

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту

Кафедра АТМ

ІЛЮСТРАТИВНІ МАТЕРІАЛИ ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

зі спеціальності 274 – Автомобільний транспорт

ЗМЕНШЕННЯ ВИТРАТ НА ЕКСПЛУАТАЦІЮ АВТОБУСІВ
КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ВІННИЦЬКА ТРАНСПОРТНА
КОМПАНІЯ» ВИКОРИСТАННЯМ БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА

Керівник роботи к.т.н., ст. викл.

Галушак Д.О.

Розробив студент гр. 1АТ-17м

Мельник В.Ю.

Вінниця ВНТУ 2019

Мета роботи – зменшення витрат на експлуатацію автобусів комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» використанням суміші дизельного та біодизельного палива.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити такі завдання:

- обґрунтування доцільності використання біодизельного палива в якості палива для двигунів автобусів;
- розрахунок витрати палива автобуса при використанні суміші дизельного та біодизельного палив;
- розрахунок економічного ефекту від використання суміш дизельного та біодизельного палив в якості палива для двигунів автобусів;
- розробка рекомендацій щодо використання біодизельного палива та проведення технічного обслуговування паливної апаратури двигунів;
- розробка заходів щодо забезпечення необхідного рівня охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження – вплив використання суміші дизельного та біодизельного палив на витрату палива автобусів.

Предмет дослідження – економічні показники автобусів при використанні суміші дизельного та біодизельного палив.

Наукова новизна:

- Отримала подальший розвиток математична модель руху автомобіля при використанні суміші дизельного та біодизельного пали в якості палива для двигуна.
- Запропоновані підходи для зменшення витрат на експлуатацію автобусів комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія».

Практичне значення одержаних результатів

Розроблено рекомендації щодо використання біодизельного палива в якості палива для двигунів автомобілів та щодо проведення технічного обслуговування паливної апаратури.

Рухомий склад автобусного парку комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія»

4



Богдан А70132 – **30 од.**
Богдан А70130 – **4 од.**
Богдан А70110 – **16 од.**
(працюють на дизельному паливі)



ЛАЗ А183 – **8 од.**
(працюють на дизельному паливі)



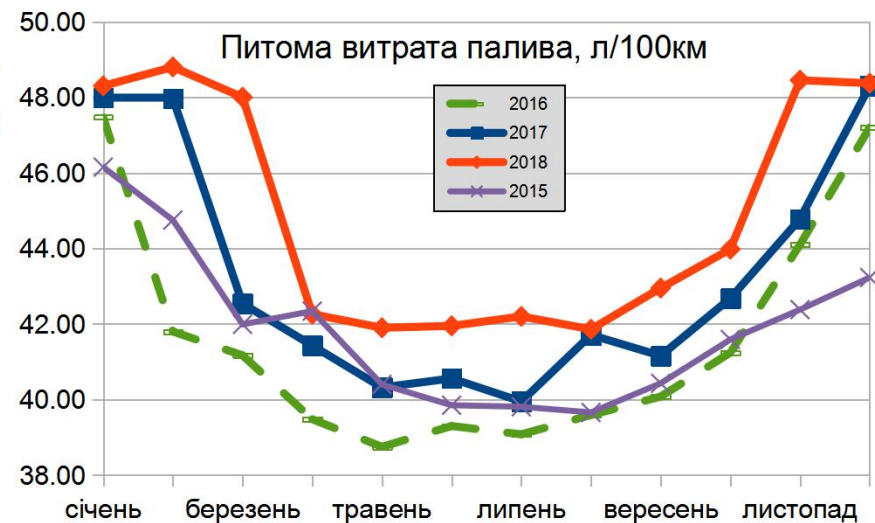
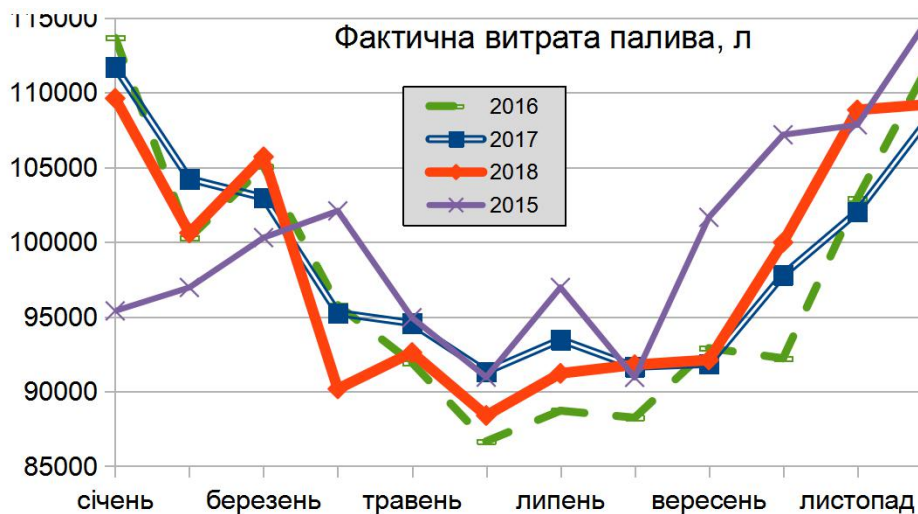
АТАМАН (ISUZU) А092G6 – **8 од.**
(працюють на газовому паливі)

Аналіз споживання дизельного палива автобусами комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія»

5

Фактичне споживання палива автобусами та їх пробіг

Місяць	Спожито (фактичне) 2015 л.	Спожито (фактичне) 2016 л.	Спожито (фактичне), 2017 л.	Спожито (фактичне), 2018 л.	Пробіг, тис. км за 2017р	Пробіг, тис. км за 2018р	Питоме з-ня (фактичне),л за 2015р	Питоме з-ня (фактичне),л за 2016р	Питоме з-ня (фактичне),л за 2017р	Питоме з-ня (фактичне),л за 2018р
січень	95386,36	113663,39	111700,15	109608,72	232,70	227	46,15	47,47	47,99	48,30
лютий	96952,11	100274,41	104218,97	100602,16	217,27	206,1	44,75	41,80	47,97	48,80
березень	100287,92	105038,54	102962,89	105697,31	242,06	220,3	41,99	41,17	42,54	48
квітень	102079,05	95774,55	95248,11	90168,48	229,90	213,38	42,34	39,48	41,43	42,26
травень	94930,46	91919,72	94559,03	92601,43	234,50	220,924	40,4	38,75	40,32	41,90
червень	90952,70	86661,42	91315,53	88386,15	225,2	210,7	39,85	39,3	40,56	41,95
липень	96954,6	88710,11	93458,43	91205,48	233,90	216,16	39,81	39,08	39,95	42,20
серпень	90937,90	88242,7	91647,16	91783,64	219,70	219,23	39,66	39,59	41,71	41,86
вересень	101646,40	92898,38	91839,43	92103,73	223,2	214,44	40,43	40,08	41,16	42,95
жовтень	107170,34	92216,42	97790,83	99971,11	229,10	227,33	41,59	41,24	42,68	43,98
листопад	107835,59	102903,37	102008,20	108835,3	227,80	224,62	42,38	44,10	44,78	48,45
грудень	115259,75	112211,41	108505,5	109222,01	224,6	225,8	43,23	47,2	48,3	48,37
сума	1200393,18	1170514,4	1185254,23	1180185,52	2739,93	2625,984				
Середнє							41,82	41,65	43,28	44,92



Біодизельне паливо - це вид альтернативних палив, яке виготовляють із рослинних олій або тваринних жирів використовується в двигунах транспортних засобів як в чистому вигляді так і в суміші з дизельним.

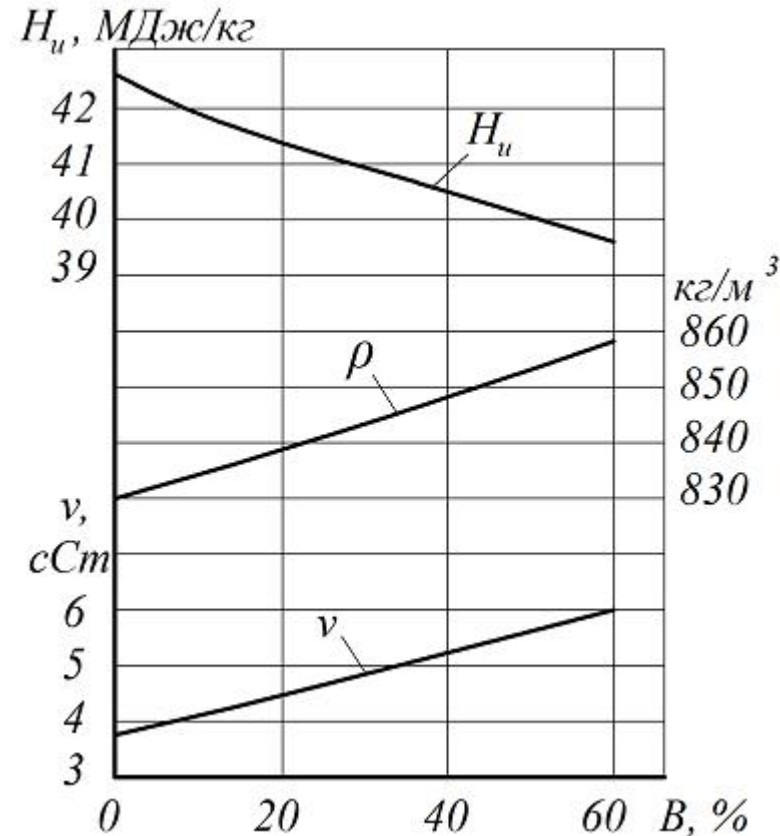
Фізико-хімічні властивості ДП та БП

Показник	Значення показника	
	ДП	БП (на основі ріпакової олії)
Густина, кг/м ³	830	877
Кінематична в'язкість, сСт	3,8	8
Цетанове число	45	51
Нижча теплота згорання, МДж/кг	42,5	37
Температура помутніння, °С	-15	-2
Температура застигання, °С	-33	-9

При використанні суміші В20:

- викиди оксидів вуглецю CO меншуються 10..12%;
- викиди сажі зменшуються на 20...30%;
- викиди оксидів азоту NO_x збільшуються на 4..6%;
- витрата палива збільшується на 3..5%.

Аналіз досліджень показав, що найбільш доцільним є використання **суміші В20** (20% біодизельного та 80% дизельного палива) для зменшення витрат на експлуатацію автобусів комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія».



Залежність кінематичної в'язкості ν , густини ρ та нижчої теплоти згорання H_u від складу суміші дизельного та біодизельного палив

Структура та параметри математичної моделі руху автомобіля

Вхідні та вихідні параметри підсистем та ланок математичної моделі

Підсистеми, ланки	Параметри	
	вхідні	вихідні
Алгоритм управління автомобілем		Положення педалі подачі палива, $\varphi_q(t)$ Положення педалі зчеплення, $\varphi_{зч}(t)$ Положення педалі гальма, $\varphi_{гал}(t)$ Номер передачі в коробці передач, $i_{кп}$
Дорога		Коефіцієнт опору кочення коліс, f_k Кут повздовжнього нахилу дороги, α
Навколишнє середовище		Коефіцієнт опору повітря, $K_{пов}$ Температура повітря, $T_{пов}$ Атмосферний тиск, $P_{пов}$
Трансмсія та кузов з колесами	Положення педалі зчеплення, $\varphi_{зч}(t)$ Положення педалі гальма, $\varphi_{гал}(t)$ Номер передачі в коробці передач, $i_{кп}$ Коефіцієнт опору кочення коліс, f_k Кут повздовжнього нахилу дороги, α Коефіцієнт опору повітря, $K_{пов}$ Частота обертів колінчастого валу двигуна, $n_{кв}$ Ефективний крутний момент, M_e	Швидкість руху автомобіля, V_a
Силова установка	Циклова подача палива в двигун, $q_{сум}$ Температура повітря, $T_{пов}$ Атмосферний тиск, $P_{пов}$	Частота обертів колінчастого валу двигуна, $n_{кв}$ Ефективний крутний момент, M_e Витрата палива, $G_{нал}$
Автомобіль	Положення педалі подачі палива, $\varphi_q(t)$ Положення педалі зчеплення, $\varphi_{зч}(t)$ Положення педалі гальма, $\varphi_{гал}(t)$ Номер передачі в коробці передач, $i_{кп}$ Коефіцієнт опору кочення коліс, f_k Кут повздовжнього нахилу дороги, α Коефіцієнт опору повітря, $K_{пов}$ Температура повітря, $T_{пов}$ Атмосферний тиск, $P_{пов}$	Швидкість руху автомобіля, V_a Витрата палива, $G_{нал}$

В основу математичної моделі було покладено відоме з теорії автомобіля рівняння руху, яке має наступний вигляд:

$$F_k = F_f + F_w \pm F_j \pm F_a,$$

де F_k - сила тяги на ведучих колесах автомобіля;
 F_f - сила опору кочення коліс;
 F_w - сила опору повітря;
 F_j - сила інерції автомобіля;
 F_a - сила опору підйому.

Рух автомобіля описується рівнянням:

$$\frac{dV_a}{dt} = \frac{M_e(q_q, n_{кв}, k_{га}) \cdot i_{мп} \cdot \eta_{мп} - G_a \cdot (f \cdot \cos \alpha \pm \sin \alpha) \cdot r_k - F_w \cdot k_w \cdot \left(\frac{\pi \cdot n_{кв} \cdot r_k}{30 \cdot i_{мп}} \right)^2 \cdot r_k}{m_a \cdot \delta_{об} \cdot r_k}$$

Годинна витрата палива визначається за формулою:

$$G_{нал} = 3 \cdot 10^{-5} \cdot n_{кв} \cdot i_{ц} \cdot q_{ц},$$

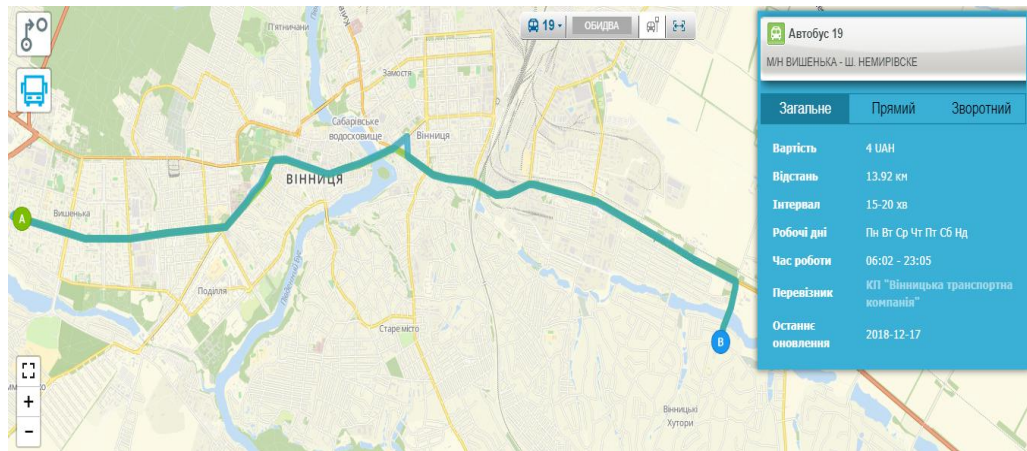
де $i_{ц}$ - кількість циліндрів;
 $n_{кв}$ - частота обертів колінчастого валу двигуна, об/хв;
 $q_{ц}$ - циклова подача палива, мг/цикл.

Сумарна витрата палива за певний проміжок часу:

$$G_{нал, сум} = \sum_{i=1}^n \frac{G_{нал(i-1)} + G_{нал,i}}{2 \cdot 3600} \cdot \Delta t,$$

де $G_{нал(i-1)}$ - значення годинної витрати палива за елементарний відрізок часу Δt ;
 $G_{нал,i}$ - значення годинної витрати палива за елементарний відрізок часу Δt ;
 Δt - крок інтегрування.

Розрахункове дослідження впливу використання суміші палив B20 на витрату палива автобуса



Перелік зупинок за маршрутом №19

	Прямий напрямок		Зворотній напрямок
1	вул. Миколи Ващука	1	вул. Покришкіна
2	вул. Воїнів-Інтернаціоналістів	2	Автомобільний салон
3	пр. Юності	3	Аеропорт
4	пр. Космонавтів	4	вул. Чехова
5	вул. 600-річчя	5	вул. Іванова
6	вул. Лялі Ратушної	6	вул. Карла Маркса
7	вул. Шевченка	7	Зої Ткаченко
8	ринок "Урожай"	8	вул. Привокзальна
9	Лікарня ім. Пирогова	9	вул. Олександра Довженка
10	вул. Валентина Отамановського	10	вул. Замостянська
11	вул. Театральна	11	Музей М. Коцюбинського
12	майдан Незалежності	12	вул. Соборна
13	Мури	13	майдан Незалежності
14	вул. Нансена	14	вул. Театральна
15	вул. Замостянська	15	вул. Валентина Отамановського
16	вул. Привокзальна	16	Лікарня ім. Пирогова
17	Зої Ткаченко	17	Медичний університет
18	вул. Карла Маркса	18	вул. Шевченка
19	вул. Іванова	19	вул. Лялі Ратушної
20	вул. Чехова	20	вул. 600-річчя
21	вул. Чехова	21	пр. Космонавтів
22	Аеропорт	22	пр. Юності
23	Автомобільний салон	23	вул. Воїнів-Інтернаціоналістів
24	вул. Покришкіна	24	вул. Миколи Ващука
-		25	вул. Миколи Ващука

Схема руху автобусів за маршрутом №19



Принцип роботи GPS трекера

**Зведений звіт про пробіг і витрату палива автобуса, що рухався за маршрутом
№19 «Вишенька - Немирівське шосе»**

9

Зведений звіт про пробіг і витрату палива за період з 20.02.2017 00:00:00 по 21.02.2017 23:59:59 (часовий пояс "Europe/Kiev")								
№ п/п	Об'єкт	Дата	Час	Відстань, км	Приріст відстані, км	Швидкість, км/год	Стан	Витрати палива, л
1	AB0655AA	20.02.17	00:00:20	0,000	0,000	0,000	Стоянка	0,000
2	AB0655AA	21.02.17	06:01:21	0,103	0,103	1,800	Поїздка	0,041
3	AB0655AA	21.02.17	06:01:23	0,155	0,051	1,080	Поїздка	0,062
4	AB0655AA	21.02.17	06:44:20	0,175	0,020	0,000	Стоянка	0,070
5	AB0655AA	21.02.17	07:05:05	0,198	0,023	5,400	Поїздка	0,079
6	AB0655AA	21.02.17	07:05:06	0,201	0,003	5,400	Поїздка	0,080
7	AB0655AA	21.02.17	07:05:19	0,209	0,008	3,600	Поїздка	0,084
8	AB0655AA	21.02.17	07:05:20	0,211	0,002	6,120	Поїздка	0,084
9	AB0655AA	21.02.17	07:05:20	0,213	0,002	3,600	Поїздка	0,085
10	AB0655AA	21.02.17	07:05:20	0,213	0,000	3,600	Поїздка	0,085
11	AB0655AA	21.02.17	07:05:20	0,213	0,000	3,600	Поїздка	0,085
12	AB0655AA	21.02.17	07:05:28	0,233	0,020	4,680	Поїздка	0,093
13	AB0655AA	21.02.17	07:06:20	0,236	0,004	0,000	Стоянка	0,095
14	AB0655AA	21.02.17	07:06:45	0,252	0,015	7,920	Поїздка	0,101
15	AB0655AA	21.02.17	07:06:46	0,255	0,003	10,080	Поїздка	0,102
16	AB0655AA	21.02.17	07:06:48	0,261	0,006	10,440	Поїздка	0,104
17	AB0655AA	21.02.17	07:06:50	0,269	0,008	13,680	Поїздка	0,107
...
1885	AB0655AA	21.02.17	13:58:20	90,755	0,000	0,000	Стоянка	36,302
1886	AB0655AA	21.02.17	13:58:21	90,757	0,001	4,320	Поїздка	36,303
1887	AB0655AA	21.02.17	13:58:23	90,762	0,006	11,160	Поїздка	36,305
1888	AB0655AA	21.02.17	13:58:34	90,822	0,060	24,840	Поїздка	36,329
1889	AB0655AA	21.02.17	13:58:39	90,856	0,035	23,040	Поїздка	36,343
1890	AB0655AA	21.02.17	13:59:04	91,078	0,221	41,040	Поїздка	36,431
1891	AB0655AA	21.02.17	13:59:20	91,269	0,191	41,040	Поїздка	36,508
1892	AB0655AA	21.02.17	13:59:20	91,269	0,000	41,040	Поїздка	36,508
1893	AB0655AA	21.02.17	13:59:20	91,269	0,000	41,040	Поїздка	36,508
1894	AB0655AA	21.02.17	13:59:43	91,384	0,115	12,240	Поїздка	36,554
1895	AB0655AA	21.02.17	13:59:49	91,399	0,015	2,520	Поїздка	36,560
1896	AB0655AA	21.02.17	14:00:08	91,401	0,002	4,680	Поїздка	36,561
1897	AB0655AA	21.02.17	14:00:11	91,408	0,007	10,800	Поїздка	36,563
1898	AB0655AA	21.02.17	14:00:20	91,450	0,042	20,520	Поїздка	36,580
1899	AB0655AA	21.02.17	14:00:20	91,450	0,000	20,520	Поїздка	36,580
1900	AB0655AA	21.02.17	14:00:23	91,474	0,024	20,880	Поїздка	36,590
1901	AB0655AA	21.02.17	14:00:45	91,567	0,094	3,240	Поїздка	36,627
...
3344	AB0655AA	21.02.17	19:35:03	164,335	0,011	21,240	Поїздка	65,734
3345	AB0655AA	21.02.17	19:35:15	164,418	0,083	23,760	Поїздка	65,767

Результати розрахунку витрати палива (B20) автобуса, що рухався за маршрутом №19 «Вишенька - Немирівське шосе»

10

№ п/п	Відстань, км	Приріст відстані, км	Швидкість, км/ч	Стан	Витрати дизельного палива, л	Витрати біодизельного палива, л	Сумарна витрата палива, л
1	0,000	0,000	0,000	Стоянка	0	0	0
2	0,103	0,103	1,800	Поїздка	0,032	0,011	0,043
3	0,155	0,051	1,080	Поїздка	0,049	0,016	0,065
4	0,175	0,020	0,000	Стоянка	0,055	0,018	0,073
5	0,198	0,023	5,400	Поїздка	0,062	0,021	0,083
6	0,201	0,003	5,400	Поїздка	0,063	0,021	0,084
7	0,209	0,008	3,600	Поїздка	0,066	0,022	0,088
8	0,211	0,002	6,120	Поїздка	0,066	0,022	0,088
9	0,213	0,002	3,600	Поїздка	0,067	0,022	0,089
10	0,213	0,000	3,600	Поїздка	0,067	0,022	0,089
11	0,213	0,000	3,600	Поїздка	0,067	0,022	0,089
12	0,233	0,020	4,680	Поїздка	0,073	0,024	0,097
13	0,236	0,004	0,000	Стоянка	0,074	0,025	0,099
14	0,252	0,015	7,920	Поїздка	0,079	0,026	0,106
15	0,255	0,003	10,080	Поїздка	0,080	0,027	0,107
16	0,261	0,006	10,440	Поїздка	0,082	0,027	0,109
17	0,269	0,008	13,680	Поїздка	0,084	0,028	0,112
...
1885	90,755	0,000	0,000	Стоянка	28,457	9,486	37,943
1886	90,757	0,001	4,320	Поїздка	28,458	9,486	37,944
1887	90,762	0,006	11,160	Поїздка	28,459	9,486	37,946
1888	90,822	0,060	24,840	Поїздка	28,478	9,493	37,971
1889	90,856	0,035	23,040	Поїздка	28,489	9,496	37,986
1890	91,078	0,221	41,040	Поїздка	28,558	9,519	38,078
1891	91,269	0,191	41,040	Поїздка	28,619	9,540	38,158
1892	91,269	0,000	41,040	Поїздка	28,619	9,540	38,158
1893	91,269	0,000	41,040	Поїздка	28,619	9,540	38,158
1894	91,384	0,115	12,240	Поїздка	28,655	9,552	38,206
1895	91,399	0,015	2,520	Поїздка	28,659	9,553	38,213
1896	91,401	0,002	4,680	Поїздка	28,660	9,553	38,214
1897	91,408	0,007	10,800	Поїздка	28,662	9,554	38,216
1898	91,450	0,042	20,520	Поїздка	28,675	9,558	38,233
1899	91,450	0,000	20,520	Поїздка	28,675	9,558	38,233
1900	91,474	0,024	20,880	Поїздка	28,683	9,561	38,244
1901	91,567	0,094	3,240	Поїздка	28,712	9,571	38,283
...
3344	164,335	0,011	21,240	Поїздка	51,529	17,176	68,705
3345	164,418	0,083	23,760	Поїздка	51,555	17,185	68,740

Розрахунок економічного ефекту від використання суміш палив В20 в якості палива для автобусів комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія»

11

Використовувати витрату палива автобуса для оцінки економічного ефекту є недоцільним, оскільки вартість дизельного та біодизельного палив різна, тому розрахуємо затрати на паливо в грошовому еквіваленті, які визначаються за виразом:

$$Z_{\text{нал}} = G_{\text{бдн}} \cdot B_{\text{бдн}} + G_{\text{дн}} \cdot B_{\text{дн}},$$

де $G_{\text{бдн}}$, $G_{\text{дн}}$ – витрата біодизельного та дизельного палив, відповідно, л.
 $B_{\text{бдн}}$, $B_{\text{дн}}$ – вартість біодизельного та дизельного палив, відповідно, грн/л.

При живленні сумішню В20:

$$Z_{\text{нал_В20}} = 17,2 \cdot 19,25 + 51,6 \cdot 28,75 = 1814,6 \text{ грн.}$$

При живленні дизельним паливом:

$$Z_{\text{нал_дн}} = 65,8 \cdot 28,75 = 1891,75 \text{ грн.}$$

Таким чином, економія при використанні суміші В20 складає $E_{\text{№19}} = 77,15$ грн. при роботі одного автобуса за маршрутом №19 «Вишенька - Немирівське шосе».

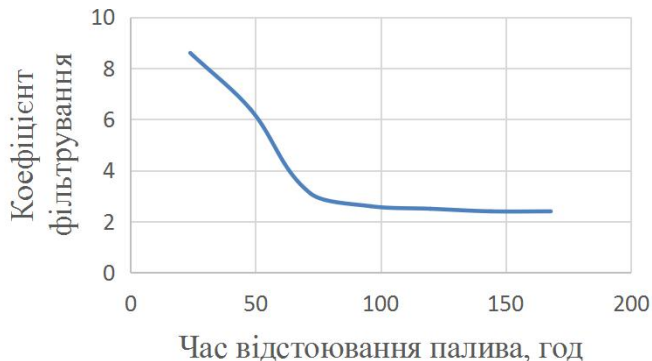
Економія на паливо за 1 км. пробігу автобуса складає:

$$E_{1 \text{ км}} = \frac{E_{\text{№19}}}{S_{\text{№19}}};$$
$$E_{1 \text{ км}} = \frac{77,15}{164,578} = 0,47 \text{ грн.}$$

При річному пробігу автобусів, що виконують транспортну роботу на комунальному підприємстві «Вінницька транспортна компанія» за 2018р. $S_p = 2\ 625\ 984$ км. економія в грошовому еквіваленті при використанні суміші В20 складає **1 234 212,5** грн.

Рекомендації щодо використання біодизельного палива в якості палива для двигунів автобусів

Графічна залежність коефіцієнту фільтрування від часу відстоювання суміші палив B20



Рекомендації з підготовки сумішевих палив перед заправкою в паливний бак засобів транспорту:

1. Після змішування дизельного палива з біодизельним (в пропорції 20% БП та 80% ДП) паливо необхідно відстоювати протягом 72 годин.
2. Після відстоювання жовтий осад, що утворився у вигляді фосфоліпідів і воскоподібних з'єднань і домішок, злити.
3. Отримане паливо профільтрувати через штатний фільтр заправної колонки.

Рекомендації щодо проведення технічного обслуговування паливної апаратури

№	Технологічна операція	DEUTZ TCD 2013 L6 4V
1	Виконати відстоювання сумішевого палива і його фільтрування перед заправкою в баки транспортних засобів	72 год
2	Злив відстою з фільтрів грубої очистки	4 тис. км.
3	Заміна фільтрів тонкої очистки	16 тис. км.
4	Промивання й очищення розпилювачів форсунок	28 тис. км.
5	Контроль паливного насоса високого тиску на стенді	96 тис.км.
6	Заміна моторної оливи	18 тис. км

1. Аналіз рухомого складу автобусного парку комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» показав, що переважна більшість автобусів використовують дизельне паливо в якості палива для двигунів. Провівши аналіз споживання палива автобусами комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» визначено, що середнє місячне споживання дизельного палива автобусами складає 98 000 л, наслідком чого є великі витрати на паливо. Встановлено, що одним із найбільш ефективних та легких в реалізації способом зменшення витрат на паливо автобусів є використання біодизельного палива для живлення двигунів автобусів.

3. Аналіз способів використання біодизельного палива показав, що найбільш доцільним є використання суміші В20 для зменшення витрат на експлуатацію автобусів комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія».

4. Розрахунок витрати палива автобуса, що рухався за маршрутом №19 «Вишенька - Немирівське шосе» показав, що при русі автобуса протягом дня використовуючи суміш В20 витрата палива склала 68,807 л., що на 4,52% більше ніж при використанні дизельного палива. При цьому було спожито 17,202 л. біодизельного палива та 51,605 л. дизельного.

5. Розрахунок економічного ефекту від використання суміш палив В20 в якості палива для автобусів комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» показав, економія при використанні суміші В20 складає $E_{\text{№19}} = 77,15$ грн. при роботі одного автобуса за маршрутом №19 «Вишенька - Немирівське шосе».

6. Встановлено, що річний економічний ефект при використанні суміші палив В20 в якості палива для автобусів комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» складає 1 234 212,5 грн.

7. Визначено, що для забезпечення значень коефіцієнту фільтрації суміші дизельного та біодизельного палив В20 на задовільному рівні необхідно відстоювати паливо після процедури змішування протягом 72 год. Після відстоювання жовтий осад, що утворився у вигляді фосфоліпідів і воскоподібних з'єднань і домішок необхідно злити.

5. Встановлено, що при експлуатації транспортних засобів з дизельними двигунами на сумішевих видах палива (дизельне паливо та біодизельне) термін заміни моторної оливи при використанні різних видів палива збільшується.