіз нового об'єкта, що може виявитися викидом). Проте, на відстані можуть сильно впливати розходження між осями, по координатах яких обчислюються ці відстані. Приміром, якщо одна з осей обмірювана в сантиметрах, а ви потім переведете її в міліметри (множачи значення на 10), то остаточна евклідова відстань (або квадрат евклідової відстані), що обчислює по координатах, сильно зміниться, і, як наслідок, результати кластерного аналізу можуть сильно відрізнятись від попередніх.

Квадрат евклідової відстані. Іноді може виникнути бажання піднести до квадрату стандартну евклідову відстань, щоб додати більші ваги більш віддаленим один від одного об'єктам. Ця відстань обчислюється в такий спосіб [8]:

$$d(x, y) = \sum_{i=1}^n (x_i + y_i)^2 \quad (2.2)$$

Відстань міських кварталів (манхеттенська відстань). Ця відстань є просто середнім різностей по координатах. У більшості випадків ця міра відстані приводить до таких же результатів, як і для звичайної відстані Евкліда. Однак відзначимо, що для цієї міри вплив окремих великих різностей (викидів) зменшується (тому що вони не зводяться у квадрат). Манхеттенська відстань обчислюється по формулі [8]:

$$d(x, y) = \sum_{i=1}^n |x_i - y_i|. \quad (2.3)$$

Відстань Чебишева. Ця відстань може виявитися корисною, коли бажають визначити два об'єкти як «різні», якщо вони розрізняються по якій-небудь одній координаті (яким-небудь одним виміром). Відстань Чебишева обчислюється по формулі [8]:

$$d(x, y) = \max(|x_i - y_i|). \quad (2.4)$$

Ступенева відстань. Іноді бажають прогресивно збільшити або зменшити вагу, яка відноситься до розмірності, для якої відповідні об'єкти сильно відрізняються. Це може бути досягнуто з використанням ступенева відстані. Ступенева відстань обчислюється по формулі [8]:

$$d(x, y) = \sqrt[r]{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^p}. \quad (2.5)$$

де: r та p – параметри, обумовлені користувачем.

Існують наступні методи кластеризації - агломеративні методи: joining (tree clustering), two - way joining, а також метод k-середніх - k-means clustering.

Нижче представлені наступні правила ієрархічного об'єднання кластерів:

- Single linkage - метод одиночного зв'язку;
- Complete linkage - метод повного зв'язку;
- Unweighted pair group average - незважений метод «середнього зв'язку»;
- Weighted pair group average - зважений метод «середнього зв'язку»;
- Unweighted centroid pair group - незважений центроїдний метод;
- Weighted centroid pair group (median) - зважений центроїдний метод;
- Ward method - метод Уорда.

Дані алгоритми розрізняються правилами об'єднання об'єктів у кластери.

У методі одиночного зв'язку на першому кроці поєднуються два об'єкти, що мають між собою максимальну міру подібності. На наступному кроці до них приєднується об'єкт із максимальною мірою подібності з одним з об'єктів кластера. У такий спосіб процес триває далі. Отже, для включення об'єкта в кластер потрібна максимальна подібність лише із одним членом кластера. Звідси й назва методу одиночного зв'язку, потрібен тільки один зв'язок, щоб приєднати об'єкт до кластера: зв'язок нового елемента із кластером визначається тільки по одному з елементів кластера. Недоліком цього методу є утворення занадто великих «продовгуватих кластерів».

Метод повних зв'язків дозволяє усунути зазначений недолік. Тут міра подібності між об'єктом - кандидатом на включення в кластер і всіма членами кластера не може бути менше деякого граничного значення.

У методі середнього зв'язку міра подібності між кандидатом і членами кластера усереднюється, наприклад, береться просто середнє арифметичне мір подібностей.

Незважений метод «середнього зв'язку». У цьому методі відстань між двома різними кластерами обчислюється як середня відстань між всіма парами об'єктів у них. Метод ефективний, коли об'єкти в дійсності формують різні "гаї", однак він працює однаково добре й у випадках протяжних ("ланцюжкового" типу) кластерів.

Зважений метод «середнього зв'язку». Метод ідентичний методу незваженого попарного середнього, за винятком того, що при обчисленнях розмір відповідних кластерів (тобто число об'єктів, що втримуються в них) використовується як ваговий коефіцієнт. Тому пропонований метод повинен бути використаний (скоріше навіть, чим попередній), коли передбачаються нерівні розміри кластерів.

Незважений центроїдний метод. У цьому методі відстань між двома кластерами визначається як відстань між їхніми центрами ваги.

Зважений центроїдний метод (медіана). Цей метод ідентичний попереднього, за винятком того, що при обчисленнях використовуються ваги

для обліку різниці між розмірами кластерів (тобто числами об'єктів у них). Тому, якщо є (або підозрюються) значні відмінності в розмірах кластерів, цей метод виявляється переважніше попереднього.

Метод Уорда. Цей метод відрізняється від всіх інших методів, оскільки він використовує методи дисперсійного аналізу для оцінки відстаней між кластерами. Метод мінімізує суму квадратів (SS) для будь-яких двох (гіпотетичних) кластерів, які можуть бути сформовані на кожному кроці. Подробиці можна знайти в роботі Уорда (Ward, 1963). У цілому метод представляється дуже ефективним, однак він прагне створювати кластери малого розміру. Загальні відомості про кластерний аналіз наведені на слайді №6.

В загалом, кластеризація проводиться за певними параметрами, які задаються користувачем. Якщо отримані результати не дозволяють досить виразно виділити групи необхідно змінити кількість параметрів. Після того як об'єкти більш виразно групуються можна зробити висновок про знаходження оптимальної кластеризації і виявлення найвпливовіших параметрів [8].

2.4 Проведення статистичного аналізу отриманих даних

Для аналізу та виділення характерних представників транспортного потоку оптимальним є використання методу k-середніх, через те, що він є відносно простим та зручним у вирішенні поставленої задачі. У якості критерія за яким обирався характерний представник був коефіцієнт важливості тому, що він відображає на скільки той чи інший елемент у вибірці відповідає певній групі, та чим більше відповідність до кластерної групи тим більший цей коефіцієнт. Процес кластеризації зображено на слайді №7.

Після аналізу відеоряду були отримані значення кількості автомобілів та їх марки, отже для об'єднання було вирішено використовувати кількість автомобілів за маркою, їх довжину та приналежність до одного з класів. Аналіз проводився за допомогою програмного продукту Statistica. Застосування саме цієї програми обґрунтоване, тим що вона вміщує в собі

понад 200 функцій статистичного аналізу, а також функції кластеризації. Результат кластеризації, який проводився за допомогою методичних вказівок з [9], зображено на рисунку 2.3 та зображено на слайді №9.

Case ID	Between SS	df	Within SS	df	F	signif. p
Acura MDX	16193410	1	40,67	1	398198,5	0,001009
Audi a4	14855410	1	40,00	1	371385,3	0,001045
BMW 3	12064340	1	98,00	1	123105,6	0,001814
BMW 5	15980540	1	0,00	1		
BMW x5	15688130	1	0,00	1		
baa 2101	10975540	1	420,00	1	26132,2	0,003938
baa 2102	10967420	1	0,00	1		
baa 2103	11223070	1	287,67	1	39014,2	0,003223
baa 2104	11231280	1	180,67	1	62165,8	0,002553
baa 2105	11097600	1	4418,00	1	2511,9	0,012701
baa 2106	11236750	1	180,00	1	62426,4	0,002548
baa 2108	10602760	1	577,67	1	18354,5	0,004699
baa 2109	10562920	1	1200,67	1	8797,5	0,006787
baa 2112	11354750	1	3527,67	1	3218,8	0,011220
baa 2121	9272780	1	180,67	1	51325,3	0,002810
baa 2199	11659420	1	968,00	1	12044,9	0,005801
Lada Kalina	10838020	1	98,00	1	110592,0	0,001914
Lada Priora	13602190	1	98,67	1	137860,1	0,001715
газ 3102	16348200	1	97,67	1	167387,8	0,001556
Dacia logan	12212270	1	97,67	1	125040,3	0,001800
Geely mk	12507930	1	180,67	1	69232,1	0,002419
Geely lc	9687563	1	0,00	1		
Geely ck	11462310	1	40,67	1	281860,0	0,001199
Daewoo Matiz	8127048	1	40,67	1	199845,4	0,001424
Daewoo Nubra	13240260	1	180,00	1	73557,0	0,002347
Zac vida	12295150	1	180,00	1	88306,4	0,002436
Kia rio	12659240	1	40,67	1	312276,4	0,001139
DAEWOO LANOS	11010730	1	59167,67	1	186,	0,046584
Mazda 4	14991040	1	0,00	1		
Mazda cx-5	13813800	1	0,00	1		
Mercedes vito	16555200	1	180,67	1	91606,3	0,002103
Mercedes c205	13638350	1	0,00	1		
Mitsubishi outlander	14427400	1	0,00	1		
Mitsubishi colt	9662166	1	0,00	1		
Mitsubishi i200	16760130	1	0,00	1		
Mitsubishi lancer 10	13859360	1	180,67	1	76712,3	0,002299
Mitsubishi lancer 9	13362350	1	97,67	1	136815,9	0,001721
nissan almera	14371630	1	288,67	1	49786,3	0,002853
nissan qashqai	12754580	1	0,00	1		
Nissan micra	9472754	1	180,00	1	52626,4	0,002775

Рисунок 2.3 – Процес аналізу транспортного потоку.

Вибір найбільш характерних представників базувався на значенні коефіцієнту важливості. Отже після проведення аналізу було виявлено, що найбільш характерними представниками транспортного потоку для легкових автомобілів став Daewoo Lanos, вантажний автомобіль ГАЗ 3302, автобус малої місткості Mercedes Sprinter їхні технічні характеристики наведені на слайді №9.

Daewoo Lanos (рисунок 2.4) — легковий передньопривідний автомобіль із варіантами кузова седан або хетчбек. Вперше був представлений на Женевському автосалоні 1997 року. В Україні випускається з 1998: спочатку методом великовузлового складання на Чорноморському заводі автоагрегатів, а 2004 року налагоджено повномасштабне виробництво на Запорізькому автомобілебудівному заводі. Двигун цього автомобіля

виробляється на Запорізькому автомобілебудівному заводі. Daewoo Lanos (заводський індекс T100), який був першим самостійним проектом компанії Daewoo, презентовано на Женевському автосалоні у 1997 році як заміна Daewoo Nexia.



Рисунок 2.4 - Daewoo Lanos

Автомобіль спроектовано науково-дослідним центром Daewoo в співпраці з німецькими і англійськими інжиніринговими компаніями. Дизайн кузова розробляло відоме італійське ательє ItalDesign під керівництвом Джорджетто Джуджаро. Двигуни, частково скопійовані у Opel, доводили фахівці інжинірингового підрозділу Porsche. Ходову частину тестували на полігоні технічного центру в Вортінзі. В квітні 2000 року з'явилася оновлена модель — Daewoo Lanos II (заводський індекс T150), що відрізняється іншими задніми ліхтарями і кришкою багажника. У тому ж році в Польщі почалося повномасштабне виробництво Daewoo Lanos і вже в 2001 році комплекти для

складання цієї моделі в Україні стали надходити з заводу FSO. Технічні характеристики наведені у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики Daewoo Lanos

Характеристика	Значення
1	2
Тип кузова.	Седан
Кількість місць.	5
Потужність двигуна, к.с.	110
Об'єм двигуна, см ³	1498
Розгін до 100 км/год, с	12,5
Максимальна швидкість, км/год	172
Витрата палива (при 90 км/год), л/100 км	5,7
Розмір шин.	R13
Маса, кг	1595
Геометричні розміри (ДхШхВ), мм.	4237x1678x1432
Колісна база, мм.	2520

Якщо порівнювати Daewoo Lanos та ГАЗ-24 перша та вітчужна різниця це об'єм двигуна, він майже на 1000 см³ менше ніж у «Волги», але у той же момент він на 10 кінських сил потужніший. Витрати палива теж істотно відрізняються. У «Ланоса» привід на передні колеса і це дає кращу керованість у зимовий період ні у задньопривідної «Волги». Не слід забувати, що Daewoo Lanos оснащений системою EBD. «Ланос» відповідає екологічному стандарту Євро-4, ГАЗ 24 – Євро-0.

ГАЗ 3302 «ГАЗель» (рисунок 2.5) — серія бортових автомобілів і шасі з кабіною 1,5-тонного класу вантажопідйомності. Серійно виробляється з липня 1994 року. Навантажувальна висота бортового вантажівки становить 1000 мм за рахунок застосування низькопрофільних шин, що істотно полегшує роботу з навантаження-розвантаження кузова. З червня 1995 року малою серією виробляється повнопривідна версія ГАЗ-33027 з постійним повним приводом і подвійними колесами на задньому мості, призначена для

експлуатації на дорогах всіх категорій, включаючи ґрунтові. З 2002 року розпочато масовий випуск подовженої версії шасі ГАЗ-330202 спочатку офіційно призначеної виключно для оснащення кузовами-автолавками та евакуаторними платформами, але надалі виробник розширив під родину подовжених «Газелей» за рахунок модифікацій з подовженою бортовою платформою, що дозволило в якійсь мірі закрити ринкову нішу між «Газеллю» і «Валдай». Однак вантажопідйомність «Газелі» залишається недостатньою. З січня 2003 року випускається рестайлінгова модель «ГАЗель-2». У 1994—2006 роках вироблялася модифікація 33021 з карбюраторними двигунами сімейства ЗМЗ-402.



Рисунок 2.5 – ГАЗ 3302

Складання автомобілів сімейства «ГАЗель» з російських машинокомплектів проводиться також на декількох підприємствах країн СНД та далекого зарубіжжя. У січні 2003 року з'явилася модель другого покоління, зовні відрізняється новими ґратами радіатора, бампером і світлотехнікою. В

серпні 2005 року була виготовлена мільйонна «ГАЗель». Технічні характеристики ГАЗ 3302 можна побачити у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики ГАЗ 3302

Характеристика	Значення
1	2
Маса, кг.	1750
Вантажопідйомність, т.	1,5
Потужність двигуна, к.с.	100
Об'єм двигуна, см ³	2445
Витрата палива, л/100 км	12,5
Геометричні розміри (ДхШхВ), мм.	5470x2098x2570
Колісна база, мм.	2900

ГАЗ 3302 не нова модель вантажного автомобіля, але при порівнянні її з УАЗ-451ДМ, можна побачити, що різниця між ними велика. «Газель» при такому ж об'єму двигуна його потужність більша на 30 кінських сил та витрата палива на 5 літрів менша. «Газель» майже на півтонни легша, але це не заважає мати більшу вантажопідйомність майже у два рази. Екологічний стандарт ГАЗ 3302 Євро-2, це не дуже екологічно, але все одно краще ніж у УАЗ-451ДМ, який відповідає стандарту Євро-0.

Автобус малої місткості Mercedes Sprinter має такі ж самі технічні характеристики, як і вантажний її варіант через те, що міські пасажирські перевізники використовують переобладнані вантажні автомобілі. На жаль автобус ЛАЗ-697Р та «Спрінтер» порівнювати неможливо у зв'язку з тим, що вони різних класів. ЛАЗ-697Р призначений для міжміських пасажирських перевезень, а навіть, якщо Mercedes Sprinter буде не переобладнаю вантажівкою, а в комплектації автобусу малої місткості, він призначений для приміського сполучення.

3 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Загальні відомості

Як можна побачити з результатів кластерного аналізу відбулася зміна характерних представників транспортного потоку. З ними змінилися і їхня взаємодія, це відображується у коефіцієнтах приведення. Коефіцієнти приведення, які застосовуються у методиці розрахунку приведеної інтенсивності на вулично-дорожній мережі міст України зображені у таблиці 3.1 [10].

Таблиця 3.1 — Коефіцієнти приведення за ДБН В.2.3.4-4:2007.

Тип транспортного засобу	Коефіцієнт приведення
Легковий автомобіль	1,0
Мікроавтобус	-
Вантажний автомобіль вантажопідйомністю до 2 т.	1,5
Вантажний автомобіль вантажопідйомністю від 2 т. до 6 т.	2,0
Автобус	3,0

Коефіцієнти приведення, які були отримані у сучасних умовах руху для регульованих перетинів наведені у таблиці 3.2 [11].

Таблиця 3.2 — Коефіцієнти приведення у сучасних умовах руху.

Тип транспортного засобу	Коефіцієнт приведення
Легковий автомобіль	1,0
Мікроавтобус	1,093
Вантажний автомобіль вантажопідйомністю до 2 т.	1,179
Вантажний автомобіль вантажопідйомністю від 2 т. до 6 т.	1,48
Автобус	1,839

Як можна побачити з таблиць у сучасних умовах коефіцієнти приведення змінилися, зі зміною складу транспортного потоку. Разом з цим змінилися і затримки транспортних засобів на регульованих перехрестях.

Річні втрати часу на регульованому перехресті визначаються за формулою [12]:

$$T_p = \frac{365 \cdot (N_{гол} + N_{друг}) \cdot t_0}{3600 \cdot k_n} \quad (3.1)$$

де: $N_{гол}$ — інтенсивність руху головною дорогою у години «пік»;

$N_{друг}$ — інтенсивність руху другорядною дорогою;

t_0 — середньозважена затримка одного приведенного автомобіля;

k_n — коефіцієнт нерівномірності руху автомобілів впродовж доби

(примаємо $k_n = 0,1$).

Середньозважена затримка одного транспортного засобу визнається за формулою [12]:

$$t_0 = \frac{\sum_{i=1}^m t_{0i} \cdot N_i}{\sum_{i=1}^m N_i} \quad (3.2)$$

де: m — кількість фаз регулювання;

t_{0i} — середня затримка в даній фазі в даному напрямку, с;

N_i — кількість автомобілів, які проходять перехрестя в годину «пік» в одній фазі в одному напрямку.

На регульованому перехресті середня затримка автомобілів у одній фазі регулювання t_{0i} в основному залежить від режиму регулювання. З

достатньою мірою точності її можна визначити за спрощеною формулою Вебстера [12]:

$$t_{01} = \frac{M_i \cdot (T_y - t_3)^2}{2 \cdot T_y (M_i - N_1^I)} \quad (3.3)$$

де: M_i — потік насичення у даному напрямку;

N_1^I — приведена інтенсивність руху у даному напрямку;

T_y — довжина світлофорного циклу на даному перехресті;

t_3 — час горіння зеленого сигналу для даного напрямку.

Для порівняння втрати часу розрахунки проводилися на перехресті проспекту Соборний та площі Запорізької. На рисунку 3.1 зображена інтенсивність у вечірню годину «пік».

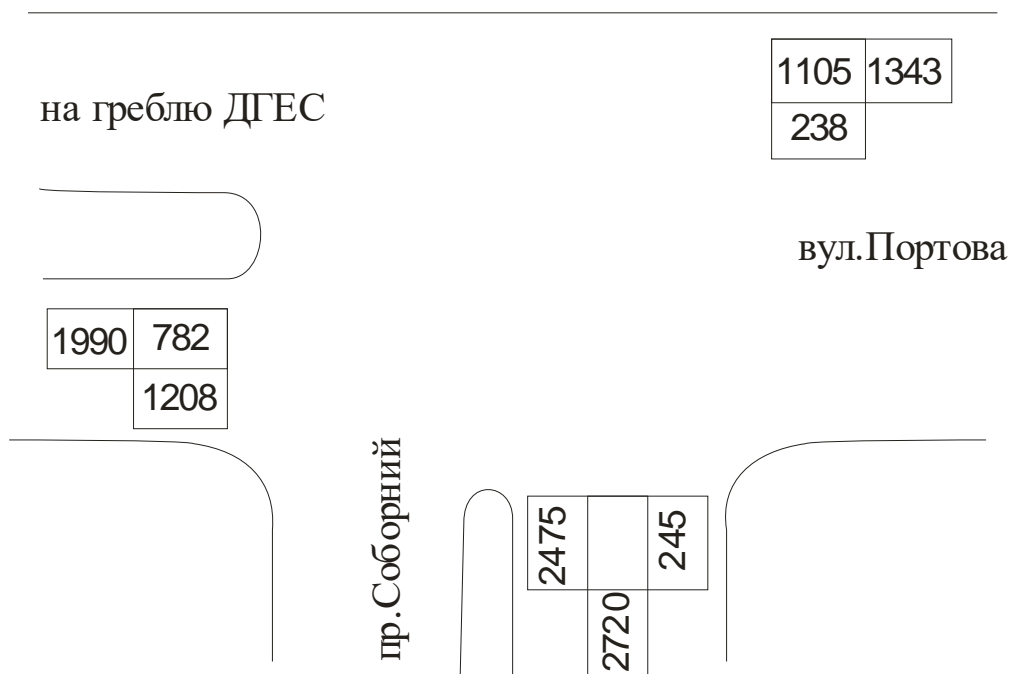


Рисунок 3.1 — Інтенсивність на перехресті проспект Соборний — площа Запорізька.

Склад транспортного потоку вантажні автомобілі вантажопідйомністю до 2 т. — 5%, вантажні автомобілі вантажопідйомністю від 2 т. до 6 т. — 4%, мікроавтобуси — 12%, легкові автомобілі — 79%. Тривалість світлофорного циклу складає 81 с. Циклограма роботи СФР на даному перехресті зображено на рисунку 3.2.

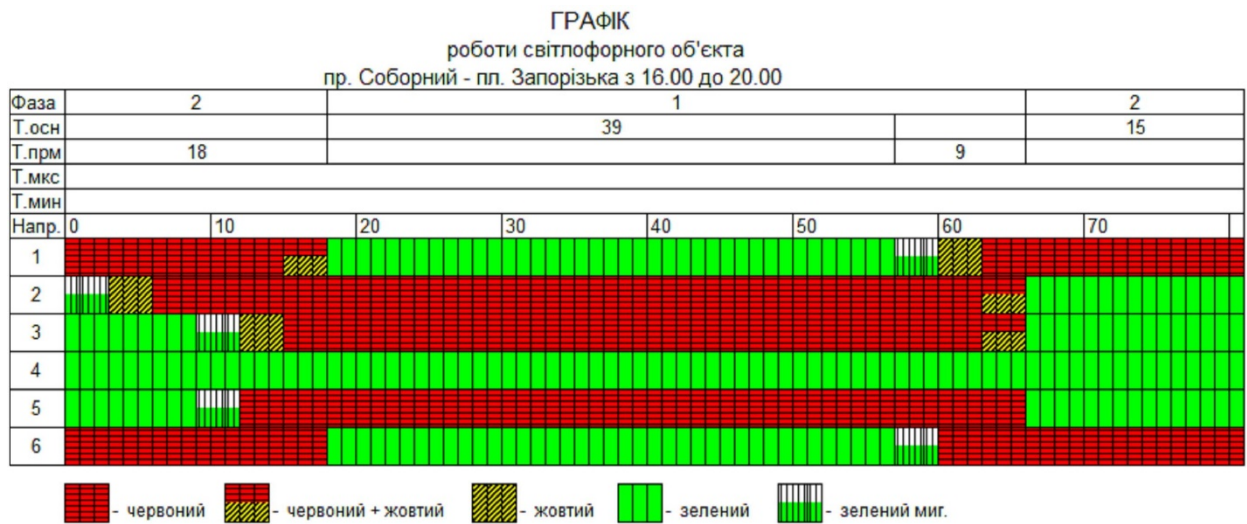


Рисунок 3.2 – Циклограма роботи світлофорного об'єкту у вечірній годині на перехресті проспект Соборний — площа Запорізька.

Підхід з греблі ДГЕС має 3 смуги руху по 3,5 м. кожна, рух з крайньої правої смуги відбувається лише направо. Підхід з вулиці Портової має 3 смуги руху по 3,5 м. кожна. Підхід з проспекту Соборний має 3 смуги руху дві по 3,75 м. та третю 4 м. завширшки, рух з крайніх лівих смуг відбувається тільки ліворуч, рух по крайній правій смузі дозволений в усіх напрямках. Тривалість горіння зеленого сигналу для підходу з греблі ДГЕС складає 27 секунд, для підходу з проспекту Соборний складає 42 секунди та з вулиці Портова — 18 секунд. Вартість години вантажного автомобіля вантажопідйомністю до 5 тон — 160 гривень, мікроавтобусу — 156 гривень, легкового автомобіля — 200 гривень, вантажного автомобіля вантажопідйомністю від 5 тон до 10 тон — 240 гривень. Вартість години одного пасажиру складає 19,34 гривні.

3.2 Розрахунок економічних показників існуючого варіанту

Розраховуємо приведену інтенсивність руху по напрямкам.

Проспект Соборний:

$$N_1^I = 2720 \cdot 0,04 \cdot 2,5 + 2720 \cdot 0,05 \cdot 1,5 + 2720 \cdot 0,79 \cdot 1 + 2720 \cdot 0,12 \cdot 1,5 = 3115 \text{авт} / \text{год}.$$

Виїзд з греблі ДГЕС:

$$N_2^I = 782 \cdot 0,04 \cdot 2,5 + 782 \cdot 0,05 \cdot 1,5 + 782 \cdot 0,79 \cdot 1 + 782 \cdot 0,12 \cdot 1,5 = 896 \text{авт} / \text{год}.$$

Вулиця Портова:

$$N_3^I = 1343 \cdot 0,04 \cdot 2,5 + 1343 \cdot 0,05 \cdot 1,5 + 1343 \cdot 0,79 \cdot 1 + 1343 \cdot 0,12 \cdot 1,5 = 1538 \text{авт} / \text{год}.$$

Розраховуємо потік насичення для підходів на перехресті у таблиці 3.3 вказаний потік насичення в залежності від ширини смуги руху [13].

Таблиця 3.3 — Потік насичення в залежності від ширини смуги руху.

Н, м	3,0	3,3	3,6	4,2	4,8	5,2
М _н , од./год	1850	1875	1950	2075	2475	2700

Потік насичення для смуги руху шириною 3,5 метри:

$$M_H = 1875 + \frac{(3,5 - 3,3)}{(3,6 - 3,3)} \cdot (1950 - 1875) = 1925 \text{авт} / \text{год}.$$

Потік насичення для смуги руху шириною 3,75 метри:

$$M_H = 1950 + \frac{(3,75 - 3,6)}{(4,2 - 3,6)} \cdot (2075 - 1950) = 1983 \text{ авт / год.}$$

Потік насичення для смуги руху шириною 4 метри:

$$M_H = 1950 + \frac{(4,0 - 3,6)}{(4,2 - 3,6)} \cdot (2075 - 1950) = 2034 \text{ авт / год.}$$

Розраховуємо потік насичення для підходу з проспекту Соборний:

$$M_1 = 2 \cdot 1983 + 2034 = 6000 \text{ авт / год.}$$

Потік насичення для підходу з греблі ДГЕС:

$$M_2 = 2 \cdot 1925 = 3850 \text{ авт / год.}$$

Потік насичення для підходу з вулиці Портова:

$$M_3 = 3 \cdot 1925 = 5775 \text{ авт / год.}$$

Розраховуємо середню затримку одного приведеного автомобіля перед перехрестям.

Для підходу зі сторони проспекту Соборного:

$$t_{01} = \frac{6000 \cdot (81 - 42)^2}{2 \cdot 81 \cdot (6000 - 3115)} \approx 19,53 \text{ с.}$$

Для підходу зі стороно виїзду з греблі ДГЕС:

$$t_{02} = \frac{3850 \cdot (81 - 27)^2}{2 \cdot 81 \cdot (3850 - 896)} \approx 23,46c.$$

Для підходу зі сторони вулиці Портової:

$$t_{03} = \frac{5775 \cdot (81 - 18)^2}{2 \cdot 81 \cdot (5775 - 1538)} \approx 33,39c.$$

Визначаємо середньозважену затримку одного автомобіля на перехресті.

$$t_0 = \frac{19,53 \cdot 3115 + 23,46 \cdot 896 + 33,39 \cdot 1538}{3115 + 896 + 1538} \approx 24,01c.$$

Визначаємо річні втрати часу на перехресті.

$$T_p = \frac{365 \cdot (2720 + 782 + 1343) \cdot 24,01}{3600 \cdot 0,1} \approx 117919,09год.$$

Розраховуємо вартість втрат пов'язаних із втратою часу на перехресті.

$$C_{mp} = 117919,09 \cdot (0,05 \cdot 160 + 0,04 \cdot 240 + 0,79 \cdot 200 + 0,12 \cdot 156) = 22914037грн.$$

Розраховуємо вартість втраченого пасажирями часу за рік.

$$C_{nac}^p = 117919,09 \cdot 19,34 \cdot (0,12 \cdot 18 \cdot 0,75 + 0,79 \cdot 5 \cdot 0,4) = 7297777грн.$$

Втрати часу на даному перехресті дуже великі, це пов'язано з великою інтенсивністю руху. Розрахунок втрат часу на підході до регульованого

перехрестя базується на приведеній інтенсивності руху транспортних засобів. Зі зміною характерних представників транспортних засобів різних груп змінюються і коефіцієнти приведення.

3.3 Розрахунок економічних показників проектного варіанту

Розраховуємо приведену інтенсивність руху по напрямкам.

Проспект Соборний:

$$N_1^I = 2720 \cdot 0,05 \cdot 1,179 + 2720 \cdot 0,04 \cdot 1,647 + 2720 \cdot 0,79 \cdot 1 + 2720 \cdot 0,12 \cdot 1,093 = 2846 \text{авт} / \text{год}.$$

Виїзд з греблі ДГЕС:

$$N_2^I = 782 \cdot 0,04 \cdot 1,647 + 782 \cdot 0,05 \cdot 1,179 + 782 \cdot 0,79 \cdot 1 + 782 \cdot 0,12 \cdot 1,093 = 818 \text{авт} / \text{год}.$$

Вулиця Портова:

$$N_3^I = 1343 \cdot 0,04 \cdot 1,647 + 1343 \cdot 0,05 \cdot 1,179 + 1343 \cdot 0,79 \cdot 1 + 1343 \cdot 0,12 \cdot 1,093 = 1404 \text{авт} / \text{год}.$$

Розраховуємо середню затримку одного приведеного автомобіля перед перехрестям.

Для підходу зі сторони проспекту Соборного:

$$t_{01} = \frac{6000 \cdot (81 - 42)^2}{2 \cdot 81 \cdot (6000 - 2846)} \approx 17,86 \text{с}.$$

Для підходу зі стороно виїзду з греблі ДГЕС:

$$t_{02} = \frac{3850 \cdot (81 - 27)^2}{2 \cdot 81 \cdot (3850 - 818)} \approx 22,86c.$$

Для підходу зі сторони вулиці Портової:

$$t_{03} = \frac{5775 \cdot (81 - 18)^2}{2 \cdot 81 \cdot (5775 - 1404)} \approx 32,37c.$$

Визначаємо середньозважену затримку одного автомобіля на перехресті.

$$t_0 = \frac{17,86 \cdot 2846 + 22,86 \cdot 818 + 32,37 \cdot 1404}{2846 + 818 + 1404} \approx 22,69c.$$

Визначаємо річні втрати часу на перехресті.

$$T_p = \frac{365 \cdot (2720 + 782 + 1343) \cdot 22,69}{3600 \cdot 0,1} \approx 111442,97год.$$

Розраховуємо вартість втрат пов'язаних із втратою часу на перехресті.

$$C_{mp} = 111442,97 \cdot (0,05 \cdot 160 + 0,04 \cdot 240 + 0,79 \cdot 200 + 0,12 \cdot 156) = 21655598грн.$$

Розраховуємо вартість втраченого пасажирями часу за рік.

$$C_{nac}^p = 111442,97 \cdot 19,34 \cdot (0,12 \cdot 18 \cdot 0,75 + 0,79 \cdot 5 \cdot 0,4) = 6896982грн.$$

Визначаємо економічний ефект від зміни коефіцієнтів приведення, які залежать від характеристик представників транспортного потоку.

Витрати пов'язані з втратою часу транспортними засобами:

$$E_{TC} = 22914037 - 21655598 = 1258439 \text{ грн.}$$

Витрати пов'язані з втратою часу пасажирями транспортних засобів:

$$E_{nac} = 7297777 - 6896982 = 400795 \text{ грн.}$$

Загальний економічний ефект пов'язані з різницею у коефіцієнтах приведення.

$$E = 1258439 + 400795 = 1659234 \text{ грн.}$$

Різниця лише на одному перехресті за рік складає 1659234 гривень, це свідчить про те, що коефіцієнти приведення, та загалом майже усі показники роботи транспорту є застарілими та потребують оновлення у відповідності до сучасних умов. Показники втрат часу та їхній вплив на економічні показники зображено на слайді №10.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Тема магістерської роботи: «Дослідження складу транспортних потоків у м. Запоріжжі із застосуванням кластерного аналізу»

У магістерській роботі проводиться дослідження складу транспортного потоку на вулично дорожній мережі м.Запоріжжя. Під час проведення цього дослідження можуть трапитися різні небезпеки.

4.1 Аналіз потенційних небезпек

1. Спостереження транспортного потоку проводиться за допомогою відеозйомки, яка проводиться біля краю проїзної частини з автомобіля. Неправильне позначення спостережного пункту біля краю проїзної частини може призвести до ДТП, а саме наїзд на нерухому перешкоду, що також може привести до травмування, або гибелі людей.

2. Робота у сучасному офісі пов'язана з електричним обладнанням. Користування обладнанням, що не має заземлення, може привести до ураження персоналу током, що приведе до травм, або, навіть загибелі людини.

3. Тривала робота за комп'ютером може стати причиною порушень постави або викривлення хребта, ці наслідки може спричинити недостатнє виконання вимог ергономіки.

4. При інтенсивній роботі за комп'ютером суттєвий вплив на людину надає навколишня температура. При нижчій температурі за норму, або вищій, у робочому приміщенні, людина буде відчувати дискомфорт. Комфорт робітника також залежить від відносної вологості повітря у офісі. Перевищення швидкості руху повітря у приміщенні сприяють захворюванні людини.

5. Недостатня освітленість приміщення впливає на втомленість очей працівника, що також може призвести до травмувань.

6. Комп'ютер – це механічний пристрій, який виробляє шум. Джерелами шуму при роботі з ПК є: жорсткий диск, вентилятор блока живлення мережі, вентилятор, розташований на процесорі, швидкісні CD-ROM, механічні сканери, пересувні механічні частини принтера. Шум погіршує умови праці, роблячи шкідливий вплив на організм людини. Люди, які працюють в умовах тривалого шумового впливу відчувають дратівливість, головні болі, запаморочення, зниження пам'яті, підвищену стомлюваність, зниження апетиту, біль у вухах, тощо. Цей шум також негативно впливає на людину.

7. Вібрація негативно впливає на людину. При незначній вібрації людина не відчуває дискомфорту, але при тривалому впливі можна відчути дискомфорт. У старих комп'ютерах основними джерелами являються CD-дисководи, принтери, вентилятори у системному блоку.

8. Відеодисплейний термінал порушує рівновагу між позитивно і негативно зарядженими іонами в повітрі. Електростатичне поле дисплея притягає негативні іони, порушуючи тим самим загальний баланс атмосфери. Це також шкодить здоров'ю. Вже через годину роботи біля монітора спостерігається майже повне зникнення негативних іонів.

9. Під час роботи у офісі, де є велика кількість електроніки, існує імовірність того, що якась одиниця техніки вийде з ладу і загориться. Наприклад, через коротке замикання. Також, якщо внутрішня частина комп'ютера запилена, то ЕОМ не встигає остивати і температура деталей становиться висока, що може призвести до пожежі.

10. Якщо зробити неправильну обстановку меблів, то у разі евакуації люди можуть спотикатися через ці меблі, що є дуже небезпечним і може призвести до надзвичайної ситуації – гибелі людей.

4.2 Заходи по забезпеченню безпеки

1. Для запобігання ДТП спостережний пункт потрібно позначити згідно вимог СОУ 452-000181112-006:2006 «Безпека дорожнього руху». Схема позначення пункту спостереження за транспортним потоком зображено на рисунку 4.1.

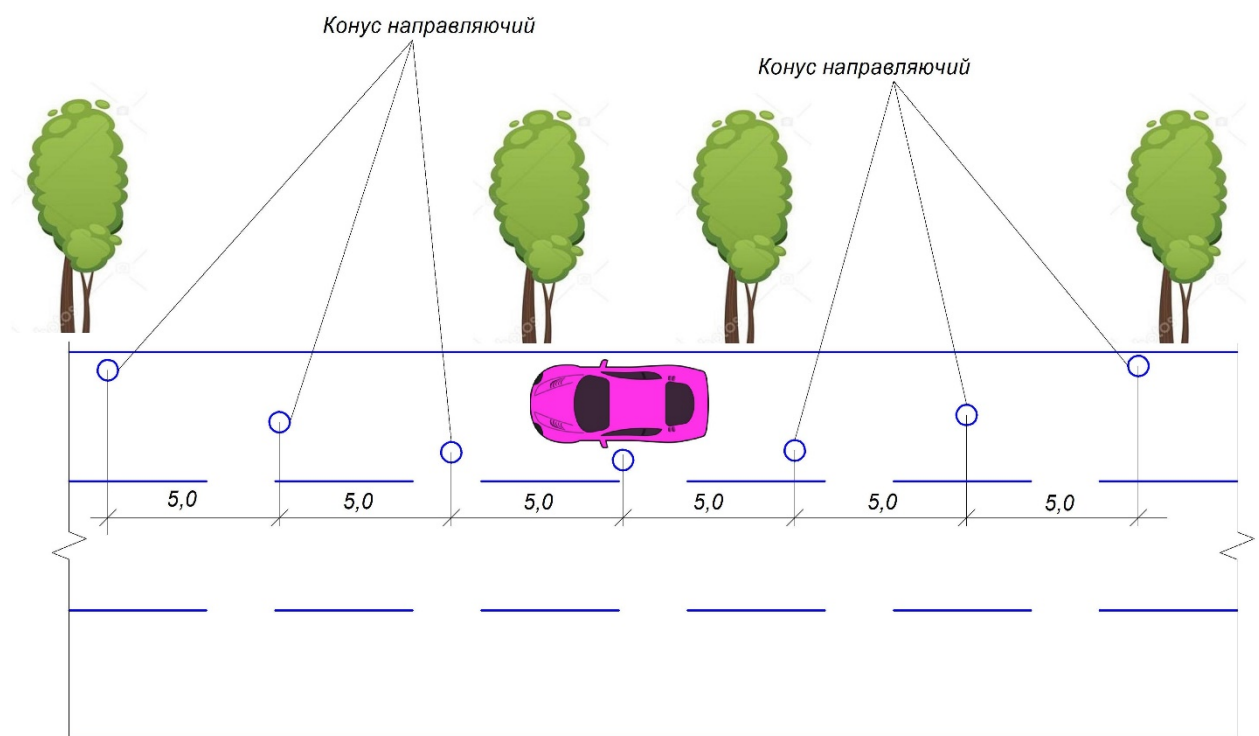


Рисунок 4.1 – Схема позначення пункту спостереження.

2. Для запобігання ураження електричним током слід дотримуватися вимог ДБН В.2.5-27 живлення електрообладнання слід здійснювати від мережі 380В/220В із системою заземлення типу TN-S або TN-C-S. За ступенем надійності електропостачання офісне приміщення слід відносити до III класу (будинки установ, організацій, офісів за чисельності працюючих до 50 осіб включно незалежно від кількості поверхів) згідно таблиці 2.1 п.2.2 ДБН В.2.5-27.

3. Для того, щоб осанка у людини, яка працює на комп'ютері була правильною, необхідно розміщувати усі сенсори управління комп'ютером

правильно. Згідно з ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» робочий стіл повинен мати простір для ніг заввишки не менше ніж 600 мм, завширшки не менше ніж 500 мм, завглибшки (на рівні колін) не менше ніж 450 мм, на рівні простягнутої ноги - ніж 650 мм.

Клавіатуру слід розташовувати на поверхні столу на відстані 100...300 мм від краю, звернутого до працюючого. У конструкції клавіатури має передбачатися опорний пристрій (виготовлений із матеріалу з високим коефіцієнтом тертя, що перешкоджає мимовольному її зсуву), який дає змогу змінювати кут нахилу поверхні клавіатури у межах 5...15 град. Висота середнього рядка клавіш має не перевищувати 30 мм.

Екран комп'ютера має розташовуватися на оптимальній відстані від очей користувача, що становить 600...700 мм, але не ближче ніж за 600 мм з урахуванням розміру літерно-цифрових знаків і символів.

При організації праці, що пов'язана з використанням комп'ютера, для збереження здоров'я працюючих, запобігання професійним захворювання і підтримки працездатності слід передбачити внутрішньозмінні регламентовані перерви для відпочинку.

Внутрішньозмінні режими праці і відпочинку мають передбачати додаткові нетривалі перерви в періоди, що передують появі об'єктивних і суб'єктивних ознак втомлення і зниження працездатності.

Згідно з ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» робочий стілець має бути підйомно-поворотним, регульованим за висотою, з кутом і нахилу сидіння та спинки і за відстанню від спинки до переднього краю сидіння поверхня сидіння має бути плоскою, передній край - заокругленим. Регулювання за кожним із параметрів має здійснюватися незалежно, легко і надійно фіксуватися. Висота поверхні сидіння має регулюватися в межах 400...500 мм, а ширина і глибина становити не менше

ніж 400 мм. Кут нахилу сидіння - до 15 град. вперед і до 5 град. назад. Висота спинки стільця має становити (300+-20) мм, ширина - не менше ніж 380 мм, радіус кривизни горизонтальної площини - 400 мм. Для зниження статичного напруження м'язів верхніх кінцівок слід використовувати стаціонарні або змінні підлокітники завдовжки не менше ніж 250 мм, завширшки 50...70 мм, що регулюються за висотою над сидінням у межах 230...260 мм і відстанню між підлокітниками в межах 350...500 мм.

4.3 Заходи по забезпеченню санітарних норм

1. Відповідно вимогам ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» у виробничих приміщеннях на робочих місцях з комп'ютерною технікою мають забезпечуватись оптимальні значення параметрів мікроклімату (температури, відносної вологості, швидкості руху повітря). При виконанні робіт в залах обчислювальної техніки повинні дотримуватися оптимальні умови мікроклімату. Ці норми приведені у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Норми мікроклімату для приміщень з комп'ютерною технікою

Пора року	Категорія робіт	Температура повітря, °С, не більше	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодна	середня - 2а	19-21	40-60	0,2
Тепла	середня - 2а	21-23	40-60	0,3

У таблиці приведені значення мікроклімату для робочого офісу з комп'ютерами. Для того, щоб добитися цих показників необхідно використовувати приточно-витяжну вентиляцію.

2. Відповідно до ДБН В.2.5.-28-2006 «Природне і штучне освітлення» приміщення для робіт з ПК повинні мати природне та штучне освітлення. Покриття підлоги повинно бути матовим з коефіцієнтом відбиття 0,3-0,5. Та згідно ГОСТ 12.2.032-78.ССБТ «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования», освітлення робочого стола природним світлом повинно бути зліва. Відстань від стіни з вікнами повинна бути не менше 1,5 м, від інших стін – 1 м. Кут між екраном монітора і площиною вікна – 90°. Приміщення з постійним перебуванням людей повинно мати, як правило, природне освітлення. Коефіцієнт природної освітленості має бути не нижче 1,5%. Яскравість світлових поверхонь, таких, як вікна, джерела штучного освітлення, що розташовані в полі зору, не повинна перевищувати 200 кд/м². Яскравість відблисків на екрані монітору не повинна перевищувати 40 кд/м². Яскравість стелі при застосуванні системи відбитого освітлення не повинна перевищувати 200 кд/м². Коефіцієнт пульсації освітленості не повинен перевищувати 5%.

Згідно до ДБН В.2.5.-28-2006 «Природне і штучне освітлення» штучне освітлення має здійснюватися системою загального рівномірного освітлення, допускається застосування системи комбінованого освітлення. Значення освітленості на поверхні робочого столу має не перевищувати 300 лк. В якості джерела штучного освітлення мають застосовуватись переважно люмінесцентні лампи типу ЛБ, допускається застосування ламп розжарювання у світильниках місцевого освітлення. Заборонено застосовувати світильники без розсіювачів та екрануючих ґраток.

3. Згідно ДСанПІН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» допустимі рівні звукового тиску залежать від частоти цього шуму.

Для професій, які пов'язані з роботою за комп'ютером ці значення приведені у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Допустимі рівні звуку, еквівалентні рівні звуку і рівні звукового тиску в октанових смугах

Вид трудової діяльності, робочі місця	Рівні звукового тиску, дБ									Еквівалентні рівні звуку, дБАекв
	в октанових смугах із середньо геометричними частотами, Гц									
	31,5	63	123	250	500	1000	2000	4000	8000	
Програмісти	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Оператори комп'ютерного набору	96	83	74	68	63	60	57	53	54	65

Зниження загального рівня шуму досягається зниженням шуму від окремих елементів. Можна використовувати блоки живлення ПК з вентиляторами на гумових підвісках. Використовувати комп'ютери, в яких термодавачі вмонтовані в блоці живлення та в критичних точках материнської плати, які дозволяють програмним шляхом регулювати як моменти ввімкнення вентиляторів, так і швидкість їх обертання. Переведення жорсткого диску у режим сплячки, якщо комп'ютер не працює протягом визначеного часу. Використання ЕОМ, в яких вентилятор на процесорі встановлено виробником. Застосовувати принтери колективного користування, які знаходяться на значній відстані від більшості робочих місць користувачів ПК. Також для зменшення розповсюдження шуму можна добитися розташовувавши звукоізолююче відгородження у вигляді стін, перегородок, тощо. Ще можна зменшити шум шляхом розміщення на стінах спеціальних матеріалів, які поглинають звук.

4. У сучасних комп'ютерах вібрація зовсім незначна, яку навіть не помічають. В наш час вібрація від комп'ютера не є питанням, яке треба вирішувати. Але якщо все одно у користувача є якийсь елемент, який віддає

вібрацію, можна використати віброізолюючі килимки, згідно вимог ДСП 173-96.

5. За ГН 2152-90 «Санітарно-гігієнічні норми допустимих рівнів іонізації повітря виробничих та громадських приміщень» норми рівнів позитивних і негативних іонів у повітрі приміщень з ЕОМ наведені у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Рівні іонізації повітря приміщень з ЕОМ

Рівні іонізації повітря	Кількість іонів на 1см ³ повітря	
	n+	n-
Мінімально необхідні	400	600
Оптимальні	1500-3000	3000-5000
Максимально допустимі	50000	50000

Підтримувати оптимальний рівень легких позитивних і негативних аероіонів (аеронів) у повітрі на робочих місцях рекомендується за допомогою біполярних коронних аероіонізаторів. У приміщеннях з комп'ютером має бути забезпечений 3-кратний обмін повітря за годину. Для забезпечення постійних параметрів мікроклімату у приміщеннях можуть бути встановлені побутові кондиціонери.

4.4 Заходи з пожежної безпеки

У приміщеннях для роботи з ПК необхідно проводити щоденне вологе прибирання та регулярне провітрювання протягом робочого дня. Видалення пилу з екрану необхідно проводити не рідше одного разу на день.

В якості профілактичних заходів для забезпечення пожежної безпеки слід використовувати скриту електромережу, надійні розетки з пожежобезпечних матеріалів, силові мережі живлення устаткування виконувати кабелями, розрахованими на підключення в 3-5 разів більшого навантаження, включати й виключати живлення обладнання за допомогою штатних вимикачів. Треба

регулярно робити очистку внутрішніх частин комп'ютерів, іншого устаткування від пилу, розташовувати комп'ютери на окремих неспалюваних столах. Для запобігання іскріння необхідно рідше встромляти і виймати штепсельні вилки з розеток.

Для визначення необхідної кількості вогнегасників згідно НАПБ. Б. 03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» нам необхідно спочатку дізнатися декілька показників.

Клас пожежу (Е) – горіння електроустановок, які знаходяться під напругою електричного струму. Категорія приміщення – Г. Площа приміщення – до 50 м². За таблицею у вищевказаному стандарті та за цими даними вибираємо необхідну кількість вогнегасників – 2 вогнегасники ВП-5.

4.5 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

Меблі й обладнання слід розміщати так, щоб забезпечувався вільний евакуаційний прохід до виходу з приміщення. Навпроти дверного прорізу необхідно залишати прохід, який повинен дорівнювати ширині дверей, але не менше 1,0 м.

Про виникнення пожежі в приміщеннях негайно повідомити пожежну охорону за міським телефоном 101. При цьому необхідно назвати адресу, зазначити кількість поверхів будівлі, місце виникнення пожежі, обстановку на пожежі, наявність людей, а також повідомити своє прізвище.

Вжити (по можливості) заходи на евакуацію людей, гасіння (локалізацію) пожежі з використанням первинних засобів пожежегасіння та на збереження матеріальних цінностей.

Повідомити про виникнення пожежі керівника (заступників керівника) чи відповідальну компетентну посадову особу та чергового охорони.

У разі необхідності, викликати інші аварійно-рятувальні служби (медичну, газорятувальну тощо).

4.6 Висновки до розділу охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях

1. Позначення місця спостереження виконується згідно вимог СОУ 452-000181112-006:2006 «Безпека дорожнього руху».

2. Електропостачання офісу слід виконувати згідно вимог ДБН В.2.5-27.

3. Робоче місце для правильного положення під час роботи необхідно обставити за ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин».

4. Мікроклімат у приміщенні має бути за ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».

5. Яскравість поверхонь, які оточують робітника, має відповідати нормам ГОСТ 12.2.032-78.ССБТ «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» та ДБН В.2.5.-28-2006 «Природне і штучне освітлення». Освітлення на робочу місці має бути за нормами ДБН В.2.5.-28-2006 «Природне і штучне освітлення».

6. Звуковий шум у офісі має відповідати нормам ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин».

7. У наш час вібрація від ЕОМ не значна, тому це не є проблемою при обладнанні офісу.

8. За ГН 2152-80 «Санітарно-гігієнічні норми допустимих рівнів іонізації повітря виробничих та громадських приміщень» треба стежити за рівнем позитивних і негативних іонів.

9. Кількість вогнегасників, які повинні бути встановлені у офісі визначаємо за НАПБ. Б. 03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною

небезпекою» та згідно ДБН В. 1.1.7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва».

10. Розглянуто заходи у надзвичайних ситуаціях, які необхідно взяти.

ВИСНОВКИ

Під час виконання магістерської роботи був досліджений транспортний потік на вулично-дорожній мережі міста Запоріжжя у результаті була отримана вибірка з моделями транспортних засобів різних видів, загальна кількість моделей склала 87 одиниць. За допомогою програмного пакету STATISTICA та методичних вказівок роботи з цим програмним пакетом [9] була проведена кластеризація отриманих під час дослідження даних та виділення характерних представників транспортного потоку у сучасних умовах руху в місті Запоріжжя.

Результати кластерного аналізу відобразили зміну складу потоку та типових представників у кожному класі автомобілів. У сучасних умовах руху характерним представником для легкових автомобілів став Daewoo Lanos, для вантажних автомобілів малої вантажопідйомності — ГАЗ 3302, для транспортних засобів загального користування — Mercedes-Benz Sprinter. Була проведена порівняльна характеристика з характерними представниками транспортного потоку та виявлено, що сучасний транспорт більш економічний та екологічний, також суттєво відрізняється у динамічних показниках. Для відображення економічної впливу на різні показники від змін складу транспортного потоку, був проведений розрахунок вартості транспортних затримок на перехресті вулиці Портової — проспекту Соборного. Через зміну в динамічних показниках змінилися коефіцієнти приведення, які прямопропорційно залежать від динамічного габариту автомобіля. Загальний економічний ефект склав 1659234 гривень лише на одному перехресті.

Були проаналізовані можливі небезпеки, які можуть статися під час виконання магістерської роботи та розроблені заходи, щодо їх запобігання та усунення у тому разі, якщо вони все ж відбулися.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Огляди автомобілів [Електронний ресурс]. — Режим доступу:
<https://autoreview.ru>
2. Вільна енциклопедія [Електронний ресурс]. — Режим доступу:
<http://uk.wikipedia.org>
3. Информационно-аналитическая группа [Електронний ресурс]. —
Режим доступу: <http://www.autoconsulting.com.ua>
4. Ассоциация автопроизводителей Украины [Електронний ресурс]. —
Режим доступу: <http://ukrautoprom.com.ua>
5. Клинковштейн Г.И., Афанасьев М.Б. Организация дорожного движения, Учеб. для вузов.— 5-е изд., перераб. и доп. — М: Транспорт, 2001 — 247 с.
6. Аксенов В. А., Попова Е. П., Дивочкин О. А. Экономическая эффективность рациональной организации дорожного движения. — М.: Транспорт, 1987.
7. Автомобільні новини [Електронний ресурс]. — Режим доступу:
<http://www.autonet.ru>
8. Электронный учебник по статистике [Електронний ресурс]. —
Режим доступу: <http://statsoft.ru>
9. Вуколов Э. Л. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операции с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL: учебное пособие. — 2-е изд., исправ. и доп.. — М.: ФОРУМ. 2008. — 464 с.
10. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. ДБН В.2.3.4-4:2007. — [Чинний від 2007-31-10]. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2007 — 91 с.
11. Левашев А. Г., Михайлов А. Ю. Основные параметры оценки пропускной способности регулируемых пересечений // ВИНТИ. — 2004. — №. 3. — С. 14.

12. Організація та регулювання дорожнього руху: підручник / за заг. Ред. В.П. Поліщука; О.О. Бакуліч, О.П. Дзюба, В.І. Єресов та ін. — К.: Заннтя України, 2014. — 467 с.
13. Кременец, Ю. А. Технічні засоби організації дорожнього руху: підручник для вузів / Ю. А. Кременец, М. П. Печерский, М. Б. Афанасьев - М.: ИКЦ «Академкнига» 2005. - 279 с.