

ВЛИЯНИЕ НАРАБОТОК НА ОТКАЗ НА ПОКАЗАТЕЛИ БЕЗОТКАЗНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ТРАНСМИССИИ СПЕЦИАЛЬНЫХ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

А. В. Сарбей, Н. С. Захаров
Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

EFFECT OF MEAN TIME BETWEEN FAILURES (MTBF) ON UPTIME INDEXES OF SPECIALTY TRUCKS TRANSMISSION ELEMENTS OF AN OIL AND GAS PRODUCTION ENTERPRISE

Alexander V. Sarbey, Nikolay S. Zakharov
Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Аннотация. Надежность автомобильного транспорта является одним из основных факторов, влияющих на производительность эксплуатационных задач и выполнение специальных работ любого автотранспортного предприятия. Эффективность выполнения задач напрямую зависит от бесперебойной работы транспортных средств на месте выполнения операции.

В исследовательской работе проведен сбор данных наработок на отказ специальных грузовых автомобилей Урал 4320 по шести элементам трансмиссии: коробкам передач, раздаточным коробкам передач, сцеплениям, карданным валам, передним и задним мостам. Определены численные значения основных показателей безотказности и получены их функциональные зави-

Abstract. The reliability of road transport is one of the main factors affecting the operational capacity and special works performance of any road transport company. The efficiency of task performance directly depends on the uninterrupted operation of vehicles at the site of operation.

The authors of the study collected data of MTBF of special trucks Ural 4320 for six transmission elements: gearboxes, transfer gearboxes, clutches, cardan shafts, front and rear axles.

The numerical values of the main uptime indicators are determined and their functional dependences on the MTBF are obtained. According to the graphic representation of the functional dependences and variation coefficients, the law of distribution of random variables is determined.

симости по наработке на отказ. По графическому изображению функциональных зависимостей и коэффициентам вариации определен закон распределения случайных величин.

Ключевые слова: надежность, безотказность, наработка на отказ, закон распределения, коэффициент вариации, трансмиссия

Key words: reliability, uptime, MTBF, distribution law, coefficient of variation, transmission

Введение

Безотказность специальных грузовых автомобилей, выполняющих производственные задачи нефтегазодобывающих предприятий в неблагоприятных природно-климатических, дорожных и эксплуатационных условиях, является одним из основных показателей их надежности [1–3], который оказывает существенное влияние на коэффициент технической готовности автотранспорта и экономическую прибыль предприятия от выполняемых работ [4–6].

Целью работы является определение безотказности элементов трансмиссии специальных грузовых автомобилей, эксплуатация которых осуществляется в неблагоприятных условиях.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- сформировать объем выборки наработок на отказ элементов трансмиссии;
- определить численные значения показателей безотказности путем проведения эмпирических вычислений наработок на отказ;
- определить законы распределения на основании графического изображения эмпирических вычислений.

Объект исследования

Объектом исследования является определение безотказности элементов трансмиссии специальных грузовых автомобилей, предметом исследования – трансмиссия автомобиля Урал 4320.

Экспериментальная часть

В ходе выполнения первой задачи выявлено 310 неисправностей 33 автомобилей. Сформиро-

ваны следующие наработки на отказ (км) по шести элементам трансмиссии:

- коробкам передач: 298 931; 266 919; 263 925; 210 323; 187 475; 182 373; 177 710; 160 456; 158 555; 152 947; 142 816; 141 255; 132 990; 131 117; 128 263; 119 972; 117 484; 106 258; 82 519; 80 088; 75 890; 64 655; 59 061; 56 013; 53 583; 52 047; 49 963; 44 570; 41 857; 41 121; 36 914; 19 675; 16 358; 7 906; 7 026.
- раздаточным коробкам передач: 225 287; 220 890; 210 323; 191 314; 181 725; 178 985; 162 325; 154 755; 132 990; 131 478; 117 484; 113 790; 106 741; 103 627; 97 802; 90 812; 90 654; 89 120; 82 519; 79 866; 71 815; 71 742; 68 379; 61 556; 61 125; 59 411; 57 287; 54 741; 54 266; 52 686; 47 186; 45 475; 44 661; 39 230; 32 128; 30 883; 22 222; 21 939; 19 876; 10 051; 9 304; 8 997; 8 479; 7 751; 6 857; 6 466; 125.
- задним мостам: 250 474; 205 026; 189 824; 184 091; 158 555; 151 379; 146 359; 146 094; 133 248; 128 263; 126 067; 115 942; 115 454; 107 593; 86 175; 70 065; 51 334; 45 475; 41 121; 39 755; 36 305; 36 156; 34 074; 28 688; 26 874; 26 675; 26 053; 21 146; 21 145; 15 904; 14 964; 13 992; 8 694; 4 204; 3 729; 2 151; 413.
- передним мостам: 318 965; 282 612; 243 371; 220 890; 210 323; 197 377; 170 881; 154 755; 152 947; 141 866; 132 990; 132 819; 128 554; 117 911; 107 891; 101 554; 86 062; 82 519; 81 081; 79 432; 68 379; 62 992; 61 556; 59 131; 56 021; 55 301; 54 266; 45 475; 45 416; 43 698; 41 121; 40 218; 39 755; 35 579; 30 974; 28 119; 26 516; 25 907; 21 694; 19 923; 17 942; 17 869; 16 689; 16 166; 13 567; 12 462; 12 175; 10 175; 10 002; 9 793; 9 304; 8 990; 7 977; 7 654; 7 526;

6 347; 4 566; 4 491; 4 204; 3 984; 2 967; 2 789; 2 151; 1 900; 1 770; 602.

- сцеплениям: 247 828; 243 371; 197 377; 164 696; 158 927; 152 947; 148 881; 144 650; 138 143; 132 990; 118 629; 117 911; 117 484; 116 189; 111 587; 106 258; 101 172; 89 934; 82 519; 80 610; 79 432; 78 904; 78 230; 68 783; 67 863; 65 356; 64 833; 61 256; 59 490; 56 537; 56 303; 54 266; 53 585; 53 583; 48 451; 48 288; 47 350; 44 709; 44 442; 41 857; 41 096; 39 256; 38 345; 36 133; 32 771; 31 499; 31 276; 30 543; 28 890; 25 520; 22 296; 22 186; 21 594; 18 687; 16 918; 16 689; 16 639; 16 358; 15 729; 14 967; 14 428; 14 337; 13 567; 12 813; 12 442; 12 175; 11 913; 11 085; 10 684; 10 002; 9 793; 7 039; 6 857; 5 546; 4 325; 2 964; 2 287; 2 200; 1 130; 1 020; 656; 190.
- карданным валам: 268 565; 243 371; 236 789; 214 527; 195 748; 190 923; 177 710; 158 555; 148 245; 144 673; 143 172; 141 255; 131 478; 128 263; 117 911; 112 097; 108 447; 101 172; 82 522; 81 203; 77 275; 75 890; 54 266; 47 350; 40 653; 39 280; 34 067; 31 276; 30 130; 28 890; 27 892; 25 691; 24 279; 20 903; 19 032; 16 358; 14976; 14531; 14047; 13567; 7 849; 6 182; 1770.

На следующем этапе эмпирических вычислений необходимо было выполнить вторую задачу исследования [7] путем нахождения частоты отказов (W_i), вероятности отказов ($F(l_i)$), вероятности безотказной работы ($R(l_i)$) и плотности

вероятностных отказов ($f(l_i)$) по следующим выражениям (1–4):

$$W_i = \frac{m_i}{n}, \quad (1)$$

$$F(l_i) = \frac{m(l_i)}{n}, \quad (2)$$

$$R(l_i) = 1 - F(l_i), \quad (3)$$

$$f(l_i) = \frac{W_i}{\Delta l}, \quad (4)$$

где m_i – количество отказов в интервале;
 n – общее число отказов;
 l_i – середина интервала, км;
 Δl – длина интервала, км.

Результаты и обсуждения

В ходе выполнения экспериментальных вычислений по вышеуказанным формулам получены численные значения основных показателей безотказности [8]. Эти данные заполняются в соответствующих интервалах сводной таблицы по каждому элементу трансмиссии. Результаты расчетов по коробкам передач, раздаточным коробкам передач, сцеплениям, карданным валам, передним и задним мостам представлены в таблицах 1–6.

Таблица 1

Расчет по коробкам передач

Обозначение	N _{инт} 1	N _{инт} 2	N _{инт} 3	N _{инт} 4	N _{инт} 5	N _{инт} 6	N _{инт} 7
l_{\min_i} , тыс. км	0	48	96	144	192	240	288
l_{\max_i} , тыс. км	48	96	144	192	240	288	336
l_i , тыс. км	24	72	120	168	216	264	312
m_i , ед.	8	9	8	6	1	2	1
$m(l_i)$, ед.	8	17	25	31	32	34	35
W_i	0,229	0,257	0,229	0,171	0,029	0,057	0,029
$F(l_i)$	0,229	0,486	0,714	0,886	0,914	0,971	1
$R(l_i)$	0,771	0,514	0,286	0,114	0,086	0,029	0
$f(l_i)$	$4,76 \cdot 10^{-6}$	$5,36 \cdot 10^{-6}$	$4,76 \cdot 10^{-6}$	$3,57 \cdot 10^{-6}$	$5,95 \cdot 10^{-6}$	$1,19 \cdot 10^{-6}$	$5,95 \cdot 10^{-6}$

Таблица 2

Расчет по раздаточным коробкам передач

Обозначение	N _{ИНТ} 1	N _{ИНТ} 2	N _{ИНТ} 3	N _{ИНТ} 4	N _{ИНТ} 5	N _{ИНТ} 6	N _{ИНТ} 7
l_{\min_i} , тыс. км	0	35	70	105	140	175	210
l_{\max_i} , тыс. км	35	70	105	140	175	210	245
l_i , тыс. км	17,5	52,5	87,5	122,5	157,5	192,5	227,5
m_i , ед.	13	12	9	5	2	3	3
$m(l_i)$, ед.	13	25	34	39	41	44	47
W_i	0,277	0,255	0,191	0,106	0,043	0,064	0,064
$F(l_i)$	0,277	0,532	0,723	0,83	0,872	0,936	1
$R(l_i)$	0,723	0,468	0,277	0,17	0,128	0,064	0
$f(l_i)$	$7,9 \cdot 10^{-6}$	$7,29 \cdot 10^{-6}$	$5,47 \cdot 10^{-6}$	$3,04 \cdot 10^{-6}$	$1,22 \cdot 10^{-6}$	$1,82 \cdot 10^{-6}$	$1,82 \cdot 10^{-6}$

Таблица 3

Расчет по сцеплениям

Обозначение	N _{ИНТ} 1	N _{ИНТ} 2	N _{ИНТ} 3	N _{ИНТ} 4	N _{ИНТ} 5	N _{ИНТ} 6	N _{ИНТ} 7
l_{\min_i} , тыс. км	0	36	72	108	144	180	216
l_{\max_i} , тыс. км	36	72	108	144	180	216	252
l_i , тыс. км	18	54	90	126	162	198	234
m_i , ед.	38	21	8	7	5	1	2
$m(l_i)$, ед.	38	59	67	74	79	80	82
W_i	0,463	0,256	0,098	0,085	0,061	0,012	0,024
$F(l_i)$	0,463	0,720	0,817	0,902	0,963	0,976	1
$R(l_i)$	0,537	0,208	0,183	0,098	0,037	0,024	0
$f(l_i)$	$1,29 \cdot 10^{-5}$	$7,11 \cdot 10^{-6}$	$2,71 \cdot 10^{-6}$	$2,37 \cdot 10^{-6}$	$1,69 \cdot 10^{-6}$	$3,39 \cdot 10^{-7}$	$6,78 \cdot 10^{-7}$

Таблица 4

Расчет по карданным валам

Обозначение	N _{ИНТ} 1	N _{ИНТ} 2	N _{ИНТ} 3	N _{ИНТ} 4	N _{ИНТ} 5	N _{ИНТ} 6	N _{ИНТ} 7
l_{\min_i} , тыс. км	0	42	84	126	168	210	252
l_{\max_i} , тыс. км	42	84	126	168	210	252	294
l_i , тыс. км	21	63	105	147	189	231	273
m_i , ед.	19	6	4	7	3	3	1
$m(l_i)$, ед.	19	25	29	36	39	42	43
W_i	0,442	0,140	0,093	0,163	0,070	0,070	0,023
$F(l_i)$	0,442	0,581	0,674	0,837	0,907	0,977	1
$R(l_i)$	0,558	0,419	0,326	0,163	0,093	0,023	0
$f(l_i)$	$1,05 \cdot 10^{-5}$	$3,32 \cdot 10^{-6}$	$2,21 \cdot 10^{-6}$	$3,88 \cdot 10^{-6}$	$1,66 \cdot 10^{-6}$	$1,66 \cdot 10^{-6}$	$5,54 \cdot 10^{-7}$

Расчет по передним мостам

Обозначение	N _{инт} 1	N _{инт} 2	N _{инт} 3	N _{инт} 4	N _{инт} 5	N _{инт} 6	N _{инт} 7
l_{\min_i} , тыс. км	0	46	92	138	184	230	276
l_{\max_i} , тыс. км	46	92	138	184	230	276	322
l_i , тыс. км	23	69	115	161	207	253	299
m_i , ед.	39	11	6	4	3	1	2
$m(l_i)$, ед.	39	50	56	60	63	64	66
W_i	0,591	0,167	0,091	0,061	0,045	0,0105	0,030
$F(l_i)$	0,591	0,758	0,848	0,909	0,955	0,970	1
$R(l_i)$	0,409	0,242	0,152	0,091	0,045	0,030	0
$f(l_i)$	$1,28 \cdot 10^{-5}$	$3,62 \cdot 10^{-6}$	$1,98 \cdot 10^{-6}$	$1,32 \cdot 10^{-6}$	$9,88 \cdot 10^{-7}$	$3,29 \cdot 10^{-7}$	$6,59 \cdot 10^{-7}$

Таблица 6

Расчет по задним мостам

Обозначение	N _{инт} 1	N _{инт} 2	N _{инт} 3	N _{инт} 4	N _{инт} 5	N _{инт} 6	N _{инт} 7
l_{\min_i} , тыс. км	0	41	82	123	164	205	246
l_{\max_i} , тыс. км	41	82	123	164	205	246	287
l_i , тыс. км	20,5	61,5	102,5	143,5	184,5	225,5	266,5
m_i , ед.	18	4	4	7	2	1	1
$m(l_i)$, ед.	18	22	26	33	35	36	37
W_i	0,486	0,108	0,108	0,189	0,054	0,0257	0,027
$F(l_i)$	0,486	0,595	0,703	0,892	0,946	0,973	1
$R(l_i)$	0,514	0,405	0,297	0,108	0,054	0,027	0
$f(l_i)$	$1,19 \cdot 10^{-5}$	$2,64 \cdot 10^{-6}$	$2,64 \cdot 10^{-6}$	$4,61 \cdot 10^{-6}$	$1,32 \cdot 10^{-6}$	$6,59 \cdot 10^{-7}$	$6,59 \cdot 10^{-7}$

На основании определения коэффициентов вариации по формулам (5–7) для каждого элемента трансмиссии и графического представления функциональной зависимости $y=f(l_i)$ (рис. 1) выполним третью задачу исследования [9, 10]:

$$v_i = \frac{\sigma_i}{l_i}, \quad (5)$$

где σ_i – среднеквадратическое отклонение наработки на отказ, км;

\bar{l}_i – средняя наработка на отказ, км.
 \bar{l}_i и σ_i определяем по формулам (6) и (7):

$$\bar{l}_i = \frac{l_1 + l_2 + \dots + l_n}{n}, \quad (6)$$

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (l_i - \bar{l}_i)^2}{n-1}}. \quad (7)$$

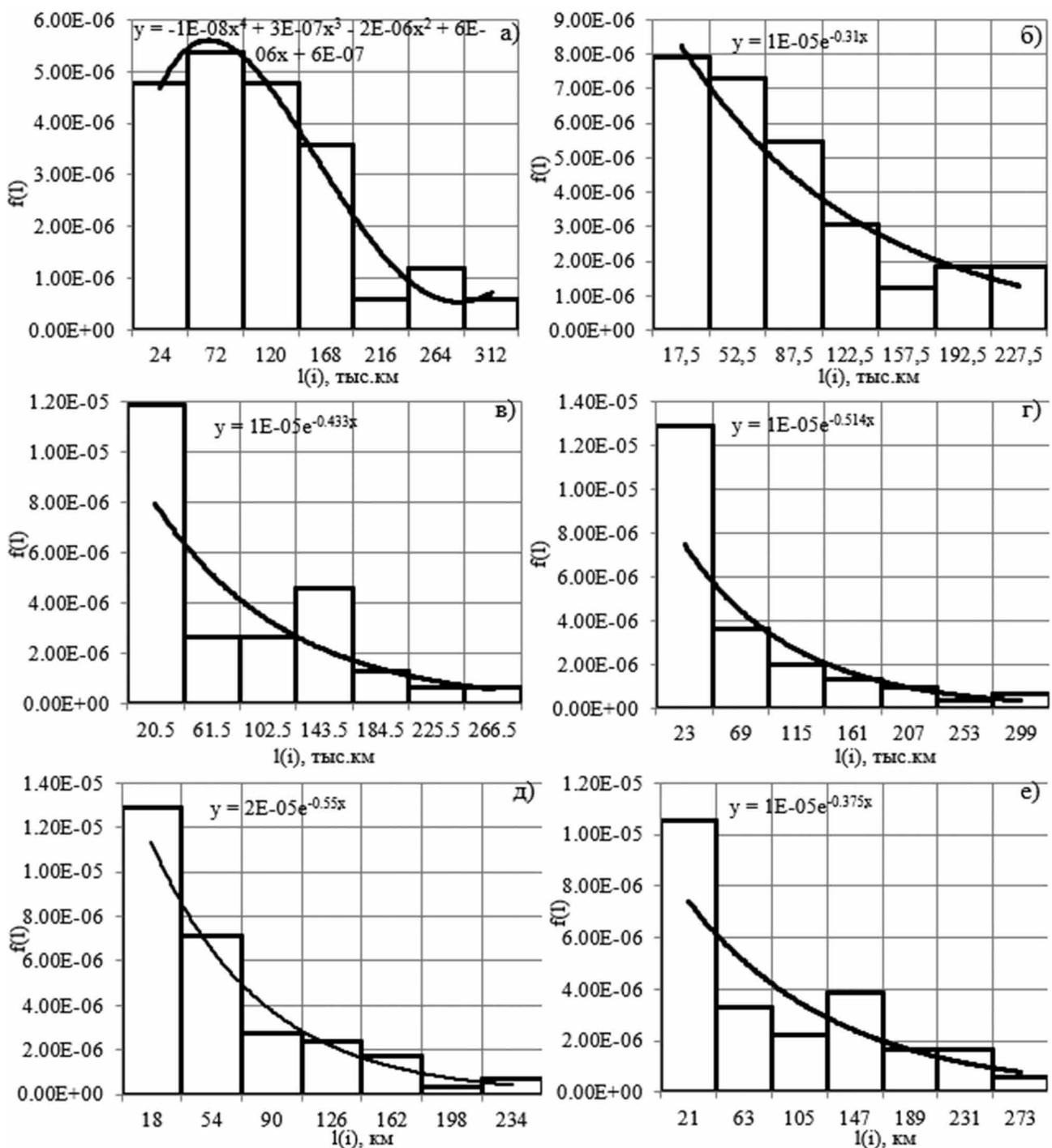


Рис. 1. Изменение плотности вероятностных отказов по наработке:
 а) коробок передач; б) раздаточных коробок передач; в) задних мостов; г) передних мостов;
 д) сцеплений; е) карданных валов

Вывод

В ходе выполнения исследовательской работы была решена задача по определению безотказности элементов трансмиссии специальных

грузовых автомобилей, эксплуатируемых в неблагоприятных условиях.

Был сформирован объем выборки по 310 отказам сцеплений, карданных валов, передних и

задних мостов, коробок передач и раздаточных коробок передач со средними наработками на отказ, которые составили 56 469, 88 204, 63 953, 76 039, 110 543, 79 513 км соответственно. Определены численные значения основных показателей безотказности с последующим построением гистограмм изменения плотности вероятностных отказов по наработке на отказ для каждого элемента трансмиссии. На основании построе-

ния гистограмм и эмпирического вычисления коэффициента вариации можно сделать вывод, что экспоненциальный закон распределения характерен для раздаточных коробок передач, сцеплений, карданных валов, передних и задних мостов с коэффициентами вариаций 0,8; 0,99; 0,86; 1 и 0,9 соответственно. Закон распределения отказов коробок передач близок к распределению Вейбулла с коэффициентом вариации 0,7.

Библиографический список

1. Макарова, А. Н. Корректирование нормативов периодичности технического обслуживания с учетом фактических условий и интенсивности эксплуатации автомобилей : монография / А. Н. Макарова, Н. С. Захаров. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2019. – 174 с. – Текст : непосредственный.
2. Авдонькин, Ф. Н. Изменение технического состояния автомобиля в процессе эксплуатации / Ф. Н. Авдонькин. – Саратов : Издательство Саратовского университета, 1973. – 190 с. – Текст : непосредственный.
3. Развитие технической эксплуатации автомобилей : проблемы и перспективы / Н. С. Захаров, А. Н. Макарова, В. А. Бузин, В. В. Зуев. – Текст : непосредственный // Проблемы функционирования систем транспорта : Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых : в 2-х томах, Тюмень, 5–7 декабря 2018 года / отв. ред. А. В. Медведев. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2019. – С. 290–295.
4. Айвазян, С. А. Прикладная статистика : исследование зависимостей : справочное издание / С. А. Айвазян, И. С. Енюков, Л. Д. Мешалкин ; под ред. С. А. Айвазяна. – Москва : Финансы и статистика, 1985. – 487 с. – Текст : непосредственный.
5. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей : учебник для вузов / Е. С. Вентцель ; 3-е изд., испр. – Москва : Наука, 1964. – 576 с. – Текст : непосредственный.
6. Техническая эксплуатация автомобилей : учебник для вузов / Е. С. Кузнецов, А. П. Болдин, В. М. Власов [и др.] ; под ред. Е. С. Кузнецова. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Наука, 2001. – 535 с. – Текст : непосредственный.
7. Захаров, Н. С. Оценка наработки на отказ пневмоподвески автобусов большого класса KAROSA-C934 / Н. С. Захаров, А. В. Мальшаков. – Текст : непосредственный // Теоретические и прикладные аспекты современной науки. – 2014. – № 3–1. – С. 60–64.
8. Надежность и эффективность в технике : справочник в 10 т. Т. 8. Эксплуатация и ремонт / А. М. Андронов, М. А. Арустамов, Е. Ю. Барзилович [и др.] ; под ред. В. И. Кузнецова, Е. Ю. Барзиловича. – Москва : Машиностроение, 1990. – 320 с. – Текст : непосредственный.
9. Сарбей, А. В. Распределение наработок на отказ сцеплений автомобилей КАМАЗ-43118 ПАО «Сургутнефтегаз» / А. В. Сарбей, Н. С. Захаров. – Текст : непосредственный // Транспортные и транспортно-технологические системы : Материалы Международной научно-технической конференции, Тюмень, 22 октября 2020 года / отв. редактор Н. С. Захаров. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2020. – С. 335–337.
10. Некрасов, В. И. Предварительная обработка экспериментальных исследований : методические указания к выполнению лабораторных работ : [по направлениям подготовки, 19.06.01 «Автомобили и автомобильное хозяйство», 13.06.02 «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов», квалификации «бакалавр»] / В. И. Некрасов ; Министерство науки и высшего образова-

ния Российской Федерации, Тюменский индустриальный университет, Филиал ТИУ в г. Сургуте, Кафедра эксплуатации транспортных и технологических машин. – Сургут : Сургутский институт нефти и газа, 2011. – 89 с. – Текст : непосредственный.

References

1. Makarova, A. N., & Zakharov, N. S. (2019). Korrektirovanie normativov periodichnosti tekhnicheskogo obsluzhivaniya s uchetom fakticheskikh usloviy i intensivnosti ekspluatatsii avtomobiley. Tyumen, Industrial University of Tyumen Publ., 174 p. (In Russian).
2. Avdon'kin, F. N. (1973). Izmenenie tekhnicheskogo sostoyaniya avtomobilya v protsesse ekspluatatsii. Saratov, Izdatel'stvo Saratovskogo universiteta Publ., 190 p. (In Russian).
3. Zakharov, N. S., Makarova, A. N., Buzin, V. A., & Zuev, V. V. (2019). Razvitie tekhnicheskoy ekspluatatsii avtomobiley: problemy i perspektivy. Problemy funktsionirovaniya sistem transporta: Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh: 2-kh tomakh, Tyumen, December, 5–7, 2018. Tyumen, Industrial University of Tyumen Publ., pp. 290–295. (In Russian).
4. Ayvazyan, S. A., Enyukov, I. S., & Meshalkin, L. D. (1985). Prikladnaya statistika: issledovanie zavisimostey. Moscow, Finansy i statistika Publ., 487 p. (In Russian).
5. Venttsel', E. S. (1964). Teoriya veroyatnostey. 3rd edition, revised. Moscow, Nauka Publ., 576 p. (In Russian).
6. Kuznetsov, E. S., Boldin, A. P., Vlasov, V. M., Kovalenko, V. G., Maksimov, V. A., Postolit, A. V., ... Yanchevskiy, V. A. (2001). Tekhnicheskaya ekspluatatsiya avtomobiley. 4th edition, revised. Moscow, Nauka Publ., 535 p. (In Russian).
7. Zakharov, N. S., & Mal'shakov, A. V. (2014). Otsenka narabotki na otkaz pnevmopodveski avtobusov bol'shogo klassa KAROSA-C934. Teoreticheskie i prikladnye aspekty sovremennoy nauki, (3-1), pp. 60–64. (In Russian).
8. Andronov, A. M., Arustamov, M. A., Barzilovich, E. Yu., Belokon', R. N., Belyaev, Yu. K., Bondarenko, A. I., ... Shevchuk, A. G. (1990). Nadezhnost' i effektivnost' v tekhnike: spravochnik v 10 t. T. 8. Ekspluatatsiya i remont. Moscow, Mashinostroenie Publ., 320 p. (In Russian).
9. Sarbey, A. V., & Zaharov, N. S. (2020). Distribution of earnings on failure of clutches of KAMAZ-43118 cars of public company "Surgutneftegaz". (In Russian). Transportnye i transportno-tekhnologicheskie sistemy : Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, October, 22, 2020. Tyumen, Industrial University of Tyumen Publ., pp. 335–337. (In Russian).
10. Nekrasov, V. I. (2011). Predvaritel'naya obrabotka eksperimental'nykh issledovaniy. Surgut, Surgutskiy institut nefti i gaza Publ., 89 p. (In Russian).

Сведения об авторах

Сарбей Александр Владимирович, аспирант кафедры сервиса автомобилей и технологических машин, Тюменский индустриальный университет, e-mail: sanya.sarbey@mail.ru

Захаров Николай Степанович, д. т. н., профессор, заведующий кафедрой сервиса автомобилей и технологических машин, Тюменский индустриальный университет, e-mail: zaharovns@tyuiu.ru

Information about the authors

Alexander V. Sarbey, Postgraduate Student at the Department of Automotive and Technological Machinery Service, Industrial University of Tyumen, e-mail: sanya.sarbey@mail.ru

Nikolay S. Zakharov, Doctor of Engineering, Professor, Head at the Department of Automotive and Technological Machinery Service, Industrial University of Tyumen, e-mail: zaharovns@tyuiu.ru

Для цитирования: Сарбей, А. В. Влияние наработок на отказ на показатели безотказности элементов трансмиссии специальных грузовых автомобилей нефтегазодобывающего предприятия / А. В. Сарбей, Н. С. Захаров. – DOI: 10.31660/2782-232X-2021-4-74-82. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2021. – № 4. – С. 74–82.

For citation: Sarbey, A. V., & Zakharov, N. S. (2021). Effect of mean time between failures (MTBF) on uptime indexes of specialty trucks transmission elements of an oil and gas production enterprise. Architecture, construction, transport, (4), pp. 74-82. (In Russian). DOI: 10.31660/2782-232X-2021-4-74-82.