

УДК 621:31

DOI: 10.53297/18293387-2025.1-54

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТИЧЕСКОГО ЗАПАСА ХОДА ГРУЗОВОГО ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ ГАЗЕЛЬ Е-NN В ГОРОДСКОМ ЦИКЛЕ

Н.С. Лучко, М.Г. Корчажкин, С.В. Ильянов

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, РФ

В современном мире вопросам соблюдения экологических норм и стандартов уделяется повышенное внимание. В связи с этим все большее развитие получают электромобили. С появлением первых грузовых моделей электромобилей возник вопрос о целесообразности их применения в различных сферах жизнедеятельности человека.

Повышение запаса хода грузового автомобиля ГАЗель NEXT с электродвигателем в городском цикле важно для его экономической эффективности, так как снижает эксплуатационные расходы за счёт уменьшения количества зарядных сессий и увеличивает оперативную гибкость, позволяя выполнять больше доставок, повышает производительность машины, снижает эксплуатационные расходы в расчете на 1 км пробега.

В статье проведено исследование автомобиля класса LCV с электродвигателем ГАЗель NEXT. Изучены основные технические показатели объекта, на основе которых рассчитан фактический расход электроэнергии для каждого типа движения и в городском цикле в целом. Исходя из полученных показателей, определен фактический запас хода в городском цикле.

Анализируя полученное значение фактического хода, можно утверждать, что эксплуатация данной модели целесообразно только на городских грузовых перевозках.

Ключевые слова: электромобиль, двигатель внутреннего сгорания (ДВС), автомобили класса LCV, эффективность, стоимость эксплуатации, выбросы, подвижной состав автотранспортного предприятия (АТП).

Введение. Для того чтобы автомобилю совершать перемещение, ему приходится преодолевать различные силы, которые оказывают сопротивление. Электромобиль затрачивает свою энергию на преодоление силы сопротивления дороги (сумма сил сопротивления качению и подъему), силы сопротивления ветру, силы сопротивления разгону [1, 2]:

$$P_d = \psi \cdot m \cdot g, \quad (1)$$

$$\psi = f \cdot \cos\alpha + \sin\alpha, \quad (2)$$

$$P_B = k_B \cdot F_a \cdot v^2, \quad (3)$$

$$F_a = 0,78 \cdot B \cdot H_T, \quad (4)$$

$$P_{\text{и}} = \delta_{\text{вр}} \cdot m \cdot j, \quad (5)$$

где m – полная масса электромобиля, кг; $g=9,81$ – ускорение свободного падения, $\text{м}/\text{с}^2$; ψ – коэффициент сопротивления дороги; f – коэффициент сопротивления качению; α – угол продольного уклона дороги; v – скорость движения электромобиля, $\text{м}/\text{с}$; $k_{\text{в}}$ – коэффициент сопротивления воздуха, $\text{Нс}^2/\text{м}^4$; $F_{\text{а}}$ – лобовая площадь электромобиля, м^2 ; B – колея передних колес электромобиля, м ; $H_{\text{г}}$ – габаритная высота электромобиля; j – ускорение электромобиля, $\text{м}/\text{с}^2$; $\delta_{\text{вр}}$ – коэффициент учета вращающихся масс.

Методы исследования. Для проведения расчетов угол продольного уклона дороги можно принять $\alpha = 0$, тогда $\psi = f$.

Согласно [3], для преодоления сил сопротивления при разгоне необходимо совершить работу, которую можно определить по следующей формуле:

$$A_{\text{рi}} = \frac{\psi mg(v_{i+1}^2 - v_i^2)}{2j_i} + \frac{k_{\text{в}}F_{\text{а}}(v_{i+1}^4 - v_i^4)}{4j_i} + \frac{\delta_{\text{вр}}m(v_{i+1}^2 - v_i^2)}{2}. \quad (6)$$

При этом энергию, которую затратит электромобиль на разгон, можно найти по формуле

$$E_{\text{НЭрi}} = \frac{A_{\text{рi}}}{\eta_{\text{сy}} \cdot 3,6 \cdot 10^6}, \quad (7)$$

где $\eta_{\text{сy}}$ – коэффициент полезного действия (КПД) электромеханической силовой установки, равный произведению КПД компонентов:

$$\eta_{\text{сy}} = \eta_{\text{и}} \cdot \eta_{\text{эд}} \cdot \eta_{\text{м}}, \quad (8)$$

$\eta_{\text{и}}$ – КПД инвентора; $\eta_{\text{эд}}$ – КПД тягового электродвигателя; $\eta_{\text{м}}$ – КПД механической части силовой установки.

На участке с постоянной скоростью работа по преодолению сил сопротивления движению будет иметь вид

$$A_{\text{пi}} = \psi mgv_i(t_{i+1} - t_i) + k_{\text{в}}F_{\text{а}}v_i^3(t_{i+1} - t_i), \quad (9)$$

где t – время движения.

Энергия, расходуемая электромобилем на этом участке, рассчитывается по формуле

$$E_{\text{НЭпi}} = \frac{A_{\text{пi}}}{\eta_{\text{сy}} \cdot 3,6 \cdot 10^6}. \quad (10)$$

В процессе торможения электромобиль способен осуществлять процесс рекуперации энергии. Энергия, получаемая в процессе рекуперативного торможения, может быть найдена по следующей формуле:

$$E_{\text{НЭрекi}} = \eta_{\text{рек}} \left(\frac{\delta_{\text{вр}}m(v_i^2 - v_{i+1}^2)}{2} - \frac{\psi mg(v_i^2 - v_{i+1}^2)}{2j_i} - \frac{k_{\text{в}}F_{\text{а}}(v_i^4 - v_{i+1}^4)}{4j_i} \right) / (3,6 \cdot 10^6), \quad (11)$$

где $\eta_{\text{рек}}$ – КПД рекуперации.

Расходуемая за цикл энергия накопителя определяется путем суммирования затрат на отдельных участках. Общие затраты энергии при

движении по заданному циклу вычисляются как разность расходуемой и рекуперированной энергии:

$$E_{НЭзатр} = E_{НЭрасх} - E_{НЭрек} \quad (12)$$

Удельный расход энергии накопителя за цикл в $кВт\cdotч$ на $км$ пути рассчитывается по формуле

$$E_{НЭуд} = \frac{E_{НЭзатр}}{L_{ц}}, \quad (13)$$

где $L_{ц}$ – расстояние, $км$, проходимое электромобилем при движении по заданному циклу.

Запас хода электромобиля определяется по следующему выражению:

$$S = \frac{E_{акум}}{E_{НЭуд}}, \quad (14)$$

где $E_{акум}$ – емкость высоковольтной батареи электромобиля, $кВт\cdotч$; $E_{НЭуд}$ – удельный расход энергии накопителя за цикл в $кВт\cdotч$ на $км$ пути.

Для расчетов возможно принять $\psi = 0,008$ для асфальтобетонного покрытия дороги в хорошем состоянии, согласно табл. 1.1 [2]. При этом коэффициент сопротивления дороги возможно изменять в зависимости от состояния дорожного покрытия с точки зрения анализа его влияния на расход энергии и запас хода электромобиля. В рамках настоящего исследования для вариативности примем в том числе $\psi = 0,018$ для асфальтобетонной дороги в удовлетворительном состоянии, согласно табл. 1.1 [2].

Запас хода возможно рассчитать, используя циклы из ГОСТ Р 41.101-99 [4].

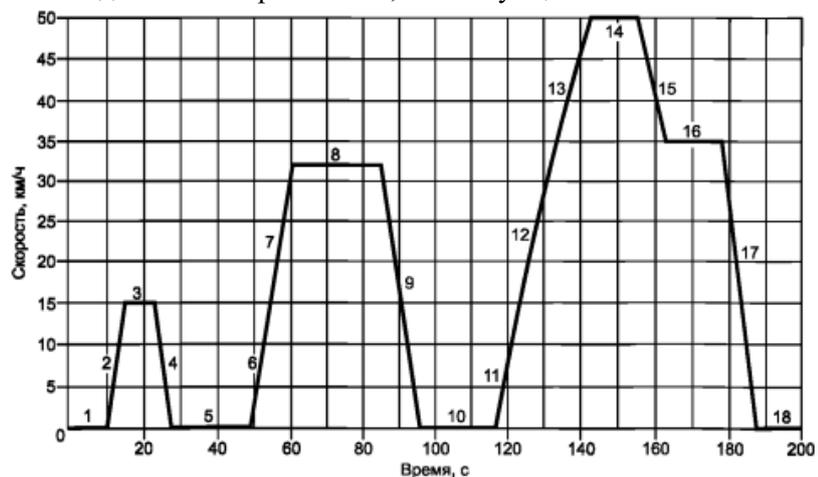


Рис. 1. Простой городской цикл

Для данных циклов в ГОСТ [4] подробно указаны такие величины, как скорость, ускорения, продолжительность операции.

Результаты исследования. Описание движения в простом городском цикле (рис.1) сведем в табл. 1.

Таблица 1

Описание движения в простом городском цикле согласно ГОСТ Р 41.101-99

Номер операции	Тип операции	Простой городской цикл			Продолжительность операции, с	Продолжительность режима, с	Общее время, с
		Номер режима	Ускорение, м/с ²	Скорость, км/ч			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Остановка	1	0,00	0	11	11	11
2	Ускорение	2	1,04	0-15	4	4	15
3	Движение с постоянной скоростью	3	0,00	15	8	8	23
4	Замедление	4	-0,83	15-0	5	5	28
5	Остановка	5	0,00	0	21	21	49
6	Ускорение	6	0,69	0-15	6	12	55
7	Ускорение	-	0,79	15-32	6	-	61
8	Движение с постоянной скоростью	7	0,00	32	24	24	85
9	Замедление	8	-0,81	32-0	11	11	96
10	Остановка	9	0,00	0	21	21	117
11	Ускорение	10	0,69	0-15	6	26	123
12	Ускорение	-	0,51	15-35	11	-	134
13	Ускорение	-	0,46	35-50	9	-	143
14	Движение с постоянной скоростью	11	0,00	50	12	12	155
15	Замедление	12	-0,52	50-35	8	8	163
16	Движение с постоянной скоростью	13	0,00	35	15	15	178
17	Замедление	14	-0,97	35-0	10	10	188
18	Остановка	15	0,00	0	7	7	195

Операция остановки электромобиля может быть исключена из расчетов, исходя из того, что нет необходимости поддерживать работу ДВС при остановке [5,6].

Пользуясь приведенными выше формулами, а также основными техническими характеристиками исследуемого объекта (рис. 2, табл. 2), можно рассчитать показатели, необходимые для определения его фактического запаса хода.

Таблица 2

Характеристики электромобиля Газель Е-NN

Снаряженная масса, кг	3100
Полная масса, кг	4200
Габаритные размеры (ДхШхВ) рис.2, мм	6669х2068х2170
Запас хода, км	до 120
Энергоемкость тяговой батареи, кВт·ч	48
КПД инвентора	0,96
КПД тягового электродвигателя	0,94
КПД механической части силовой установки	0,92
Коэффициент учета вращающихся масс, $\delta_{вр}$	4,27
КПД рекуперации	0,7

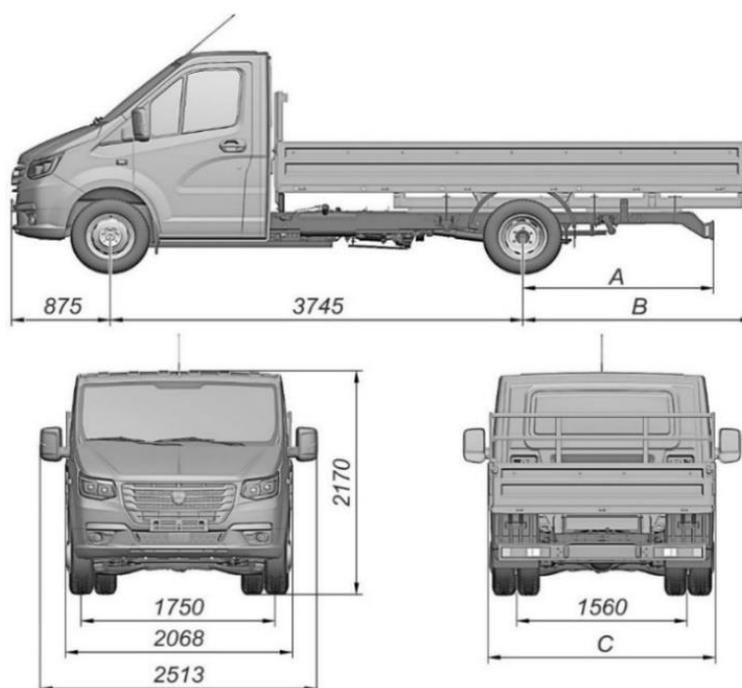


Рис.2. Внешний вид объекта исследования [7,8]

Массив значений работы, необходимой для преодоления сил сопротивления при разгоне, приведен в табл.3.

Таблица 3

Массив значений работы, необходимой для преодоления сил сопротивления при разгоне

Номер операции	Тип операции	Простой городской цикл			Работа, необходимая для преодоления сил сопротивления при разгоне, Дж
		Ускорение, м/с ²	Начальная скорость, км/ч	Конечная скорость, км/ч	
2	Ускорение	1,04	0	15	158 490,00
6	Ускорение	0,69	0	15	159 945,77
7	Ускорение	0,79	15	32	568 567,00
11	Ускорение	0,69	0	15	159 945,77
12	Ускорение	0,51	15	35	723 514,48
13	Ускорение	0,46	35	50	942 278,88

Пояснения к табл.3 на примере 2 режима разгона для определения работы:

$$\begin{aligned}
 A_{p2} &= \frac{\psi m g (v_{i+1}^2 - v_i^2)}{2j_2} + \frac{k_b F_a (v_{i+1}^4 - v_i^4)}{4j_2} + \frac{\delta_{вр} m (v_{i+1}^2 - v_i^2)}{2} = \\
 &= \frac{0,008 \cdot 4600 \cdot 9,81 \cdot ((\frac{15}{3,6})^2 - 0^2)}{2 \cdot 1,04} + \frac{0,34 \cdot 4,82 \cdot ((\frac{15}{3,6})^4 - 0^4)}{4 \cdot 1,04} + \\
 &+ \frac{4,27 \cdot 4600 \cdot ((\frac{15}{3,6})^2 - 0^2)}{2} = 158 490,00 \text{ Дж},
 \end{aligned}$$

где $\psi = 0,008$ – коэффициент сопротивления дороги; $m = 4600 \text{ кг}$ – полная масса электромобиля; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения; $v_{i+1} = 15 \text{ км/ч}$ – максимальная скорость движения электромобиля на данном режиме; $v_i = 0 \text{ км/ч}$ – минимальная скорость движения электромобиля на данном режиме; $j_2 = 1,04 \text{ м/с}^2$ – ускорение электромобиля на данном режиме; $k_b = 0,61 \cdot c_x = 0,61 \cdot 0,55 = 0,34 \text{ Н} \cdot \frac{\text{с}^2}{\text{м}^4}$ – коэффициент сопротивления воздуха, согласно [с. 42, 6] (здесь $c_x = 0,87$ – коэффициент лобового сопротивления электромобиля); $F_a = B \cdot H_r = 1,75 \cdot 2,753 = 4,82 \text{ м}^2$ – лобовая площадь электромобиля, согласно [с. 42, 6] (здесь B – колея электромобиля; H_r – габаритная высота электромобиля); $\delta_{вр} = 1 + \sigma_1 \cdot u_p^2 \cdot u_d^2 + \sigma_2 = 1 + 0,04 \cdot 2,3^2 \cdot 3,9^2 + 0,05 = 4,27$ – коэффициент учета вращающихся масс (здесь $\sigma_1 = 0,03 \dots 0,05$ (принимаем 0,04); $u_p = 2,3$ – передаточное число редуктора; $u_d = 3,9$ – передаточное число дифференциала; $\sigma_2 = 0,04 \dots 0,06$ (принимаем 0,05)).

Расчет энергии, которую затратит электромобиль на разгон.

Массив значений энергии, необходимой для разгона электромобиля, приведен в табл.4.

Таблица 4

Массив значений энергии, необходимой для разгона электромобиля

Номер операции	Тип операции	Простой городской цикл	Энергия, необходимая для разгона электромобиля, кВт·ч
		Работа, необходимая для преодоления сил сопротивления при разгоне, Дж	
2	Ускорение	158 490,00	0,0530
6	Ускорение	159 945,77	0,0535
7	Ускорение	568 567,00	0,1903
11	Ускорение	159 945,77	0,0535
12	Ускорение	723 514,48	0,2421
13	Ускорение	942 278,88	0,3154
Σ			0,90788

Пояснения к табл.4 на примере 2 режима разгона для определения энергии:

$$E_{НЭр2} = \frac{A_{р2}}{\eta_{cy} \cdot 3,6 \cdot 10^6} = \frac{158490}{0,83 \cdot 3,6 \cdot 10^6} = 0,0530 \text{ кВт}\cdot\text{ч},$$

где $A_{р2}$ – работа для преодоления сил сопротивления при разгоне на примере 2 режима разгона; $\eta_{cy} = \eta_{и} \cdot \eta_{эд} \cdot \eta_{м} = 0,96 \cdot 0,94 \cdot 0,92 = 0,83$ – КПД электромеханической силовой установки электромобиля Газель Next ЭЛЕКТРО (здесь $\eta_{и} = 0,96$ – КПД инвентора; $\eta_{эд} = 0,94$ – КПД тягового электродвигателя; $\eta_{м} = 0,92$ – КПД механической части силовой установки).

Расчет работы, необходимой для преодоления сил сопротивления движению при движении с постоянной скоростью.

Массив значений работы, необходимой для преодоления сил сопротивления движению при движении с постоянной скоростью, приведен в табл.5.

Таблица 5

Массив значений работы, необходимой для преодоления сил сопротивления движению при движении с постоянной скоростью

Номер операции	Тип операции	Простой городской цикл		Работа, необходимая для преодоления сил сопротивления движению при движении с постоянной скоростью, Дж
		Скорость, км/ч	Продолжительность операции, с	
3	Движение с постоянной скоростью	15	8	11 935,58
8	Движение с постоянной скоростью	32	24	97 941,64
14	Движение с постоянной скоростью	50	12	107 623,76
16	Движение с постоянной скоростью	35	15	70 658,88

Пояснения к табл.5 на примере 3 режима движения с постоянной скоростью для определения работы:

$$A_{пз} = \psi mg v_3 (t_{i+1} - t_i) + k_B F_a v_3^3 (t_{i+1} - t_i) = 0,008 \cdot 4600 \cdot 9,81 \cdot \left(\frac{15}{3,6}\right) \cdot 8 + 0,34 \cdot 4,82 \cdot (15/3,6)^3 \cdot 8 = 11935,58 \text{ Дж},$$

где $\psi = 0,008$ – коэффициент сопротивления дороги; $m = 4600 \text{ кг}$ – полная масса автомобиля; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения; $v_3 = 15 \text{ км/ч}$ – скорость движения автомобиля на данном режиме; $k_B = 0,34 \text{ Нс}^2/\text{м}^4$ – коэффициент сопротивления воздуха; $F_a = 4,82 \text{ м}^2$ – лобовая площадь автомобиля; $t = 8 \text{ с}$ – время движения на данном режиме.

Расчет энергии, которую затратит автомобиль при движении с постоянной скоростью.

Массив значений энергии, необходимой для движения автомобиля с постоянной скоростью, приведен в табл.б.

Таблица 6

Массив значений энергии, необходимой для движения электромобиля с постоянной скоростью

Номер операции	Тип операции	Простой городской цикл	Энергия, необходимая для преодоления сил сопротивления движению при движении с постоянной скоростью, кВт·ч
		Работа, необходимая для преодоления сил сопротивления движению при движении с постоянной скоростью, Дж	
3	Движение с постоянной скоростью	11 935,58	0,0040
8	Движение с постоянной скоростью	97 941,64	0,0328
14	Движение с постоянной скоростью	107 623,76	0,0360
16	Движение с постоянной скоростью	70 658,88	0,0236
Σ			0,0964

Пояснения к табл.6 на примере 3 режима движения с постоянной скоростью для определения энергии, расходуемой электромобилем на участке:

$$E_{НЭПЗ} = \frac{A_{пз}}{\eta_{cy} \cdot 3,6 \cdot 10^6} = \frac{11\,935,58}{0,83 \cdot 3,6 \cdot 10^6} = 0,004 \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

где $A_{пз}$ – энергия, затрачиваемая электромобилем для преодоления сил сопротивления движению при движении с постоянной скоростью на примере 3 режима движения; $\eta_{cy} = 0,83$ – КПД электромеханической силовой установки электромобиля Газель Next ЭЛЕКТРО.

Расчет энергии, получаемой в процессе рекуперативного торможения [9,10]

Массив значений энергии, получаемой в процессе рекуперативного торможения, приведен в табл.7.

Таблица 7

Массив значений энергии, получаемой в процессе рекуперативного торможения

Номер операции	Тип операции	Простой городской цикл			Энергия, получаемая в процессе рекуперативного торможения, кВт·ч
		Ускорение, м/с ²	Начальная скорость, км/ч	Конечная скорость, км/ч	
4	Замедление	-0,83	15	0	0,0307
9	Замедление	-0,81	32	0	0,1402
15	Замедление	-0,52	50	35	0,1743
17	Замедление	-0,97	35	0	0,1684
Σ					0,5136

Пояснения к табл.7 на примере 4 режима замедления для определения энергии, получаемой в процессе рекуперативного торможения электромобилем:

$$E_{\text{НЭрек4}} = \frac{\eta_{\text{рек}} \left(\frac{\delta_{\text{вр}} m (v_i^2 - v_{i+1}^2)}{2} + \frac{\psi m g (v_i^2 - v_{i+1}^2)}{2 j_4} + \frac{k_{\text{в}} F_{\text{а}} (v_i^4 - v_{i+1}^4)}{4 j_4} \right)}{3,6 \cdot 10^6} = 0,7 \cdot$$

$$\left(\frac{4,27 \cdot 4600 \cdot \left(\left(\frac{15}{3,6} \right)^2 - \left(\frac{0}{3,6} \right)^2 \right)}{2} + \frac{0,008 \cdot 4600 \cdot 9,81 \cdot \left(\left(\frac{15}{3,6} \right)^2 - \left(\frac{0}{3,6} \right)^2 \right)}{2 \cdot (-0,83)} + \frac{0,34 \cdot 4,82 \cdot \left(\left(\frac{15}{3,6} \right)^4 - \left(\frac{0}{3,6} \right)^4 \right)}{4 \cdot (-0,83)} \right) / (3,6 \cdot 10^6) =$$

$$= 0,0307 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$$

где $\eta_{\text{рек}} = 0,7$ – КПД рекуперации, $\delta_{\text{вр}} = 4,27$ – коэффициент учета вращающихся масс; $m = 4600 \text{ кг}$ – полная масса электромобиля; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения; $\psi = 0,008$ – коэффициент сопротивления дороги; $v_i = 15 \text{ км/ч}$ – начальная скорость движения электромобиля на данном режиме; $v_{i+1} = 0 \text{ км/ч}$ – конечная скорость движения электромобиля на данном режиме; $k_{\text{в}} = 0,34 \text{ Нс}^2/\text{м}^4$ – коэффициент сопротивления воздуха; $F_{\text{а}} = 4,82 \text{ м}^2$ – лобовая площадь электромобиля; $j_4 = -0,83 \text{ м/с}^2$ – ускорение электромобиля на данном режиме.

Расчет затрачиваемой энергии при движении по простому городскому циклу.

Расходуемая за цикл энергия накопителя определяется как разность расходуемой и рекуперированной энергий:

$$E_{\text{НЭзатр}} = E_{\text{НЭрасх}} - E_{\text{НЭрек}} = 0,90788 + 0,0964 - 0,5136 = 0,49075 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Расчет удельного расхода энергии накопителя за цикл на км пути.

Удельный расход энергии накопителя за цикл на км пути определяется по следующему выражению:

$$E_{\text{НЭуд}} = \frac{E_{\text{НЭзатр}}}{L_{\text{ц}}} = \frac{0,49075}{1,017} = 0,4825 \text{ кВт} \cdot \text{ч/км},$$

где $L_{\text{ц}}=1,017 \text{ км}$ – расстояние, проходимое электромобилем при движении по простому городскому циклу, согласно ГОСТ Р 41.101-99.

Расчет запаса хода электромобиля определяется согласно следующему выражению:

$$S_1 = \frac{E_{\text{акум1}}}{E_{\text{НЭуд}}} = \frac{48}{0,4825} = 99,48 \text{ км}.$$

Заключение. В результате проведенных расчетов было получено значение фактического запаса хода (99,48 км), что отличается от пробега, заявленного производителем (120 км).

Анализируя полученное значение фактического запаса хода электромобиля, можно утверждать, что эксплуатация данной модели целесообразна только на городских грузовых перевозках.

Литература

1. **Борисов Г.В., Ильянов С.В., Кузьмин Н.А., Корчажкин М.Г.** Теоретическое прогнозирование расходов топлива грузовыми автомобилями: Монография. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2018. - 176 с.
2. **Кузьмин Н.А., Кустиков А.Д.** Исследование долговечности работы агрегатов трансмиссий городских автобусов // *Материалы 79-й научно-технической конференции «Безопасность транспортных средств в эксплуатации».* – Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2012. - С.12-13.
3. **Электромобиль: устройство, принцип работы, инфраструктура / Э. Джутон, К. Рейн и др.;** Пер. с франц. В.И. Петровичева. – М.: ДМК Пресс, 2022.- 440 с.
4. ГОСТ Р 41.101-99. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения легковых автомобилей, оборудованных двигателем внутреннего сгорания, в отношении измерения объема выбросов диоксида углерода и расхода топлива, а также транспортных средств категории М1 и N1, оборудованных электроприводом, в отношении измерения расхода электроэнергии и запаса хода. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.- 38 с.
5. **Кузьмин Н.А., Борисов Г.Б.** Научные основы процессов изменения технического состояния автомобилей: Монография. – Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, – Н. Новгород, 2012. – 270 с.
6. **Кузьмин Н.А., Кустиков А.Д.** Диагностика современных автомобилей .– М.: Инфра-М.: Высшее образование. Магистратура, 2021. – 229 с.

7. Электромобиль ГАЗель e-NN: Руководство по эксплуатации.– Нижний Новгород, 2020.
8. Регламент технического обслуживания автомобилей семейства ГАЗель NEXT. – ПАО «ГАЗ», 2017.
9. **Кустиков А.Д., Борисов Г.В.** Повышение долговечности рулевых реек путем корректирования периодичности замены масла. // Интеллект. Инновации. Инвестиции.- Оренбург, 2022.- № 6.- С.79-87.
10. **Ильянов Д.С., Ильянов С.В., Борисов Г.В., Корчажкин М.Г.** Сравнение технико-экономических показателей эксплуатации автомобилей категории N1 с различными видами двигателей // Будущее технической науки: Сборник материалов XXIV Всероссийской молодежной научно-техн. конф.; НГТУ им. Р.Е. Алексева. – Нижний Новгород, 2025. - С. 303-307.

*Поступила в редакцию 28.10.2025.
Отправлена на рецензию 11.11.2025.
Принята к опубликованию 24.11.2025.*

**ՔԱՂԱՔԱՅԻՆ ՑԻԿԼՈՒՄ ԲԵՌՆԱՏԱՐ <<ԳԱՅԵԼԻ E-NN>> ԷԼԵԿՏՐԱՄՈԲԻԼԻ
ԸՆԹԱՑՔԻ ՓԱՍՏԱՑԻ ՊԱՇՏԱՐԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ**

Ն.Ս. Լուչկո, Մ.Գ. Կորչաժկին, Ա.Ո. Իլյանով

Ժամանակակից աշխարհում բնապահպանական նորմերի և ստանդարտների պահպանմանը մեծ ուշադրություն է դարձվում: Դրանով պայմանավորված՝ մեծ զարգացում են ստանում էլեկտամոբիլները: Առաջին բեռնատար էլեկտրամոբիլների երևան գալով հարց է առաջանում դրանց նպատակահարման օգտագործմանը մարդու կենսագործունեության տարբեր ոլորտներում:

<<ԳԱՅԵԼԻ NEXT>> մակնիշի էլեկտրաշարժիչով ավտոմոբիլի ընթացքի պաշարի մեծացումը քաղաքային ցիկլում կարևոր է նրա տնտեսական արդյունավետության տեսանկյունից, քանի որ նվազեցնում է շահագործական ծախսերը՝ ի հաշիվ լիցքավորման բաժանմունքների քանակի նվազեցման և օպերտիվ ճկունության մեծացման, որը հնրավորություն է տալիս իրականացնելու ավելի շատ առաքումներ:

Ընտանադուրում է LCV դասի <<ԳԱՅԵԼԻ NEXT>> էլեկտրաշարժիչով ավտոմոբիլը: Ուսումնասիրվել են օբյեկտի հիմնական տեխնիկական ցուցանիշները, դրանց հիման վրա հաշվարկվել է շարժման յուրաքանչյուր տեսակի դեպքում և քաղաքային ցիկլում ամբողջական էլեկտրաէներգիայի փաստացի ծախսը: Ստացված ցուցանիշներից ելնելով՝ որոշվել է քաղաքային ցիկլում ընթացքի փաստացի պաշարը:

Առանցքային բաներ. էլեկտրամոբիլ, ներքին այրման շարժիչ, LCV դասի ավտոմոբիլ, արդյունավետություն, շահագործման արժեք, արտանետումներ, ավտոտրանսպորտային կազմակերպության շարժակազմ:

DETERMINATION OF THE ACTUAL RANGE OF THE GAZELLE E-NN ELECTRIC TRUCK IN THE CITY CYCLE

N.S. Luchko, M.G. Korchazhkin, S.V. Ilyanov

In the modern world, increased attention is paid to compliance with environmental norms and standards. In this regard, electric vehicles are becoming increasingly popular. With the advent of the first cargo models of electric vehicles, the question about the advisability of their use in various spheres of human arises.

Increasing the range of the GAZelle NEXT with an electric motor in the urban cycle is important for its economic efficiency, as it reduces the operating costs by reducing the number of charging sessions and increases the operational flexibility, allowing more deliveries.

An LCV class vehicle with a GAZelle NEXT electric motor has been presented for research. The main technical indicators of the object are studied. Based on them, the actual energy consumption is calculated for each type of movement and in the urban cycle as a whole. Based on the obtained indicators, the actual range in the urban cycle is determined.

Analysing the value obtained of the actual range, it can be stated that the exploitation of these models is only expedient in urban cargo transportation.

Keywords: electric vehicle, internal combustion engine (ICE), LCV class vehicles, efficiency, operating cost, emissions, rolling stock of a motor transport enterprise (ATE)