

А. Г. РЕТИВИН, К. А. ПАВЛЫЧЕВ, А. И. ПЕСТРЯКОВ

РАСЧЕТ ЧИСЛА МОБИЛЬНЫХ ЗВЕНЬЕВ ГАРАНТИЙНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТЕХНИКИ

Ключевые слова: заявка, математический аппарат, отказ, программа, расчет.

Аннотация. В настоящее время поставщики техники уделяют большое внимание техническому обслуживанию и ремонту техники, преимущественно на территории хозяйств, а значит, должны быть мобильные службы для этой работы. В статье представлена методика расчета оптимального количества выездных бригад для обслуживания техники.

В гарантийный период производитель берет на себя все работы, от которых зависит длительная безотказная эксплуатация изделия. Гарантийные обязательства – это обязательства изготовителя продукции (исполнителя услуг) перед потребителем гарантировать (обеспечивать) в течение установленного срока и (или) наработки соответствие качества поставляемой продукции (проводимых работ) установленным требованиям и безвозмездно устранять дефекты, выявленные в этот период, или заменять дефектную продукцию при соблюдении заказчиком или потребителем установленных требований к эксплуатации, включая использование, хранение, транспортирование, монтаж и ремонт продукции.

Гарантийный срок при этом понимают как интервал времени, в течение которого действуют гарантийные обязательства или наработка, до достижения которой действуют обязательства. Гарантийный срок эксплуатации (или наработка) машины устанавливается изготовителем в технических условиях на машину, стандарте. Гарантийные сроки и гарантийная наработка сельскохозяйственных тракторов составляет 12 месяцев при наработке 1 000 мото-ч. Изготовитель обязан возместить исполнителю в полном объеме расходы, понесенные в связи с устранением неисправностей машины. Убытки, причиненные потребителю в связи с отказом машины, подлежат возмещению изго-

товителем. Поэтому изготовитель (поставщик, продавец) заинтересован в скорейшем устранении любого отказа техники, возникшего в гарантийный период. Для этого используются мобильные звенья гарантийной ремонтной службы поставщика (дилера фирмы-изготовителя). Следует учитывать, что увеличение числа таких звеньев снизит вероятность убытков от простоев отказавшей техники (штрафных санкций), но в то же время увеличит затраты дилера на содержание таких звеньев.

Гарантийная ремонтная служба выступает как типичная многоканальная система массового обслуживания, где поток требований составляют заявки на гарантийный ремонт, а обслуживающими аппаратами (приборами) являются мобильные звенья мастеров-наладчиков.

В качестве основных показателей работы системы предлагается вероятность того, что все аппараты свободны или заняты, математическое ожидание длины очереди, коэффициенты занятости и простоя приборов обслуживания [1, с. 320]. Функционирование системы рассматривается при условии поступления в нее пуассоновского потока требований. Время обслуживания каждого требования является случайной величиной, которая подчиняется показательному закону распределения.

Математический аппарат для таких систем представлен ниже [1, с. 132]:

1) интенсивность потока заявок (отказов)

$$\lambda = \frac{N}{\Phi_m}, \quad \frac{отк}{ч},$$

где N – число заявок (отказов); Φ_m – фонд времени работы, ч;

2) интенсивность устранения отказов

$$\nu = \frac{1}{T_{cp}}, \quad \frac{отк}{ч},$$

где T_{cp} – общее среднее время устранения отказов, ч.

3) минимальное число обслуживающих приборов

$$n_{\min} = \frac{\lambda}{\nu}, \text{ округленное до целого числа,}$$

4) вероятность того, что в момент наступления отказа все обслуживающие приборы свободны

$$p_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^n \frac{p^k}{k!} + \frac{p^{n+1}}{n!(n-p)}},$$

где $p = \frac{\lambda}{\nu},$

5) вероятность того, что в момент наступления отказа все обслуживающие приборы заняты

$$\pi = \frac{p^n \cdot p_0}{(n-1)!(n-p)},$$

б) среднее время простоя трактора в ожидании устранения отказа

$$\tau_{\text{ожс}} = \frac{\pi}{\nu(n-p)},$$

7) простой тракторов в ожидании устранения отказов за год

$$T_{\text{ожс}} = \lambda \cdot \tau_{\text{ожс}} \cdot T_{\text{э}}, \text{ ч,}$$

где $T_{\text{э}}$ – эксплуатационный период для данной марки машины, ч.

8) среднее число обслуживающих приборов, простаивающих в ожидании заявки

$$B = \sum_{k=0}^{n-1} \frac{n-k}{k!} \cdot p^k \cdot P_0,$$

9) стоимость простоя тракторов в ожидании устранения отказа

$$C_1 = C_T \cdot T_{\text{ож}}, \text{ руб. за год},$$

где C_T – стоимость простоя 1 часа, руб.

10) затраты на содержание обслуживающих приборов, ожидающих заявок

$$C_2 = B \cdot \Phi \cdot C_p, \text{ руб. в год},$$

где Φ – годовой фонд времени, ч; C_p – средние часовые затраты по содержанию звена, руб.

11) суммарные затраты

$$C_{\text{сум}} = C_1 + C_2, \text{ руб. в год}.$$

По минимуму суммарных затрат определяется целесообразное число обслуживающих приборов на устранение отказов тракторов.

Для выполнения расчетов разработана компьютерная программа на языке программирования Visual Basic 6.0. Программа содержит два раздела: расчет среднего времени в пути и непосредственно количества мобильных звеньев. Блок-схема программы представлена на рисунках 1 и 2.

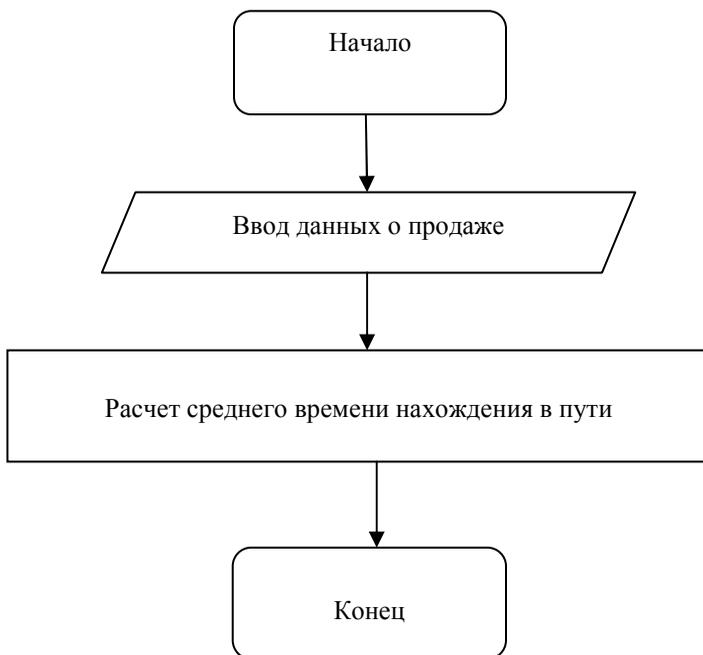


Рисунок 1 – Блок-схема раздела расчета среднего времени в пути

После запуска программы в появившемся окне необходимо ввести исходные данные для расчетов:

N – количество заявок за месяц;

Φ_m – фонд времени работы;

T_{cp} – общее среднее время выполнения заявки (устранения от-каза);

N_{max} – максимальное число обслуживающих приборов, кото-рое обычно принимается равным двух-, трехкратной величине расчет-ного минимального числа;

T_j – эксплуатационный период для данной марки машины;

C_T – стоимость простоя одного часа;

Φ – действительный фонд времени рабочего периода;

C_p – средние часовые затраты.



Рисунок 2 – Блок-схема программы для расчета количества выездных бригад

Для расчета среднего времени в пути для выполнения одной заявки T_n , которое является составной частью общего времени выполнения заявки, можно воспользоваться специальным разделом программы, для чего необходимо запустить исполняемый файл time.exe. В открывшемся окне необходимо заполнить поля исходных данных для каждого хозяйства, где работают тракторы, находящиеся на гарантийном обслуживании :

- название хозяйства;
- количество машин, проданных в данное хозяйство;
- время в пути до данного хозяйства;
- примечание (можно оставить пустым).

Результаты расчетов рационального числа мобильных звеньев (выездных бригад), выполненные по материалам ЗАО «Нижегород-агроснаб» [2], представлены в таблице и на рис. 3.

Таблица 1– Результаты расчетов

Количество выездных бригад	1	2	3	4
P_0	0,292	0,477	0,491	0,492
P	0,71	0,19	0,04	0,01
$t_{ож}, ч$	22,95	1,39	0,16	0,03
$T_{ож}, ч$	1721	104	12	2
B	0,3	1,3	2,3	3,3
$C1, руб$	144564	8736	1008	168
$C2, руб$	39060	169260	299460	429660
$C_{сум}, руб$	183624	176652	300216	429828

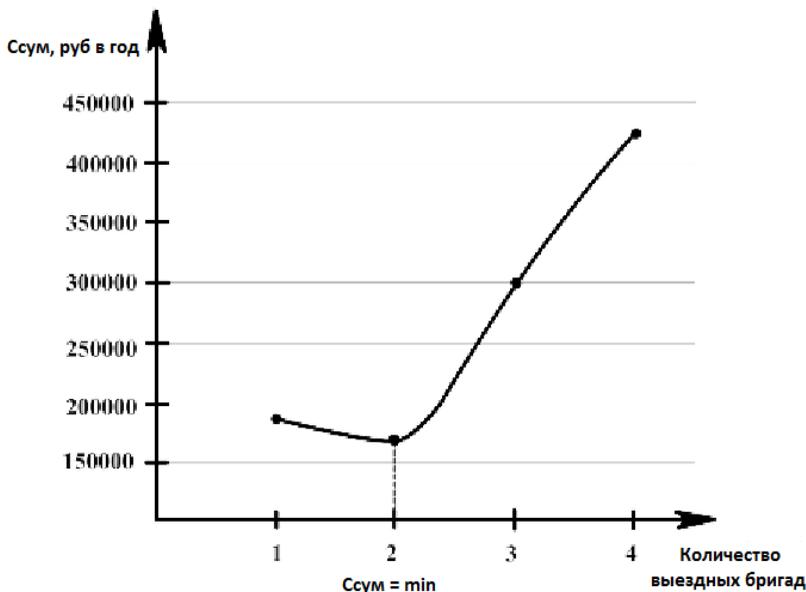


Рисунок 3 – График изменения суммарных затрат от количества выездных бригад

ЛИТЕРАТУРА

1. Новиков О. Л. Прикладные вопросы теории массового обслуживания. М.; Советское радио, 1969. 400 с.
2. Учетно-отчетные материалы ЗАО «Нижегородагроснаб» за 2011, 2012 гг.

CALCULATION OF THE NUMBER OF MOBILE LINKS OF WARRANTY SERVICE EQUIPMENT

Keywords: application, calculation, failure, mathematical apparatus, program.

Annotation. At the present time providers pay much attention to the maintenance and repair of the techniques, mainly in the household, and therefore mobile services for this job need to be organized. The article presents a methodology for calculating the optimal number of mobile teams to service the equipment.

РЕТИВИН АЛЕКСАНДР ГРИГОРЬЕВИЧ – профессор кафедры надежности и ремонта машин, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Россия, Н.Новгород, (agretivin@yandex.ru).

RETIVIN ALEXANDER GRIGORIEVICH – professor of the chair of reliability and repair of machinery, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Russia, Nizhny Novgorod, (agretivin@yandex.ru).

PAVLYCHEV KIRILL ALEKSANDROVICH – student, the Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Russia, Nizhny Novgorod, (kirillpavlychev@rambler.ru).

ПАВЛЫЧЕВ КИРИЛЛ АЛЕКСАНДРОВИЧ – студент, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Россия, Н.Новгород, (kirillpavlychev@rambler.ru).

ПЕСТРЯКОВ АЛЕКСАНДР ИГОРЕВИЧ – студент, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Россия, Н.Новгород.

PESTRYAKOV ALEXANDER IGOREVICH – student, the Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Russia, Nizhny Novgorod.
