

УДК 629.113

**Владимир Анатольевич Бузин**, аспирант, направление подготовки 23.06.01 Техника и технология наземного транспорта, ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»  
e-mail: buzinvladimir@yandex.ru

### ПЛАНИРОВАНИЕ РАСХОДА СПЕЦИАЛЬНЫХ ЖИДКОСТЕЙ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

Существенную долю в себестоимости перевозок составляют затраты на материалы для технического обслуживания (ТО) автомобилей. При планировании потребности в ресурсах необходимо обеспечивать бесперебойное снабжение, а также избежать излишних запасов, увеличивающих стоимость оборотных фондов. Решение задачи планирования расхода ресурсов осложняется вариацией потребности в них в течение года. В этой связи **целью** исследований, результаты которых изложены в статье, является повышение эффективности использования автомобилей путем разработки методики планирования потребности автотранспортных предприятий в материалах для технического обслуживания с учетом вариации интенсивности и условий эксплуатации. При выполнении исследований использовались **метод** гармонического анализа, выборочный **метод** статистических исследований, пассивный эксперимент. Для достижения цели на основе статистических данных установлены фактические расходы специальных жидкостей, заменяемых или доливаемых при ТО. В **результате исследований** выявлены закономерности изменения в течение года расхода охлаждающих жидкостей, гидротормозных жидкостей, гидравлических масел, а также разработана методика планирования потребности в них. Указанная методика предназначена для планирования потребности автотранспортных предприятий в ресурсах для выполнения ТО, ее **использование на практике** позволит снизить запасы ресурсов, а также исключить простои автомобилей из-за их отсутствия.

**Ключевые слова:** техническое обслуживание автомобиля, специальные жидкости, планирование расхода, гармоническая модель, методика планирования потребности.

В условиях конкуренции успешная работа транспортного предприятия возможна только при минимизации себестоимости перевозок. Себестоимость работы автомобилей существенно зависит от затрат на материальные ресурсы, используемые для обслуживания и ремонта подвижного состава [1, 10, 11]. С одной стороны, бесперебойное снабжение – необходимое условие выполнения транспортного задания, а с другой – излишние запасы увеличивают стоимость оборотных фондов и, соответственно, себестоимость перевозок [2, 5, 6, 7].

Объект исследований, результаты которых изложены в статье – система снабжения автотранспортных предприятий запасными частями и материалами. Предмет исследований – расход технических жидкостей для ТО автомобилей Урал-4320.

На первом этапе исследований была выдвинута гипотеза о том, что расход ресурсов, используемых при ТО автомобилей, существенно варьирует в течение года. Это относится, в частности, к специальным жидкостям – охлаждающим, гидротормозным, гидравлическим маслам [8, 9]. Для проверки этой гипотезы проведен пассивный эксперимент.

Задача эксперимента – сбор информации о количестве замен, количестве и объемах доливов технических жидкостей. В эксперименте участвовали около 100 автомобилей Урал-4320 и их модификаций. Обработка статистических данных проводилась по стандартным методикам с использованием программы Microsoft Excel и прикладных про-

грамм, разработанных на кафедре «Сервис автомобилей и технологических машин» ТюмИУ. Источник экспериментальных данных – корпоративная база данных ОАО «Сургутнефтегаз», реализованная в системе SAP R3.

Отбор данных из базы позволил определить перечень охлаждающих жидкостей, используемых при ТО автомобилей УРАЛ-4320:

- антифриз «Cool Stream Standard 65»;
- гидротормозная жидкость «РосДот-4»;
- масло гидравлическое «ВМГЗ».

Изменение по времени расхода специальных жидкостей можно описать гармонической моделью вида [4]:

$$P = P_C + \sum_{j=1}^n P_j \cos(m(jT_i - T_j)) + P_p,$$

где  $P_C$  – постоянная компонента расхода;

$j$  – номер гармоники;

$n$  – число гармоник;

$P_j$  – полуамплитуда изменения  $j$ -й гармоники;

$T_i$  – текущее время, месяцы;

$m$  – разница между  $T_i$  и  $T_{i+1}$ , угловые градусы;

$T_j$  – начальная фаза гармоники  $j$ , месяцы;

$P_p$  – случайная компонента.

Оценка значимости сезонных изменений расхода проводилась путем линеаризации гармоник заменной переменных [4]:

$$P = \sum_{j=1}^n P_j z_j, \text{ где } z_j = \cos(m(jT_i - T_j)).$$

При цикле вариации расхода специальных жидкостей, равном 12 месяцам, условие значимости  $j$ -й гармоники, проверенное по коэффициенту корреляции расхода и переменной  $z_j$ , имеет вид [3]:

$$t_r = \frac{3,16 |r_{P/z_j}|}{\sqrt{1 - r_{P/z_j}^2}} \geq t_{\alpha},$$

где  $t_{\alpha}$  – критическое значение статистики Стьюдента для вероятности  $\alpha$ .

Результаты оценки значимости сезонных изменений количества доливов охлаждающей жидкости представлены в таблице 1.

На рисунке 1 приведены графики линейризованных гармоник, а также график с экспериментальными точками и аппроксимирующей рассматриваемую зависимость кривой.

Таблица 1. Оценка значимости линейризованных гармоник математической модели изменения количества доливов охлаждающей жидкости по времени

Номер гармоники	Полуамплитуда колебания	Начальная фаза, мес.	$r^2$	$r$	$t_r$	$t_{0,95}$
1	0,53	6,75	0,1324	0,3639	1,23	2,23
2	1,02	7,44	0,4898	0,6999	3,10	2,23
3	0,82	2,12	0,3169	0,5629	2,15	2,23
4	0,08	2,36	0,0029	0,0539	0,17	2,23
5	0,34	9,63	0,0529	0,2300	0,75	2,23

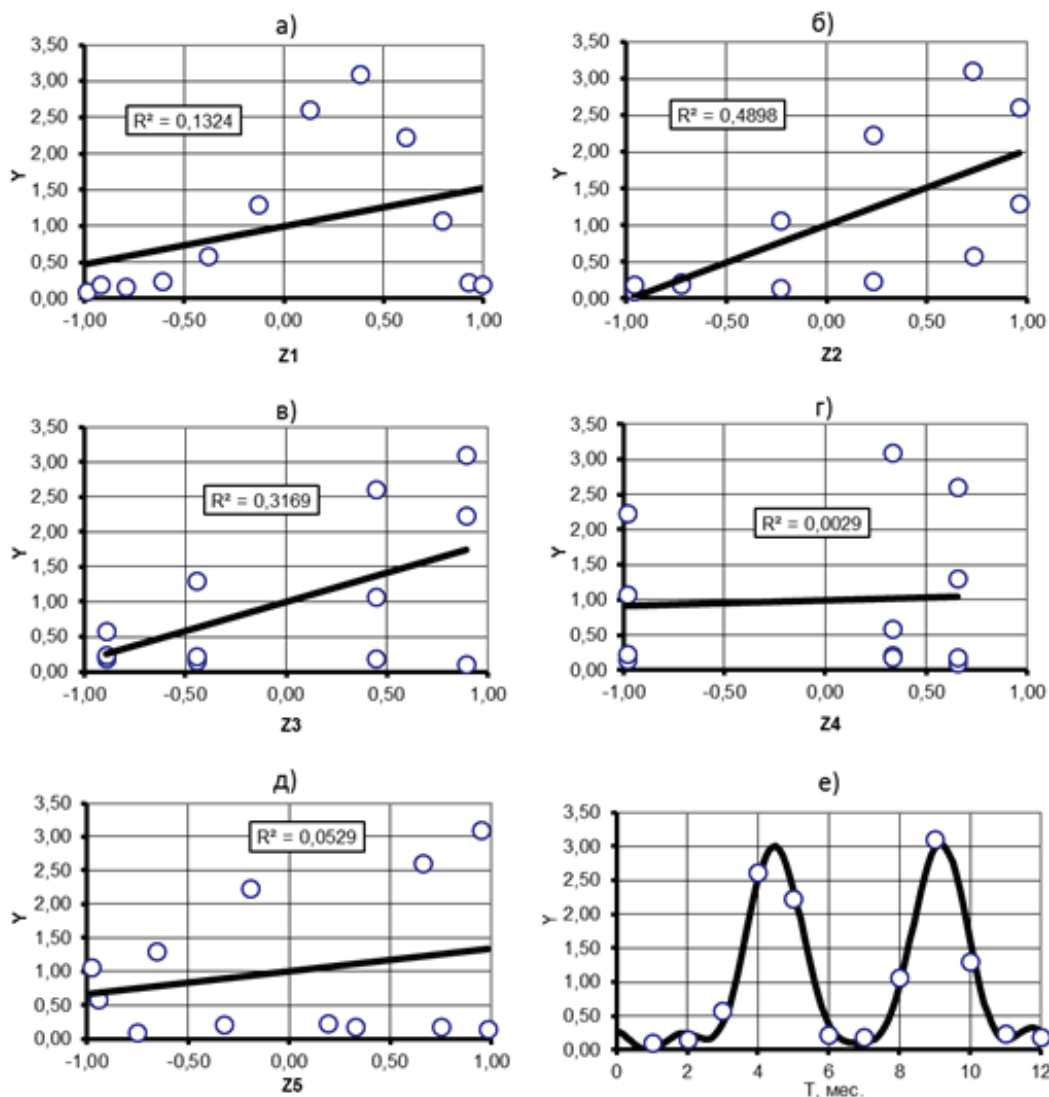


Рисунок 1. Изменение по времени относительного количества доливов охлаждающей жидкости: а) ... д) – 1-я ... 5-я линейризованные гармоники; е) – гармоническая модель

Из таблицы 1 видно, что с вероятностью 0,95 значима только вторая гармоника, имеющая период колебания  $\frac{1}{2}$  года. Это видно и из графиков рисунка 1: на графике «б» наклон аппроксимирующей кривой наибольший по сравнению с другими графиками, что свидетельствует о наибольшем вкладе в изменение рассматриваемого показателя; на графике «е» видны два пика в весенний и осенний периоды,

что обусловлено доливками охлаждающей жидкости при проведении сезонных обслуживаний.

Кроме того, для расчета потребности необходимо, помимо количества доливок, знать и средний объем доливаемой жидкости. Этот показатель рассчитан на основе обработки выборки по 1422 случаям доливок охлаждающей жидкости. Результаты обработки этих данных представлены на рисунке 2.

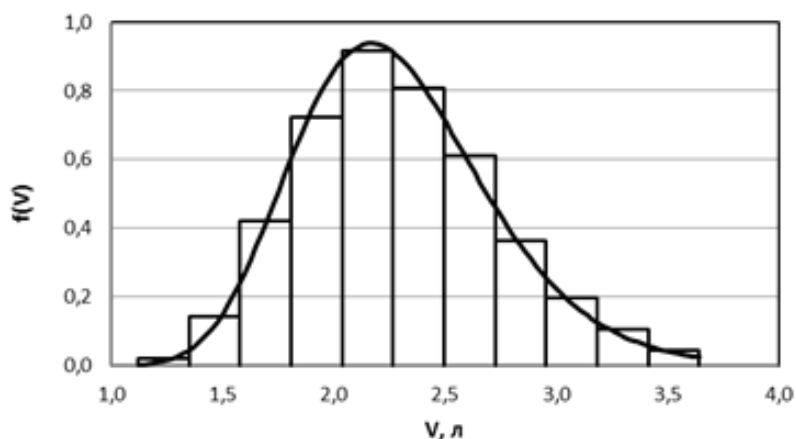


Рисунок 2. Распределение объемов доливок охлаждающей жидкости

Аналогичные результаты получены для гидротормозной жидкости (рисунки 3-4) и гидравлического масла (рисунки 5-6).

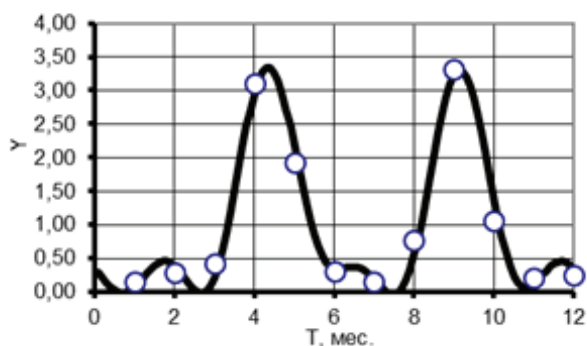


Рисунок 3. Изменение по времени относительного количества доливок гидротормозной жидкости

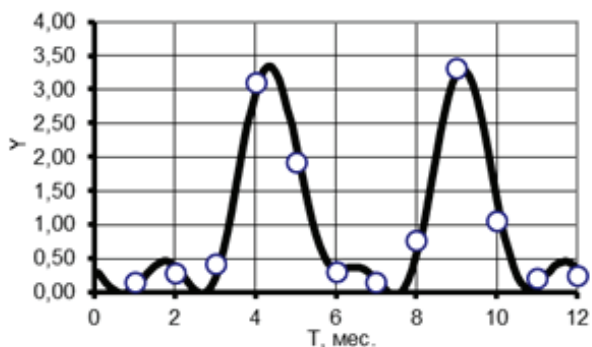


Рисунок 4. Распределение объемов доливок гидротормозной жидкости

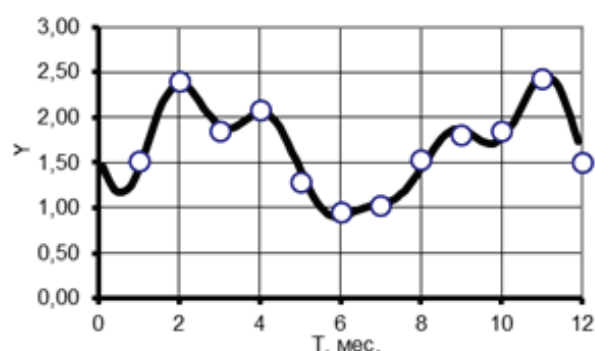


Рисунок 5. Изменение по времени количества доливок гидравлического масла

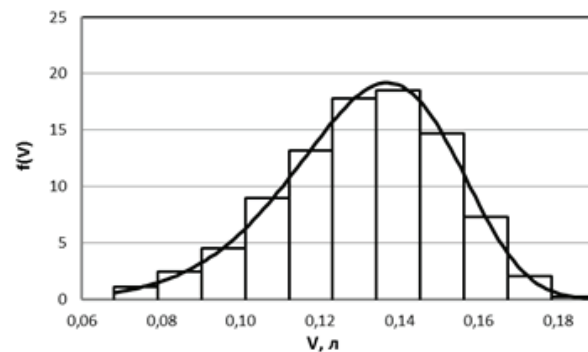


Рисунок 6. Распределение объемов доливок гидравлического масла

Для реализации полученных результатов разработана методика, которая предусматривает ежемесячное определение потребности в специальных жидкостях с учетом сезонных условий. В соответствие с ней последовательно выполняются следующие этапы.

1. Расчет числа замен специальной жидкости  $N_3$  (ед.):

$$N_3 = \frac{l \cdot T \cdot A_c}{L_3},$$

где  $l$  – интенсивность эксплуатации автомобилей, км/мес.;

$T$  – период времени, для которого рассчитывается потребность, мес.;

$A_c$  – среднесписочное количество подвижного состава, ед.;

$L_3$  – наработка на замену жидкости, тыс. км.

2. Расчет расхода специальной жидкости на замену  $P_3$  (л):

$$P_3 = V_3 N_3,$$

где  $V_3$  – объем заправочной емкости, л.

3. Расчет числа доливов специальной жидкости за месяц  $N_d$ , ед.:

$$N_d = n_d k_d A_c / 12,$$

где  $n_d$  – среднее число доливов, ед./год;

$k_d$  – коэффициент сезонной неравномерности.

4. Определение расхода специальной жидкости на долив  $P_d$  (л):

$$P_d = p \cdot N_d,$$

где  $p$  – средний расход на один долив, л.

5. Расчет суммарного расхода специальной жидкости  $P$  (л):

$$P = P_3 + P_d.$$

У автомобилей Урал-4320 охлаждающая заменяется один раз в два года (31 л), гидротормозная жидкость – каждое 4-е ТО-2 (1,7 л), а гидравлическое масло – каждое 3-е ТО-2 (4,5 л).

На основе экспериментальных исследований, результаты которых изложены выше, определены значения коэффициента сезонной неравномерности количества доливов по каждой из трех рассматриваемых специальных жидкостей (таблица 2).

Таблица 2. Значения коэффициента сезонной неравномерности количества доливов специальных жидкостей

Номер месяца	Коэффициент сезонной неравномерности количества доливов		
	охлаждающей жидкости	гидротормозной жидкости	масла гидравлического
1	0,101	0,165	1,520
2	0,155	0,286	2,404
3	0,586	0,428	1,848
4	2,614	3,111	2,081
5	2,230	1,924	1,288
6	0,222	0,308	0,949
7	0,189	0,158	1,025
8	1,071	0,766	1,540
9	3,106	3,321	1,813
10	1,300	1,067	1,848
11	0,236	0,218	2,429
12	0,189	0,248	1,500

Результаты расчета годовой потребности в специальных жидкостях для ТО автомобилей приве-

дены в таблице 3. Распределение потребности по месяцам приведено в таблице 4.

## ТРАНСПОРТ

Таблица 3. Годовая потребность в технических жидкостях для ТО автомобилей Урал-4320

Наименование	Количество автомобилей, ед.	Годовой пробег автомобиля, тыс. км	Периодичность замены, тыс. км	Объем заменяемой жидкости, л	Расход на замену, л	Количество доливов, ед./авт.-год	Средний расход на долив, л	Расход на долив, л	Суммарный расход, л
Охлаждающая жидкость	112	35	70	31	1736	1,9	2,29	487	2223
Гидротормозная жидкость	112	35	64	1,7	104	1,9	0,17	36	140
Масло гидравлическое	112	35	48	4,5	368	4,4	0,13	64	432

Таблица 4. Изменение по месяцам расхода технических жидкостей для ТО автомобилей Урал-4320

Номер месяца	Потребность, л/мес.		
	охлаждающей жидкости	гидротормозной жидкости	масла гидравлического
1	17,7	1,5	33,0
2	13,6	2,8	53,8
3	49,1	3,5	42,0
4	507,6	35,3	47,3
5	442,0	19,7	29,2
6	36,8	2,2	19,5
7	4,1	1,3	21,6
8	219,6	13,7	35,6
9	616,7	43,5	40,5
10	257,9	11,4	51,0
11	43,7	1,9	34,0
12	20,4	1,2	24,0

Организация снабжения с учетом сезонных условий позволит снизить стоимость запасов ресурсов и уменьшить простои автомобилей в ожидании ТО.

### Литература

1. Вознесенский, А.В. Влияние сезонных условий на расходование ресурсов при эксплуатации автомобилей: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Вознесенский Анатолий Викторович. – Тюмень, 2006. – 167 с.
2. Голованенко, С.Л. Управление запасами оборотных средств на автомобильные шины / С.Л. Голованенко, Н.И. Благоразумова, А.К. Быстрицкая // Автомобильный транспорт: Республиканский межведомственный науч.-техн. сб. – 1984. – Вып. 21. – С. 103-105.
3. Довбня, Б.Е. Влияние сезонных изменений интенсивности эксплуатации на производственную программу предприятий по техническому обслуживанию автомобилей: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Довбня Борис Евгеньевич. – Тюмень, 2000. – 165 с.
4. Захаров, Н.С. Влияние сезонных условий на расходование ресурсов при эксплуатации автомобилей / Н.С. Захаров, Г.В. Абакумов, А.В. Вознесенский. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2011. – 115 с.
5. Зиганшин, Р.А. Формирование потока требований на запасные части при эксплуатации специальной нефтепромышленной техники с учетом влияния сезонных факторов / Р.А. Зиганшин, Н.С. Захаров, А.В. Зиганшина // Перспективы науки. – 2013. – № 10. – С. 43-47.

6. Катаргин, В.Н. Оптимизация процессов управления складом автомобильных запасных частей / В.Н. Катаргин, В.М. Терских // Транспорт на альтернативном топливе. – 2014. – № 3. – С. 61-66.
7. Лукинский, В.С. Модели и методы теории логистики / В.С. Лукинский. – Санкт-Петербург: Питер, 2007. – 448 с.
8. Макаров, Е.И. Методика планирования потребности автотранспортных предприятий в моторном масле с учетом условий эксплуатации автомобилей: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Макаров Егор Иванович. – Оренбург, 2017. – 191 с.
9. Петелин, А.А. Влияние сезонных условий эксплуатации автомобилей на изменение качества моторного масла: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Петелин Андрей Анатольевич. – Тюмень, 2000. – 126 с.
10. Филатов, М.И. Влияние сезонности на величину спроса и потребления деталей передней подвески автобусов / М.И. Филатов, С.В. Булатов // Автотранспортное предприятие. – 2016. – № 6. – С. 37-40.
11. Щетина, В.А. Снабжение запасными частями на автомобильном транспорте / В.А. Щетина, В.С. Лукинский, В.И. Сергеев. – Москва: Транспорт, 1988. – 112 с.