Прогноз изменения технического состояния АТС в процессе эксплуатации.

Исходные данные для моделирования

В качестве исходных данных выступают фактические данные по эксплуатации автобусов, а именно: пробеги автобусов по месяцам затраты на техническое обслуживание и текущий ремонт автобусов по месяцам, затраты на топливо по месяцам.

Пробеги автобусов за 2008 год, км

Гаражный номер	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
133	-	5982,2	6830,9	3531,2	6310,6	6473	5457	6319,2
135	4644,6	4558,7	1287,9	51,0	819,0	6449,5	6294,8	5751,7
141	-	-	3985,4	5067,2	2900,5	6037,8	6891,7	6418,2
150	-	-	-	3868,8	2991,0	3949,6	2545,7	3481,5
285	4061,4	4788,7	5085,6	3338,8	4875,8	5048,6	2842,4	3678,9
286	-	-	-	-	4396,2	3547,1	4681,2	1607,8
353	-	5969,8	4498,6	4122,7	4347,8	6902,2	6464,2	6803,8
399	6313,2	5782,9	2669,9	4506,0	6380,3	5871,9	4812,5	5687,4
464	-	5693,5	6760,7	3783,2	5546,8	6837,5	6092,6	3866,6

Прогноз изменения технического состояния АТС в процессе эксплуатации.

Исходные данные для моделирования

Затраты на ТО и ТР автобусов за 2008 год, руб.

Гаражный номер	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
133	-	-	1188,43	8447,01	288,14	1471,68	390,36	7640,26
135	1986,91	-	487,56	8753,31	327,88	800,29	1688,93	89,02
141	-	-	1059,05	518,66	1223,25	8019,00	897,88	2407,37
150	-	-	-	-	633,84	1115,22	1353,32	9638,13
285	1031,43	8828,69	258,76	535,37	144,07	1307,19	3062,41	7737,89
286	-	-	-	-	38,62	2295,44	538,45	289,41
353	-	467,34	1159,39	259,31	8460,6	800,29	1143,77	7782,13
399	515,71	68,32	376,53	8440,55	86,43	86,44	645,62	7879,36
464	-	192,84	1333,02	7911,64	19,59	1761,69	8377,02	271,47

Прогноз изменения технического состояния АТС в процессе эксплуатации.

Исходные данные для моделирования

Затраты на топливо за 2008 год, руб.

Гаражный номер	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
133	-	75210,5	91828,35	53240,5	89514,09	87599,8	72442,48	77194,95
135	57651,75	59917	16942,5	815,5	11025,6	88260,1	81728,9	76201,45
141	-	-	51618,15	72579,5	39163,85	80666,65	89775,73	78188,45
150	-	-	-	56153	41920,25	54254,65	33679,03	43256,99
285	40996,8	55308	65285,1	44852,5	55817,1	58546,6	36200,23	44488,93
286	-	-	-	-	54438,9	44020	55571,45	18280,4
353	-	73325	58282,2	59648	56276,5	89250,55	80678,4	81069,6
399	54399,6	54679,6	34336,8	51027	69369,4	61628	49163,4	51264,6
464	-	72068	92777,13	52192	76719,8	87599,8	76266,3	47091,9

Прогноз изменения технического состояния АТС в процессе эксплуатации.

Расчётные формулы

Средний (реализуемый) коэффициент технического использования (КТИ) за весь срок эксплуатации:

$$\bar{k}^{ТИ} = \frac{L_P}{L_H \cdot t_P}$$

Месячный пробег нового АТС LH определяем по фактическим данным: $L_H = \frac{\sum_{i=1}^{12}\sum_{j=1}^{9} L_{ij}}{i \cdot j} = 4.78$ тыс.км/мес

Пробег АТС до капитального ремонта (выработки ресурса) определяется по формуле:

$$L_P = L_{KP}^{H} \cdot K_{1C} \cdot K_2 \cdot K_3 = 700 \cdot 0{,}76 \cdot 1 \cdot 1 = 532 \quad \text{тыс. км}$$

Срок службы, заявленный заводом-изготовителем (гарантия по кузову) tp=15 лет = 180 мес

Отсюда определяем значение реализуемого КТИ:

$$\bar{k}^{ТИ} = \frac{L_P}{L_H \cdot t_P} = \frac{532}{4{,}78 \cdot 180} = 0{,}619$$

Прогноз изменения технического состояния АТС в процессе эксплуатации.

Расчётные формулы

Минимальное значение КТИ на момент окончания срока службы определяется из выражения:

$$\bar{k}^{ТИ} = \frac{1 - k_{\min}^{ТИ}}{-\ln k_{\min}^{ТИ}}; \quad \bar{k}^{ТИ} = 0.619 => k_{\min}^{ТИ} = 0.35$$

Значение коэффициента интенсивности изменения КТИ β определяется по формуле:

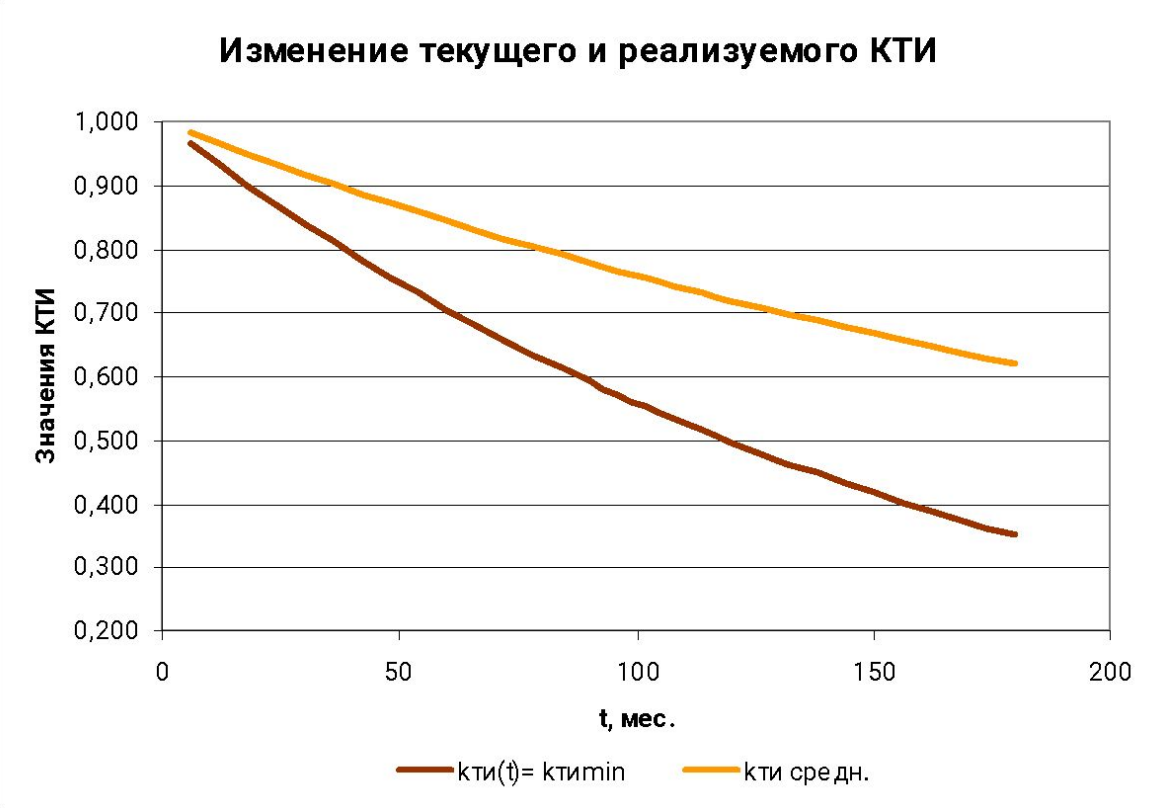
$$\beta = -\frac{\ln k_{\min}^{ТИ}}{t_p} = -\frac{\ln 0{,}35}{180} = 0{,}00583 \quad \text{мес}^{-1}$$

Прогноз изменения технического состояния АТС в процессе эксплуатации.

Динамика изменения показателей ТЭА в процессе эксплуатации

Характер изменения КТИ в процессе эксплуатации АТС описывается выражением

$$k^{ТИ}(t) = \exp(-\beta t),$$

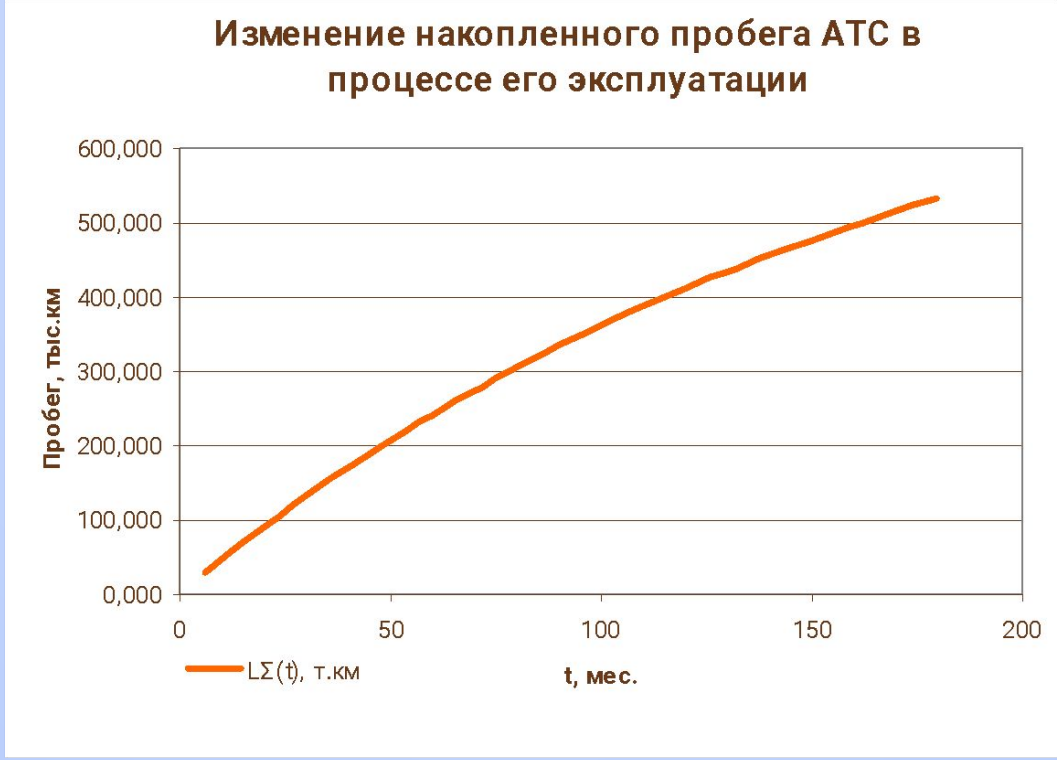


Прогноз изменения технического состояния АТС в процессе эксплуатации.

Динамика изменения показателей ТЭА в процессе эксплуатации

Накопленный пробег АТС на временном интервале [0;t] определяется по формуле:

$$L_{\Sigma}(t) = \frac{L_H}{\beta} \cdot \left[1 - \exp(-\beta t)\right]$$



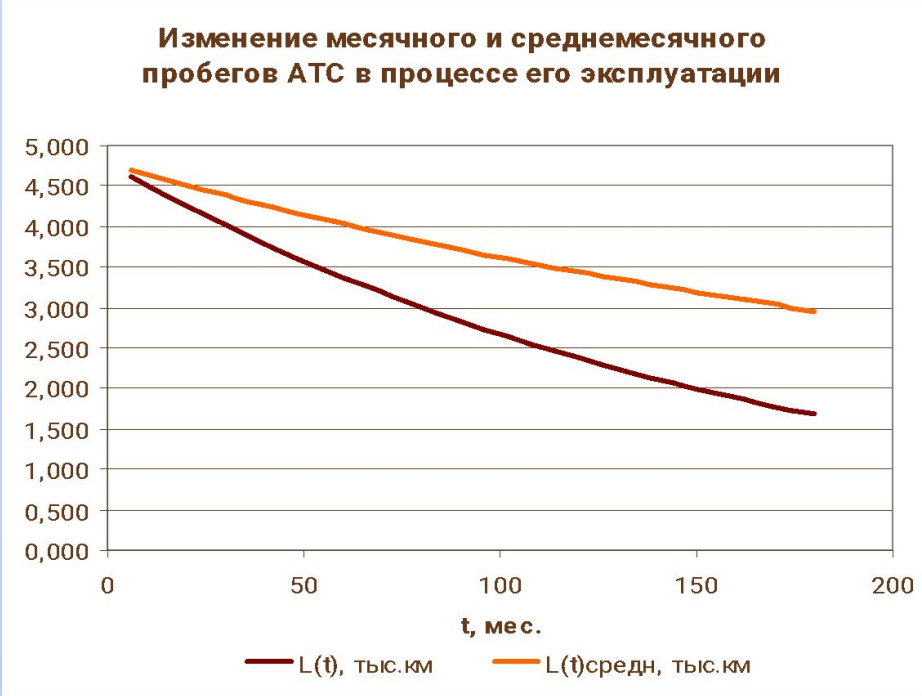
Прогноз изменения технического состояния АТС в процессе эксплуатации.

Динамика изменения показателей ТЭА в процессе эксплуатации

Месячный пробег АТС на окончание месяца рассматриваемого интервала t определяется по формуле:

$$L(t) = L_H \exp(-\beta t)$$

Среднемесячный пробег АТС на прогнозируемом периоде [0;t] определяется по формуле: $\overline{L}(t) = \dfrac{L_\Sigma(t)}{t}$



Прогноз изменения технического состояния АТС в процессе эксплуатации.

Динамика изменения показателей ТЭА в процессе эксплуатации

Суммарные затраты на ТО и ремонт на интервале времени [0;t] вычисляются по формуле:

$$C_{\Sigma}(t) = \frac{C_H L_H [1 - k_{ТИ}(t)]}{\beta \cdot k_{ТИ}(t)}$$

Значение C_H определяется из выражения $C_H = \sum_{i=1}^{12}\sum_{j=1}^{9} C_{ij} \cdot 1000 \Big/ \left(\sum_{i=1}^{12}\sum_{j=1}^{9} L_{ij}\right) = 509{,}81_\text{руб./тыс. км}$

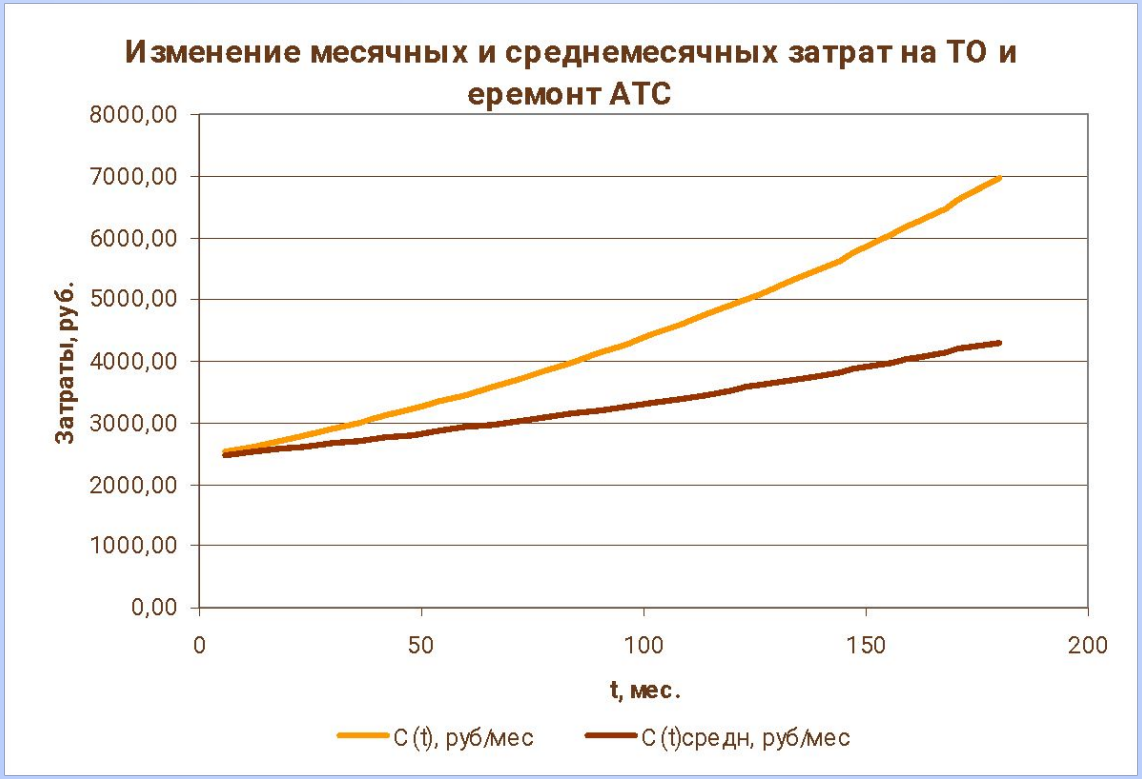
Прогноз изменения технического состояния АТС в процессе эксплуатации.

Динамика изменения показателей ТЭА в процессе эксплуатации

Месячные затраты на окончание месяца, приведенные к моменту окончания времени t вычисляются по формуле:

$$C(t) = C_H L_H \exp(\beta t)$$

Средние затраты на ТО и ремонт на прогнозируемом периоде вычисляются по формуле: $\overline{C}(t) = \dfrac{C_\Sigma(t)}{t}$



Моделирование изменения технико-экономических показателей при различных стратегиях оценки срока службы АТС

Рассматриваемые стратегии:

А – оценка срока службы АТС по заданному пробегу L_P;
В – оценка срока службы АТС по заданному уровню технического состояния АТС
на момент окончания его срока службы $k_{\min}^{ТИ}$
С – оценка срока службы по минимуму затрат на техническую эксплуатацию АТС
с учетом его стоимости, приведенных к 1000 км пробега

При рассмотрении стратегии А задается ресурсный пробег L_P и исходя из этого производится расчет показателей технической эксплуатации.

При рассмотрении стратегии В задаются различные значения КТИ на момент окончания срока службы $k_{\min}^{ТИ}$ и для каждого значения производится расчет показателей ТЭ.
В нашем расчете мы поочередно задаем значения $k_{\min}^{ТИ}$ = 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6.

При рассмотрении стратегии С определяем минимальный КТИ на момент окончания срока службы, обеспечивающий минимум затрат на эксплуатацию АТС с учетом его стоимости, приведенных к 1000 км пробега $k_{\min}^{ТИ}(L_P^*)$
Этот коэффициент определяется из выражения

$$k_{\min}^{ТИ}(L_P^*) = \left[1 + \sqrt{\frac{Ц \cdot \beta}{C_H \cdot L_H}}\right]^{-1} = \left[1 + \sqrt{\frac{5296610 \cdot 0{,}00583}{509{,}81 \cdot 4{,}7761}}\right]^{-1} = 0{,}219,$$

где Ц – стоимость АТС;

Моделирование изменения технико-экономических показателей при различных стратегиях оценки срока службы АТС

Расчет показателей ТЭ, характеризующих затраты на ТО и ремонт АТС, производится по формулам:

1) реализуемый КТИ $\overline{k}^{ТИ}$ согласно первой части

2) пробег АТС до окончания срока службы LP в зависимости от рассматриваемой стратегии задается или определяется по формуле:

$$L_P = \frac{L_H}{\beta}\left[1 - k_{\min}^{ТИ}\right]$$

) срок службы АСТ tP задается или определяется по формуле:

$$t_P = \frac{-\ln k_{\min}^{ТИ}}{\beta}$$

4) среднемесячный пробег за срок службы АТС $\overline{L}$ определяется согласно первой части

5) среднемесячный пробег АТС на момент окончания срока его службы $L_{\min}$:

$$L_{\min} = L_H \cdot k_{\min}^{ТИ}$$

6) суммарные затраты на ТО и ремонт АТС C_P:

$$C_P = \frac{C_H \cdot L_P}{k_{\min}^{ТИ}}$$

7) среднемесячные затраты на ТО и ремонт АТС $\overline{C}$:

$$\overline{C} = \frac{C_P}{t_P}$$

Моделирование изменения технико-экономических показателей при различных стратегиях оценки срока службы АТС

Расчет показателей ТЭ, характеризующих затраты на ТО и ремонт АТС, производится по формулам:

Максимальные месячные затраты на ТО и ремонт АТС перед окончанием срока его службы Cmax :

$$C_{\max} = \frac{C_H \cdot L_H}{k_{\min}^{ТИ}}$$

9) Средние затраты на ТО и ремонт АТС на 1000 км его пробега $\overline{C}(L)$

$$\overline{C}(L) = \frac{C_H}{k_{\min}^{ТИ}}$$

10) максимальные затраты на ТО и ремонт АТС на момент окончания срока его службы Rmax(L):

$$R_{\max}(L) = \frac{C_H \cdot L_H}{k_{\min}^{ТИ} \cdot L_{\min}}$$

11) Затраты на ТО и ремонт АТС S(t) с учетом его стоимости, приведенные к месяцу эксплуатации:

$$S(t) = \frac{Ц + C_P}{t_P}$$

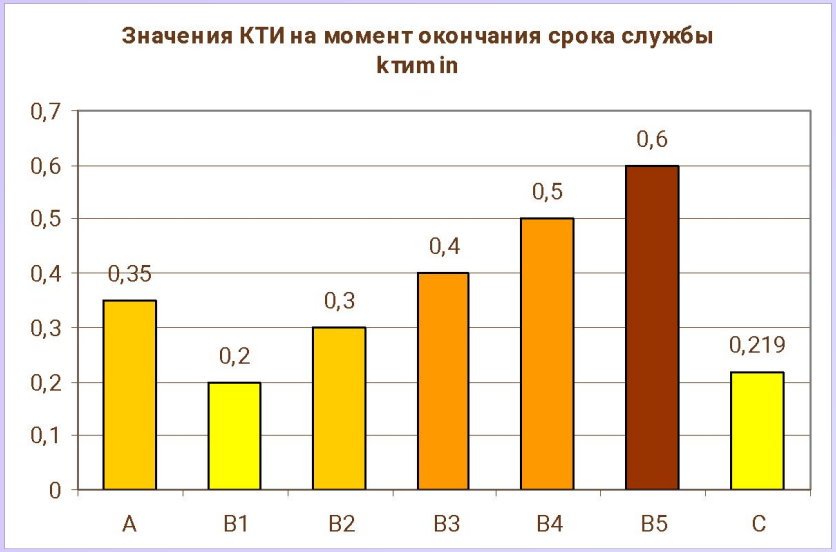
12) Затраты на ТО и ремонт АТС S(L) с учетом его стоимости, приведенные к 1000 км пробега:

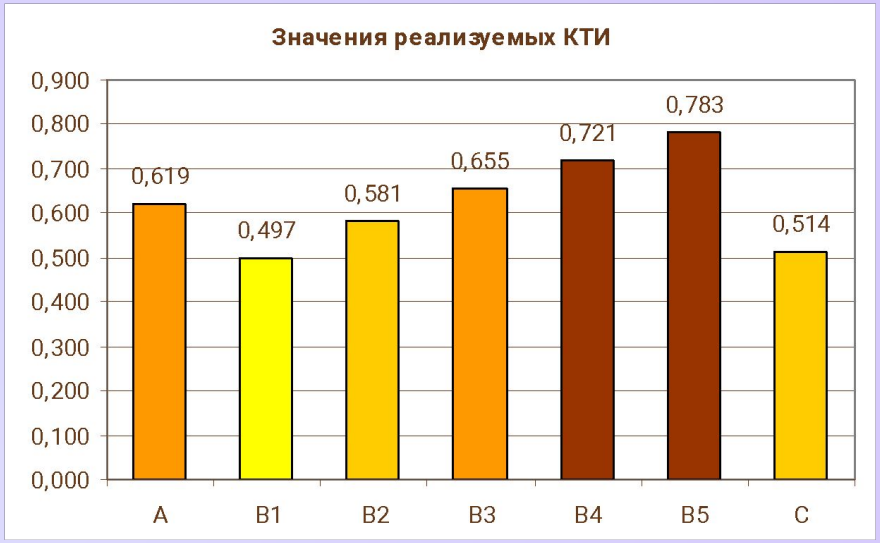
$$S(L) = \frac{Ц + C_P}{L_P}$$

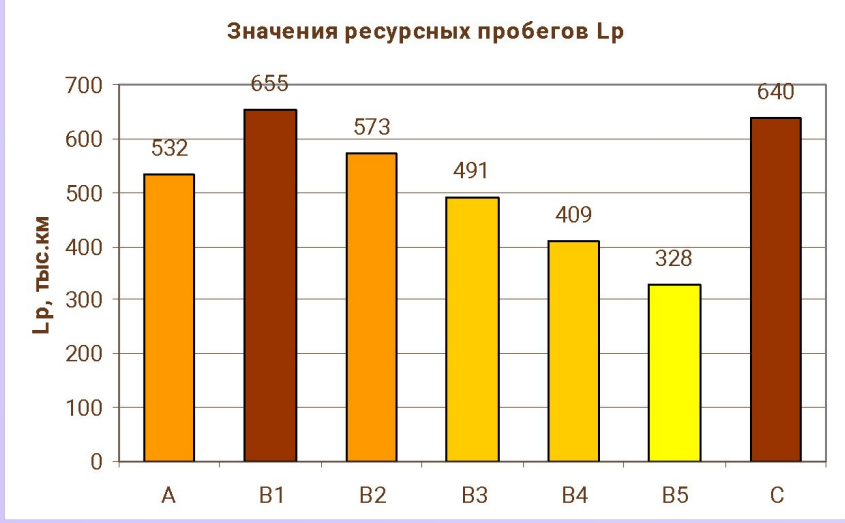
Моделирование изменения технико-экономических показателей при различных стратегиях оценки срока службы АТС

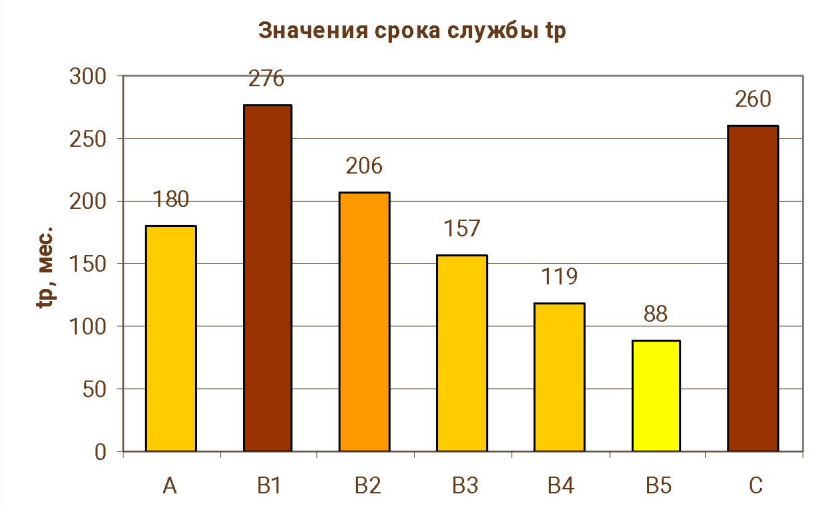
Показатели ТЭ	Стратегии оценки срока службы АТС						
	A	B1	B2	B3	B4	B5	C
$k_{\min}^{ТИ}$	0,35	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,219
$\bar{k}^{ТИ}$	0,619	0,497	0,581	0,655	0,721	0,783	0,514
$L_р$, тыс.км.	532	655,12	573,23	491,34	409,45	327,56	639,56
$t_р$, мес.	180,0	276,0	206,4	157,1	118,8	87,6	260,4
$\bar{L}$, км.	2955,6	2374,0	2776,9	3127,4	3445,2	3739,9	2456,2
$L_{\min}$, км.	1672	955	1433	1910	2388	2866	1046
$C_р$, тыс.руб.	774,92	**1669,94**	974,13	626,23	417,48	278,32	**1488,84**
$\bar{C}$, тыс.руб./мес.	4,31	6,05	4,72	3,99	3,51	3,18	5,72
C_{max}, тыс. руб./мес.	6,96	12,17	8,12	6,09	4,87	4,06	11,12
$\bar{C}(L)$, руб./тыс. км.	**1456,61**	**2549,07**	**1699,38**	**1274,53**	**1019,63**	**849,69**	**2327,92**
$R_{max}(L)$, руб./1000 км.	**4161,75**	**12745,35**	**5664,60**	**3186,34**	**2039,26**	**1416,15**	**10629,76**
S(t), тыс. руб./мес.	33,73	25,25	30,38	37,70	48,08	63,65	26,06
S(L), тыс. руб./1000 км	11,41	10,63	10,94	12,05	13,96	17,02	10,61

Моделирование изменения технико-экономических показателей при различных стратегиях оценки срока службы АТС

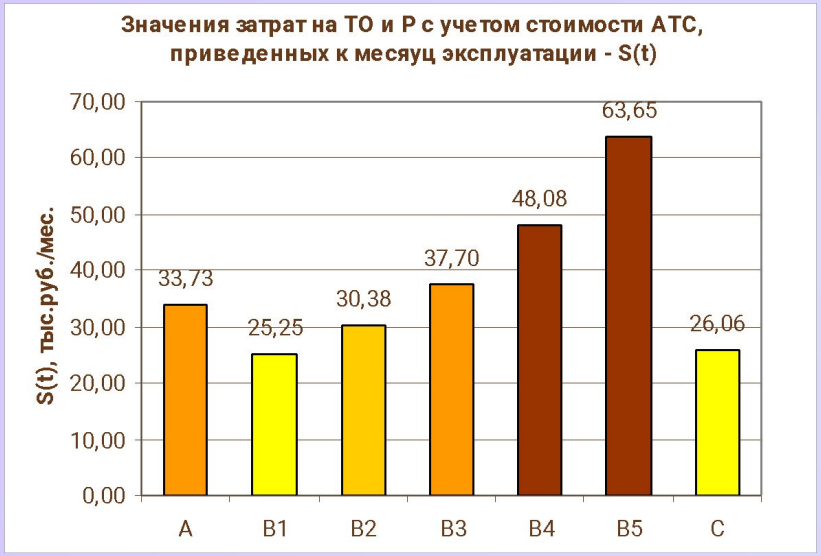


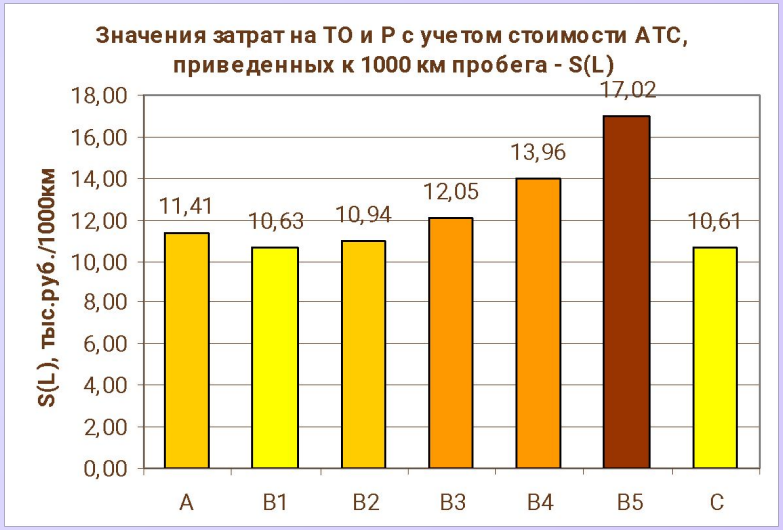






Моделирование изменения технико-экономических показателей при различных стратегиях оценки срока службы АТС





Моделирование изменения технико-экономических показателей при различных стратегиях оценки срока службы АТС с учётом затрат на топливо

При моделировании изменения технико-экономических показателей с учетом затрат на топливо изменяться значения суммарных затрат на эксплуатацию СР, максимальных месячных затрат на момент окончания срока службы Cmax , средних затрат на эксплуатацию АТС на 1000 км пробега $\overline{C}(L)$ и максимальных затрат на эксплуатацию АТС на момент окончания срока его службы Rmax(L), приведенные к 1000 км пробега. Удельные затраты на топливо СТ, руб./100 км найдем как среднее значение отношения месячных затрат на топливо к месячным пробегам по всем автобусам за 2008 год:

$$C_T = \frac{\sum_{i=1}^{9}\sum_{j=1}^{12}\left(\frac{S_{ij}\cdot 100}{L_{ij}}\right)}{i\cdot j} = 1263_руб./100км.$$

Суммарные затраты на эксплуатацию АТС C_P в этом случае рассчитываются по формуле: $C_P = \frac{C_H \cdot L_P}{k_{\min}^{ТИ}} + C_T \cdot L_P$

Максимальные месячные затраты на момент окончания срока службы АТС Cmax рассчитываются по формуле:

$$C_{\max} = \frac{C_H \cdot L_H}{k_{\min}^{ТИ}} + C_T \cdot L_{\min}$$

Средние затраты на эксплуатацию АТС на 1000 км его пробега $\overline{C}(L)$ определяются по формуле:

$$\overline{C}(L) = \frac{C_H}{k_{\min}^{ТИ}} + C_T \cdot 10$$

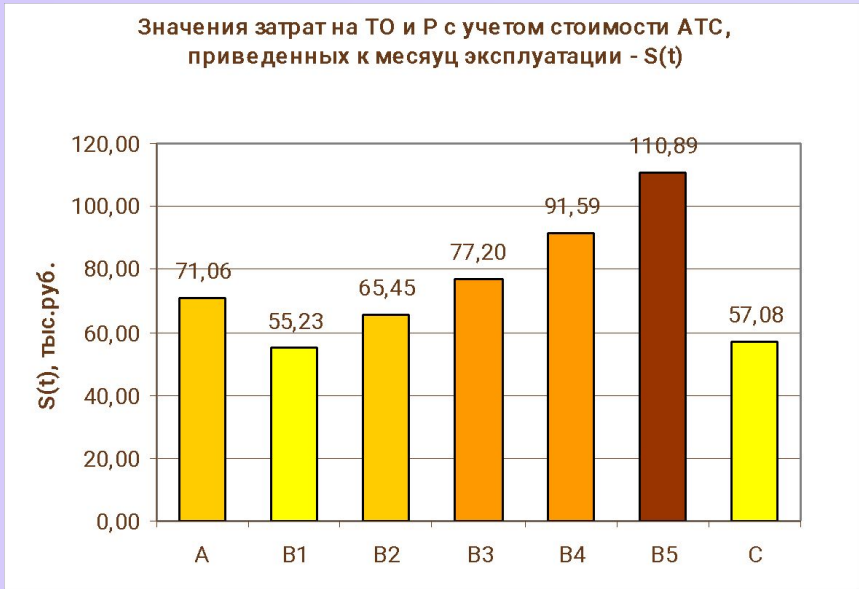
Максимальные затраты на эксплуатацию АТС на момент окончания срока его службы R_{max}(L), приведенные к 1000 км пробега, определяются по формуле:

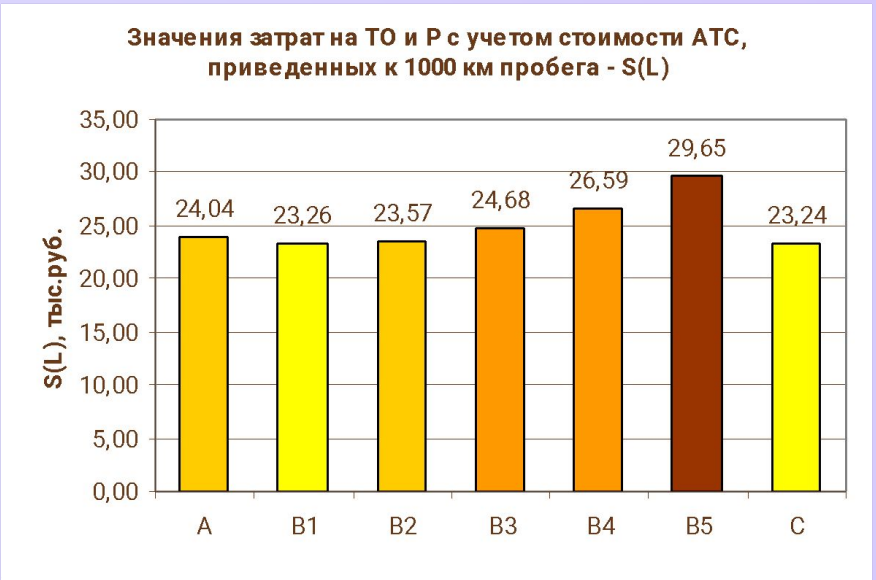
$$R_{\max}(L) = \frac{C_H \cdot L_H}{k_{\min}^{ТИ} \cdot L_{\min}} + C_T \cdot 10$$

Моделирование изменения технико-экономических показателей при различных стратегиях оценки срока службы АТС с учётом затрат на топливо

Показатели ТЭ	Стратегии оценки срока службы АТС						
	A	B1	B2	B3	B4	B5	C
$k_{\min}^{ТИ}$	0,35	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,219
$\bar{k}^{ТИ}$	0,619	0,497	0,581	0,655	0,721	0,783	0,514
$L_Р$, тыс.км.	532	655	573	491	409	328	640
$t_Р$, мес.	180	276	206	157	119	88	260
$\bar{L}$, км.	2955,6	2374,0	2776,9	3127,4	3445,2	3739,9	2456,2
$L_{\min}$, км.	1672	955	1433	1910	2388	2866	1046
$C_Р$, тыс.руб.	**7494,08**	**9944,07**	**8214,00**	**6831,83**	**5588,82**	**4415,39**	**9566,46**
C, тыс.руб./мес.	41,63	36,04	39,79	43,49	47,03	50,41	36,74
C_{max}, тыс. руб./мес.	28,07	24,24	26,21	30,22	35,03	40,25	24,33
$\bar{C}(L)$, руб./1000 км.	**14086,6**	**15179,1**	**14329,4**	**13904,5**	**13649,6**	**13479,7**	**14957,9**
$R_{max}(L)$, руб./1000 км.	**16791,75**	**25375,35**	**18294,60**	**15816,34**	**14669,26**	**14046,15**	**23259,76**
S(t), тыс.руб./мес.	71,06	55,23	65,45	77,20	91,59	110,89	57,08
S(L), тыс.руб./1000 км	24,04	23,26	23,57	24,68	26,59	29,65	23,24

Моделирование изменения технико-экономических показателей при различных стратегиях оценки срока службы АТС с учётом затрат на топливо





Анализ полученных результатов показывает, что наиболее рациональный срок службы АТС (Волжанин 6270) с точки зрения минимальных затрат на ТО и ремонт, приведенных к 1000 км пробега, обеспечивается путем применения стратегии С. При этом оптимальный пробег до обновления АТС по стратегии D составляет 640 тыс. км пробега. В то же время если исходить из оптимального соотношения пройденного пробега до выработки ресурса LP и месячных затрат на поддержание его в работоспособном состоянии, наиболее выгодной оказывается стратегия В3. При этом оптимальный пробег до списания составляет 491 тыс.км.