

УДК 631.331

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки, сельскохозяйственные науки)

ДИЛЕРСКИЙ ЦЕНТР КАК МНОГОКАНАЛЬНАЯ СИСТЕМА МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Шапиро Евгений Александрович
к.т.н., доцент
РИНЦ SPIN – код: 5975-4917

Труфляк Евгений Владимирович
д.т.н., профессор
Scopus Author ID: 57188716454
РИНЦ SPIN – код: 2502-0340
ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ», Краснодар, Россия

Статья посвящена повышению технической готовности и снижению эксплуатационных затрат использования с.-х техники путем разработки и применения теоретических аспектов создания дилерских центров как многоканальной системы массового обслуживания. В статье было установлено, что оптимальное число дилерских центров в регионе можно определить путем отношения суммарного объема ремонтного фонда в регионе к оптимальному грузообороту через один дилерский центр. В ходе исследования было установлено, что поток заявок в дилерский центр на отремонтированные агрегаты одной марки представляет собой простую сумму (суперпозицию) большого числа взаимно независимых потоков малой интенсивности. Причем каждый из слагаемых потоков является ординарным, стационарным (на отрезке времени до двух месяцев) и с последствием

Ключевые слова: ДИЛЕРСКИЙ ЦЕНТР, ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ, ГРУЗОБОРОТ, ИНТЕНСИВНОСТЬ ОТКАЗОВ, ТЕОРИЯ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ, РАДИУС ОСЛУЖИВАНИЯ, АДМИНИСТРАТИВНЫЙ РАЙОН

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-196-014>

UDC 631.331

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences, agricultural sciences)

DEALERSHIP AS A MULTICHANNEL SYSTEM OF MASS SERVICE

Shapiro Evgeny Aleksandrovich
Cand.Tech.Sci., docent
RSCI SPIN-code: 5975-4917

Truflyak Evgeny Vladimirovich
Dr.Sci.Tech, professor
Scopus Author ID: 57188716454
RSCI SPIN code: 2502-0340
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

The article is devoted to increasing the technical feasibility and reducing the operating costs of using agricultural equipment by developing and applying theoretical aspects of creating dealerships as a multi-channel mass service system. The article has found that the optimal number of dealerships in the region can be divided by the ratio of the total volume of the repair fund in the region to the optimal turnover through one dealership. In the course of the study, it was found that the flow of applications to the dealership for repaired units of the same brand is a simple sum (superposition) of a large number of mutually independent flows of low intensity. Moreover, each of the components of the flows is ordinary, stationary (for a period of time up to two months) and with a subsequent effect

Keywords: DEALERSHIP, THEORETICAL ASPECTS, CARGO TURNOVER, FAILURE RATE, MASS SERVICE THEORY, SERVICE RADIUS, ADMINISTRATIVE REGION

Введение. В настоящее время агрохозяйства Краснодарского края и России приступили к сотрудничеству с так называемыми дилерскими центрами (ДЦ), которые осуществляют фирменное обслуживание с.-х техники, выпускаемой заводами-изготовителями.

<http://ej.kubagro.ru/2024/02/pdf/14.pdf>

Дилерский центр можно представить в форме сервисного участка, действующего на территории определенного административного района, или обслуживающего несколько агрохозяйств.

В соответствии со своим функциональным назначением все дилерские центры имеют технологически обоснованную структуру, состав элементов которой определяется видом, размерами и производственной мощностью, номенклатурой оказываемых сервисных услуг и другими технологическими факторами.

Следует также отметить, что любой отремонтированный агрегат, находящийся в дилерском центре, можно рассматривать как обслуживающий аппарат или канал.

При этом следует знать, что в теории массового обслуживания (ТМО) аппаратами, каналами называются устройства, обеспечивающие удовлетворение заявки, вызова, спроса и т. п.

Цель исследований. Повышение технической готовности и снижение эксплуатационных затрат использования техники, используемой в сельском хозяйстве, за счет создания дилерских центров как многоканальной системы массового обслуживания.

Объект исследований. Организация фирменного обслуживания с.-х техники в дилерских центрах, связанного с продажей, доставкой, предпродажным обслуживанием, вводом в производственную эксплуатацию, обеспечением запасными частями и материалами, и др.

Предмет исследований. Основные принципы и параметры организации фирменного обслуживания с.-х техники в дилерских центрах.

В качестве основной гипотезы настоящего исследования принято предположение о том, что поток отказов исследуемых нами агрегатов является близким к простейшему (пуассоновскому), а распределение промежутков времени между поступлениями ремонтного фонда и выдачей отре-

монтированных агрегатов подчиняется экспоненциальному (показательному) закону распределения.

Задачи исследования предполагают рассмотрение следующих основных вопросов:

- изучение основных принципов и параметров организации фирменного обслуживания с.-х техники в дилерских центрах;
- разработка теоретических аспектов, связанных с распределением промежутков времени между поступлениями ремонтного фонда и выдачей отремонтированных агрегатов;
- экспериментальная проверка выдвинутой гипотезы.

Материалы и методы исследований. В настоящей работе применяются методы теории массового обслуживания, как одного из разделов теории вероятностей.

При этом, применяя существующие методы теории массового обслуживания, оптимальное число дилерских центров в регионе определяется как отношение суммарного объема ремонтного фонда в регионе к оптимальному грузообороту через один дилерский центр.

Полученные результаты исследований. Прежде всего, следует отметить, что нашими исследованиями было установлено, что плотность ремонтного фонда, оптимальный годовой грузооборот через дилерский центр и радиус его зоны обслуживания связаны так, как показано на рисунке 1.

Оптимальное число дилерских центров в регионе определится как отношение суммарного объема ремонтного фонда в регионе к оптимальному грузообороту через один дилерский центр.

Можно составить номограмму, показанную на рисунке 2, которая связывает оптимальное число дилерских центров в административном районе Краснодарского края (если известна площадь его территории) и плотности ремонтного фонда.

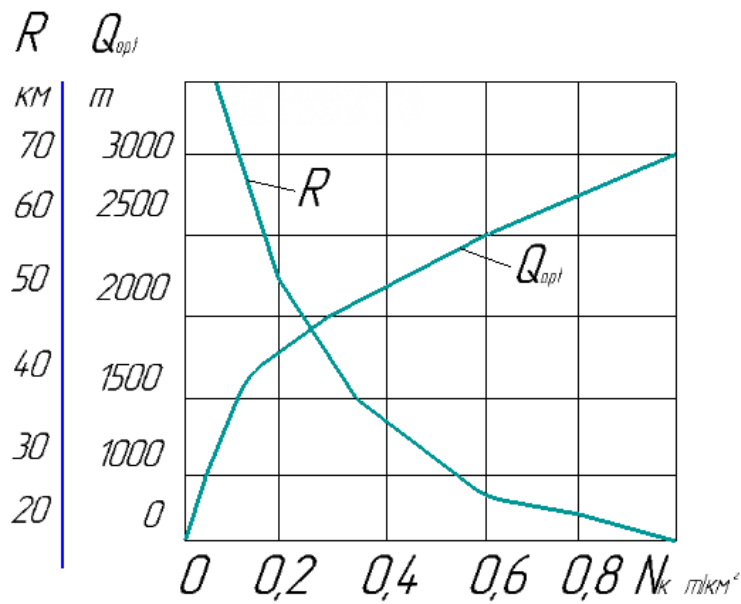


Рисунок 1 – Зависимость оптимального грузооборота и радиуса зоны обслуживания ДЦ от плотности ремфонда

Заявка заказчика на отремонтированный агрегат будет удовлетворена, если в дилерском центре есть хотя бы один агрегат данной марки. В противном случае заказчик получает отказ и вынужден ждать.

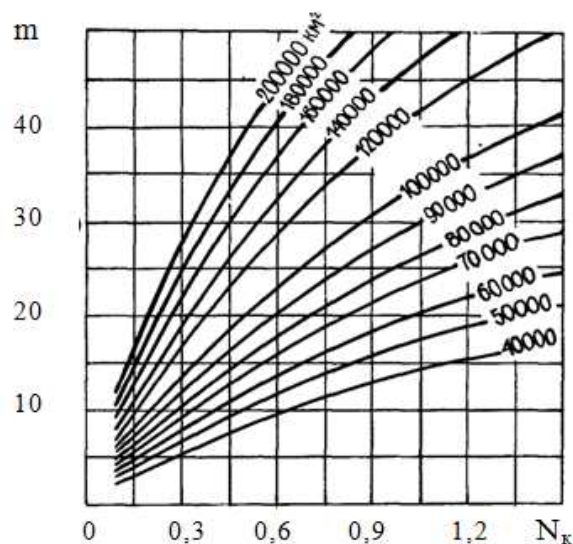


Рисунок 2 – Оптимальное число ДЦ в административном районе Краснодарского края при различной плотности ремфонда

При этом, продолжительность времени ожидания выдачи отремонтированных агрегатов характеризует качество обслуживания заказчиков.

Таким образом, дилерский центр при рассмотрении его работы по удовлетворению заявок на агрегаты даже только одной марки представляется многоканальной системой массового обслуживания с ожиданием.

В свою очередь, количество свободных каналов в этой системе равно числу отремонтированных агрегатов, находящихся на обменном пункте в данный момент.

При отсутствии отремонтированных агрегатов данной марки система закрыта и фирменное обслуживание в дилерском центре отсутствует.

Нашими исследованиями с участием магистрантов кафедры, выполненными в 2023 году, установлено, что поток заявок в дилерский центр является стационарным и без последствия.

Отсутствие же последствия предполагает взаимную независимость протекания процесса в непересекающихся между собой промежутках времени между поступлением ремфонда и выдачей отремонтированного агрегата или другой сборочной единицы.

Однако в механических системах, какими являются машины, используемые в сельском хозяйстве, можно использовать следующее математическое выражение, представляющее собой фактическую вероятность того, что за промежуток наработки t поступит ровно m заявок на текущий или капитальный ремонт [1]:

$$P_m(t) = \frac{(\Lambda t)^m}{m!} e^{-\Lambda t}, \quad (1)$$

где $P_m(t)$ – фактическая вероятность того, что за промежуток наработки t поступит ровно m заявок на текущий или капитальный ремонт;

Λ – фактическая интенсивность потока отказов.

Исследования стационарности потока-суперпозиции, означающей постоянство интенсивности Λ , показали, что с допустимой погрешностью ее можно считать постоянной в течение отрезка времени до двух месяцев.

Следует также знать, что колебания интенсивности потока в течение года объясняются сезонностью с.-х работ.

Поэтому интенсивность потока требований на ремонт агрегатов можно определить по следующему выражению [1]:

$$\Lambda = \frac{\sum_{m=1}^{10} mN_m}{N}, \quad (2)$$

где Λ – интенсивность потока отказов;

m – число поступивших в ремонт агрегатов в сутки;

N_m – число суток, в которых данное m имело место;

N – общее количество суток.

В таблице 1 представлены исходные данные, связанные с поступлением изношенных гидронасосов РСМ 8318643 в дилерский центр ООО «Югпром» в декабре 2023 г.

Таблица 1 – Поступление изношенных гидронасосов РСМ 8318643 в дилерский центр ООО «Югпром» в декабре 2023 г.

Число поступивших гидронасосов в сутки, m	Число суток, в которых данное m имело место, N_m	Частота данного числа поступлений, W_m	Кумулятивная статистическая функция распределения, W_m	Вероятность данного числа поступлений, P_m	Число поступивших гидронасосов за месяц $m \cdot N_m$
0	1	0,04545	0,04545	0,00738	0
1	1	0,04545	0,09090	0,03626	1
2	1	0,04545	0,13635	0,08895	2
3	3	0,13636	0,27271	0,14561	9
4	4	0,18182	0,45453	0,17870	16
5	4	0,18182	0,63635	0,17545	20
6	3	0,13636	0,77271	0,14355	18
7	1	0,04545	0,81816	0,10066	7
8	2	0,09091	0,90907	0,06177	16
9	1	0,04545	0,95452	0,03369	9
10 и более	1	0,04545	0,99997	0,01654	10
Σ	$N = 22$	0,99997			108

Используя эти данные, после подстановки их в выражение (2), получим следующее значение интенсивности потока отказов гидронасосов:

$$\Lambda = \frac{108}{22} = 4,909 \text{ 1/сут.}$$

Из теории вероятности и математической статистики известно, что число степеней свободы можно рассчитать по следующей формуле [1]:

$$k = n - c - 1, \quad (3)$$

где k – число степеней свободы.

После подстановки в выражение (3) исходных данных, получим следующее значение числа степеней свободы:

$$k = 11 - 1 - 1 = 9.$$

Далее по таблице, приведенной в учебном пособии [1], определяем значение вероятности того, что расхождение между теоретическими и статистическими распределениями обусловлено чисто случайными причинами. При этом, проверки соответствия экспериментального и теоретического распределений приведена в таблице 2.

В качестве критерия соответствия экспериментального распределения теоретическому, примем критерий согласия Пирсона χ^2 [1]:

$$\chi_q^2 = \sum_{m=1}^{10} \frac{(N_m - N P_m)^2}{N P_m}, \quad (4)$$

После подстановки исходных данных, приведенных в таблице 1, получим следующее значение критерий согласия Пирсона $\chi_q^2 = 7,03875$.

При значении числа степеней свободы $k = 9$ и $\chi_q^2 = 7,03875$ находим, что вероятность соответствия экспериментального распределения теоретическому равна $P = 0,63$.

Данная вероятность соответствия экспериментального распределения теоретическому закону достаточно высока, и она позволяет считать ранее принятую нами гипотезу правдоподобной.

Теоретическое и статистическое распределения потока требований на ремонт гидронасосов РСМ 8318643 показаны на рисунке 3.

В таблице 2 приведены результаты проверки соответствия статистического распределения времени прибытия изношенных гидронасосов РСМ 8318643 в дилерский центр ООО «Югпром» в декабре 2023 года теоретическому распределению Пуассона.

Нами было установлено, что распределение промежутков времени между поступлениями ремонтного фонда и выдачей отремонтированных агрегатов подчиняется экспоненциальному (показательному) закону [1]:

$$F(t) = P(Z < t) = 1 - e^{-vt}, \tag{5}$$

где $F(t)$ – функция экспоненциального распределения;

- v – величина, обратная среднему значению промежутка времени между поступлением ремфонда и выдачей отремонтированного агрегата;
- t – промежуток времени или наработки.

Таблица 2 – Результаты проверки соответствия статистического распределения теоретическому распределению Пуассона

P_m	$N P_m$	$N_m - N P_m$	$(N_m - N P_m)^2$	$\frac{(N_m - N P_m)^2}{N P_m}$	P_m
0	0,00738	0,16236	0,83764	0,70164	4,32151
1	0,03626	0,79772	0,20228	0,04092	0,05130
2	0,08895	1,95690	- 0,96690	0,91566	0,46791
3	0,14561	3,20342	- 0,20342	0,04138	0,01292
4	0,17870	3,93140	0,06860	0,00471	0,00119
5	0,17545	3,85990	0,14010	0,01963	0,00509
6	0,14355	3,15810	- 0,15810	0,02500	0,00792
7	0,10066	2,21452	- 1,21452	1,47506	0,66609
8	0,06177	1,35894	0,64106	0,41095	0,30240
9	0,03369	0,74118	0,25882	0,06699	0,09038
10	0,01654	0,36388	0,63612	0,40465	1,11204

В свою очередь, плотность вероятности распределения промежутков времени между поступлениями ремонтного фонда и выдачей отремонтированных агрегатов записывается следующим образом [1]:

$$f(t) = \nu e^{-\nu t}, \tag{6}$$

где $f(t)$ – плотность вероятности распределения промежутков времени между поступлениями ремонтного фонда и выдачей отремонтированных агрегатов;

ν – величина, обратная среднему значению промежутка времени между поступлением ремфонда и выдачей отремонтированного агрегата;

t – промежуток времени или наработки.

Приведем фактические данные о распределении промежутков времени между сдачей автомобильных двигателей GAZ G21 в дилерском центре ООО АвтоцентрГАЗ «КУМΠΑИ Авто» и получением отремонтированных двигателей в течение 2023 года (таблица 3).

Таблица 3 – Промежутки времени между сдачей и получением двигателей

Величина промежутка времени между поступлением и выдачей двигателей, сут.	0 – 5	5 – 10	10 – 15	15 – 20	20 – 25	25 – 30	30 – 35	35 и более
Число случаев	72	55	35	41	29	21	15	17



Рисунок 3 – Теоретическое и статистическое распределение потока требований на ремонт гидронасосов РСМ 8318643

Среднее время промежутка времени между сдачей автомобильных двигателей в ремонт можно рассчитать по следующему выражению [1]:

$$t_{cp} = \frac{\sum t n}{N}, \tag{7}$$

где t_{cp} – среднее значение промежутка времени между сдачей и получением отремонтированных двигателей.

После подстановки имеющихся у нас исходных данных в выражение (7), получим следующее значение промежутка времени между сдачей и получением автомобильных двигателей GAZ G21 в дилерском центре ООО АвтоцентрГАЗ «КУМΠΑАН Авто» в течение 2023 года:

$$t_{cp} = \frac{4060}{285} = 14,2 \text{ сут.}$$

Однако характерной особенностью натурального экспериментирования, особенно в области организация производственных процессов, является относительно пассивная роль исследователя, вынужденного регистрировать фактически складывающиеся ситуации.

Причем продолжительность времени таких наблюдений может растягиваться на годы, а научные выводы могут оказаться далеко неполными ввиду ограниченности опытного материала и утраты ими своей значимости ввиду запаздывания. Весьма эффективным средством получения надежных научных выводов и рекомендаций по организации функционирования сложных производственных систем является моделирование их работы на электронно-вычислительной машине.

Моделирование работы технического обменного пункта на ЭВМ является одним из наиболее простых, но характерных примеров моделирования производственного процесса. Математическим инструментом моделирования является метод статистических испытаний (метод Монте-Карло).

Заключение. В качестве заключения следует отметить, что поток отказов исследуемых нами агрегатов является близким к простейшему (пуассоновскому), а распределение промежутков времени между поступлениями ремонтного фонда и выдачей отремонтированных агрегатов подчиняется экспоненциальному (показательному) закону распределения.

Библиографический список

1. Теория вероятностей в прогнозировании параметров технического состояния и показателей надежности машин / М.И. Юдин, И.В. Карасев, Ю.Д. Янчин, Е.А. Шапиро.– Кубанский ГАУ, 2010. – 62 с.

References

1. Teorija verojatnostej v prognozirovanii parametrov tehničeskogo sostojanija i pokazatelej nadezhnosti mashin / M.I. Judin, I.V. Karasev, Ju.D. Janchin, E.A. Shapiro.– Kubanskij GAU, 2010. – 62 s.