

УДК 629.331.083:004.41

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ СРЕДСТВ ОБСЛУЖИВАНИЯ

Кабикенов С. Ж., Интыков Т. С., Кызылбаева Э. Ж., Редькина Т. Ю., Кутьенко Ю. С.

Карагандинский государственный технический университет, Караганда, Казахстан (100027, г. Караганда, Б. Мира, 56), e-mail: sapargk@mail.ru

Система технического обслуживания и ремонта автомобилей представляет собой интегрированную систему взаимосвязанных подсистем, отличающихся между собой характером и продолжительностью выполняемых работ с целью поддержания автомобилей в технически исправном состоянии при рациональных затратах. Недостаточная пропускная способность средств обслуживания и ремонта автомобилей приводит к большим простоям автомобилей, что сказывается на эффективности использования транспорта. Поэтому задача оптимизации средств обслуживания и ремонта автомобилей является в настоящее время весьма актуальной и требующей своего решения. Использование для решения оптимизационной задачи закономерностей систем массового обслуживания и имитационного моделирования позволяют обеспечить эффективное решение и обеспечить интенсификацию производства. Разработанное программное обеспечение оптимизации средств обслуживания и ремонта автомобилей позволяет значительно ускорить технологический процесс и представить экономические показатели функционирования системы обслуживания и ремонта для различных вариантов, с последующим выбором оптимального при рациональных затратах. Это будет способствовать повышению эффективности транспорта.

Ключевые слова: обслуживание, ремонт, оптимизация, объектно-ориентированная модель, сервисное предприятие, массив, программа, технологическое оборудование, пост, место ожидания.

USE OF SOFTWARE FOR DECISION TRANSPORT TASK OF OPTIMIZATION OF FACILITIES OF SERVICE

Kabikenov S. Z., Intykov T. S., Kyzylbaeva E. Z., Redkina T. Y., Kutenko Y. S.

Karaganda state technical university, Karaganda, Kazakhstan (100027, Karaganda, World B., 56), e-mail: sapargk@mail.ru

System maintenance and repair of cars are an integrated system of interconnected subsystems, differing in the nature and duration of performed works with a view to maintain cars in good technical condition at rational costs. The insufficient carrying capacity of means of service and repair of cars results in the large outages of cars that affects on efficiency of the using of transport. Therefore the task of optimization means of service and repair of cars at the present time is actual and requiring the decision. Using for the decision to optimization task of regularities queuing systems and imitation design allows to procure effective decision and to procure intensification of production. Developed software of optimization means of service and repair of cars allows considerably to accelerate the technological process and present the economic indicators of functioning of the system of service and repair for different variants, with subsequent choice of the optimum at rational costs. It will enhance the efficiency of transport.

Keywords: service, repair, optimization, object-oriented model, service enterprise, array, program, technological equipment, fast, place of expectation

Введение. Для применения имитационного моделирования при проектировании (техническом перевооружении или реконструкции) сервисного предприятия автомобильного транспорта разработана программа «Оптимизация средств обслуживания автомобильного транспорта». Данная программа имитирует работу сервисного предприятия в течение рабочего дня, рассчитывает численные показатели функционирования предприятия (вероятность безотказной работы, среднее число занятых постов обслуживания, средняя длина очереди, среднее время ожидания заявки в очереди, суммарное время обслуживания автомобиля и др.). На основании полученных данных вычисляются экономические

показатели функционирования сервисного предприятия в течение года [1,2,3].

Цель, материалы и методы исследования. Для разработки программы «Оптимизация средств обслуживания автомобильного транспорта» выбран язык программирования Delphi, основу которого составляет язык Object Pascal (объектно-ориентированное расширение стандартного языка Pascal), в силу ряда причин [5]:

- 1) Delphi обеспечивает визуальное (а, следовательно, и скоростное) построение приложений из программных прототипов;
- 2) Объектно-ориентированная модель компонент;
- 3) Система Delphi обладает вполне развитыми возможностями СУБД.

В плане создания приложений различного назначения, в том числе приложений БД, возможности Delphi не уступают возможностям специализированных СУБД, а зачастую и превосходят их.

Программирование на языке Delphi позволило нам создать программу с использованием баз данных, с возможностью генерации отчетов в виде HTML-страниц, а также подготовить дистрибутив для максимального упрощения установки пользователем и распространения данного продукта.

Для инсталляции программы «Оптимизация средств обслуживания транспортной техники» необходимо запустить файл Setup.exe с диска Optimization, после чего появится окно приветствия и приглашения к установке программы. Далее следует стандартный диалог, помогающий установить программу на компьютер пользователя.

Задачей оптимизации средств обслуживания автомобилей методом статистического моделирования является определение числовых характеристик функционирования сервисного предприятия за один рабочий день. При этом варьируются число постов обслуживания – n и число мест ожидания – m . Параметры (n , m) являются одними из исходных данных, используемых при решении транспортной задачи.

В качестве исходных данных принимаем, что в сервисное предприятие поступает простейший пуассоновский поток требований с плотностью – ω авт./час. Считается, что время обслуживания автомобилей распределено по показательному закону и составляет в среднем – $\bar{t}_{обсл.}$ (час/авт.).

Величины ω и $\bar{t}_{обсл.}$ также задаются или определяются путем обработки статистических данных в реальных условиях.

Продолжительность работы сервисного предприятия в течение рабочего дня – $T_{сум}$ (час), также оговаривается в исходных данных решения транспортной задачи.

Исходными данными программы – оптимизации средств обслуживания автомобилей

экономическим методом – являются:

1) Количество дней работы сервисного предприятия в году; 2) Стоимость 1-го Гкал тепла; 3) Продолжительность рабочей смены; 4) Средняя температура внутри помещения; 5) Тариф за 1 кВт-ч электроэнергии; 6) Часовая тарифная ставка ремонтного рабочего; 7) Среднее количество рабочих; 8) Годовой фонд рабочего времени; 9) Стоимость строительства 1 м³ одноэтажного здания; 10) Высота помещения сервисного предприятия; 11) Площадь, занимаемая транспортом в плане; 12) Коэффициент плотности расстановки постов; 13) Стоимость 1 часа простоя транспорта в очереди; 14) Стоимость 1 часа обслуживания транспорта в сервисном предприятии; 15) Смета затрат на приобретение и монтаж технологического оборудования сервисного предприятия.

Все исходные данные заносятся в поля главной формы программы (рисунок 1). После этого в меню «Смета» необходимо выбрать пункт «Открыть». При этом открывается база данных технологического оборудования сервисного предприятия (рисунок 2), в окне которой при необходимости можно отредактировать, добавить или удалить необходимые наименования и количество оборудования [3,4]. Все вышеперечисленные операции можно выполнить с помощью навигатора, расположенного в нижней части окна.

При заполнении базы данных необходимо обратить внимание на поля «Монтируемое» и «Коэффициент использования». Если оборудование является монтируемым и требует дополнительных затрат на его монтаж, то в всплывающем меню поля «Монтируемое» необходимо выбрать пункт «Да», иначе – «Нет». Поле «Коэффициент использования» необходимо для расчета потребного количество оборудования одной номенклатуры. Например, если коэффициент использования технологического оборудования равен 1, то данное оборудование используется на каждом посту и его потребное количество равно количеству постов предприятия, если – 0,5, то необходимо обеспечить наличие одного экземпляра технологического оборудования на 2 поста и т.д. Для выбора технологического оборудования для использования его при проектировании, реконструкции или техническом перевооружении сервисного предприятия необходимо в всплывающем меню поля «Используется» выбрать «Да». По умолчанию выбирается значение «Нет».

Для базы данных технологического оборудования имеется возможность генерации двух видов отчета: 1) по всей базе данных технологического оборудования; 2) по оборудованию, используемому в проектируемом (реконструируемом) сервисном предприятии.

Исходные данные статистического моделирования

Число постов обслуживания, n	<input type="text" value="9"/>	Плотность поступления требований в систему, авт/час	<input type="text" value="4.1"/>
Число мест ожидания, m	<input type="text" value="4"/>	Среднее время обслуживания автомобилей, час/авт	<input type="text" value="4.5"/>
		Продолжительность работы мастерской в течение рабочего дня, час	<input type="text" value="17.1"/>

Исходные данные оптимизации экономическим методом

Количество дней работы мастерской в году, дней	<input type="text" value="305"/>
Стоимость 1 Гкал тепла, тенге	<input type="text" value="4500"/>
Продолжительность рабочей смены, час	<input type="text" value="7"/>
Средняя температура внутри помещения, С	<input type="text" value="20"/>
Тариф за 1 кВт*ч электроэнергии	<input type="text" value="3.07"/>
Часовая тарифная ставка рабочего, тенге/час	
I разряда	<input type="text" value="200"/>
II разряда	<input type="text" value="185"/>
III разряда	<input type="text" value="170"/>
Среднее количество рабочих	
I разряда	<input type="text" value="1"/>
II разряда	<input type="text" value="1"/>
III разряда	<input type="text" value="1"/>
Годовой фонд рабочего времени, час	<input type="text" value="1840"/>
Стоимость строительства 1 м3 одноэтажного здания, тенге	<input type="text" value="5500"/>
Высота помещения мастерской, м	<input type="text" value="6"/>
Площадь, занимаемая автомобилем в плане, м2	<input type="text" value="9"/>
Коэффициент плотности расстановки постов (6-7 при одностороннем расположении постов, 4-5 при двухстороннем расположении постов)	<input type="text" value="7"/>
Стоимость 1 часа простоя автомобиля в очереди, тенге	<input type="text" value="108"/>

Генерация случайных чисел

Создать массивы времени поступления заявок в систему и их выполнения

Количество заявок, поступивших в систему в течение рабочего дня

Результаты расчета

	n	m	N заявок	P отказа	M(K)	M(S)	t ожидания	t суммарное	\$ удельные
▶	1	4	63	0,7619	0,994	3,2222	4,703	9,203	10371
	2	4	63	0,7619	1,8818	3,0358	5,371	9,871	11283
	3	4	63	0,5873	2,8482	2,25	2,81	7,31	5534
	4	4	63	0,1587	3,6998	1,6869	1,469	5,969	1870
	5	4	63	0,1429	4,6988	1,6512	1,612	6,112	2086
	6	4	63	0,1746	5,5309	1,5788	1,653	6,153	2481
	7	4	63	0,1587	6,232	1,481	1,74	6,24	2709
	8	4	63	0,1111	6,8306	1,127	1,424	5,924	2694
	9	4	63	0,3492	7,4494	1,4888	2,283	6,783	4748
	1	4	69	0,8261	0,9912	3,8478	6,893	11,393	17930
	2	4	69	0,3333	1,9809	2,9161	1,81	6,31	2342
	3	4	69	0,2609	2,9579	2,6608	1,805	6,305	2239
	4	4	69	0,4928	3,89	2,795	3,059	7,559	4938
	5	4	69	0,3043	4,8167	2,6229	2,461	6,961	3275
	6	4	69	0,2899	5,6501	2,0555	2,254	6,754	3364
	7	4	69	0,2029	6,4191	1,7926	1,983	6,483	3052
	1	4	67	0,5224	0,998	3,3646	2,317	6,817	3833
	2	4	67	0,4925	1,9686	3,271	2,605	7,105	3888

Рисунок 1. Основная форма программы «Оптимизация средств обслуживания автомобильного транспорта»

Оборудование мастерской

Используется	Наименование оборудования	Длина, мм	Ширина, мм	Мощность, кВт	Монтируемое	К использ.	Цена
Моечное оборудование							
Да	Установка для мойки деталей, модель 196М	600	500	1,5	Да	0,1	1020000
Да	Установка для мойки мелких деталей, модель М-312М	500	450	1	Нет	0,5	302500
Нет	Установка для мойки двигателей автомобилей (с подогревом воды), модель М-203	450	450	1,5	Да	0,1	112500
Нет	Установка для мойки авто-агрегатов, модель М-216	700	500	2,2	Нет	0,1	2260000
Маслосменное оборудование							
Да	Фильтрационный модуль (масловлагоотделитель), модель ФМ	550	650	1,5	Да	0,5	57500
Да	Установка маслораздаточная без счетчика, модель С-227	350	330	1,5	Да	0,5	76500
Нет	Колонка маслораздаточная с дистанц. управлением с погружной насосной установкой	400	350	1,5	Да	0,2	556500
Да	Нагнетатель смазки с электроприводом (бак 40 л), С-231М	380	300	1,5	Да	0,5	164250
Нет	Нагнетатель смазки многопостовой с электроприводом, модель С-104М	450	400	2,2	Да	0,1	281250
Да	Приемник (воронка) телескопический для отработавших масел, модель С-507	1600	100		Да	1	8500
Компрессоры и подготовка воздуха							
Да	Компрессор пр-ть 0,26 м3/мин, давл 10 атм, рес. 0,05 м3, 1,5 квт, 220в, модель АВ-50/248	550	350	1,5	Нет	0,5	63750
Нет	Компрессор пр-ть 0,24 м3/мин, давл 10 атм, рес. 0,1 м3, 1,5 квт, 220в, модель АВ-100/245	550	400	1,5	Нет	0,2	69500
▶ Нет	Компрессор пр-ть 0,33 м3/мин, давл 10 атм, рес. 0,05 м3, 2,2 квт, 380 в, модель АВ-50	600	400	2,2	Нет	0,2	80500
Нет	Компрессор пр-ть 0,51 м3/мин, давл 10 атм, рес. 0,05 м3, 3 квт, 380в, модель АВ-50/51	650	400	3	Нет	0,2	94500
Нет	Компрессор пр-ть 0,55 м3/ мин, давл 10 атм, рес. 0,2 м3, 4 квт, 380 в, модель АВ-200/5	650	420	4	Нет	0,2	155000
Подъемно-транспортное оборудование							
Нет	Подъемник эл-мех, передвиж, г/п 1,0 тн, 220в, модель ПП-1	1300	1650	1,5	Нет	1	146500
Нет	Подъемник эл-мех, передвиж, г/п 1,0 тн, 380в, модель ПП-1-01	1300	1650	1,5	Нет	1	118500
Нет	Подъемник гидр-кий с ручным приводом канавный г/п 3,0 тн, модель ПНК-1	2200	1650		Да	1	146500
Нет	Подъемник гидравлич. с ручн. приводом канавн, г/п 3,0 тн, раздв 930-1250 мм, модель	1250	930		Да	1	166250
Нет	Подъемник эл.мех-кий двухст г/п 3,3 тн, h=1,88 м, модель ПР-3	1500	1250	2,2	Да	1	328500
Нет	Подъемник эл.мех-кий двухст г/п 3,3 тн, h=1,9м (двухмоторный), модель ПЛД-3	1500	1250	2,2	Да	1	328500
Нет	Подставка тел-кая для подъемника П-97 (2 тн) (комплект 4 шт), модель ПТ-334	300	300		Нет	1	76700
Нет	Подъемник эл.-мех двухст г/п 3,3 тн(с напол.рамой) h=1,86 м, модель ПР-3-01	1500	1250	2,2	Да	1	346000
Да	Подъемник эл.-мех двухст г/п 3 тн(подкатной) h=1,8м, модель ПП-3	1500	1250	2,2	Нет	1	441750
Да	Домкрат подкатной гидр. г/п 2,0тн, высота подъема 480 мм, модель ПГД-2	1200	430		Нет	0,7	40000
Нет	Стойка гидр для монтажа и демонтажа агрегатов г/п 300 кг, модель СГ-1	450	300		Нет	0,7	58200
Да	Кран подвесной ГОСТ 7890-73, грузоподъемность 2 т			2,2	Да	0,7	138000
Нет	Домкрат гидравлический, г/п 5,0тн, модель ДГ-12-5	2000	280		Нет	0,7	15000
Шиномонтаж/балансировка							

Рисунок 2. База данных технологического оборудования сервисного предприятия

После выполнения необходимых операций с базой данных и выбора оборудования, которое будет использоваться в сервисном предприятии, необходимо нажать на кнопку «Завершить». Окно сметы будет закрыто и все изменения в базе данных будут сохранены.

После занесения всех исходных данных в соответствующие поля и редактирования сметы затрат на приобретение и монтаж оборудования необходимо в меню «Файл» выбрать пункт «Создать массивы» либо нажать на кнопку «Создать» на главной форме программы.

При этом с помощью генератора случайных чисел будет создан «статистический материал» в виде массивов времени поступления заявок на обслуживание и времени обслуживания каждой заявки в сервисном предприятии. Статистический материал будет зависеть только от плотности поступления заявок ρ и среднего времени обслуживания $\bar{t}_{обсл.}$. На главной форме будет отражено количество заявок, поступивших в систему в течение рабочего дня.

После того, как статистический материал будет создан, необходимо в меню «Файл» выбрать пункт «Рассчитать» либо нажать на кнопку «Рассчитать» на главной форме программы. После чего будут рассчитаны и занесены в базу данных все численные показатели функционирования сервисного предприятия.

Результаты исследования и заключение. В процессе выполнения процедуры, обрабатывающей действие пользователя, «Выбор пункта «Рассчитать» меню «Файл» или нажатие на кнопку «Рассчитать», создается 5 массивов данных.

1) Массив 1 – количество элементов массива равно количеству заявок, поступающих на сервисное предприятие в течение рабочего дня. Элементы массива имеют логический тип, учитывают нахождение заявки в процессе обработки и принимают значение True, если заявка принимается системой и начинает обслуживаться.

2) Массив 2 – количество элементов массива равно количеству заявок, поступающих на сервисное предприятие в течение рабочего дня. Элементы массива имеют логический тип, учитывают отказ заявок в обслуживании и принимают значение True, если заявка получает отказ.

3) Массив 3 – количество элементов массива равно сумме количества постов обслуживания и мест ожидания в сервисное предприятие. Элементы массива имеют логический тип, учитывают нахождение системы в определенном состоянии.

4) Массив 4 – количество элементов массива равно сумме количества постов обслуживания и мест ожидания в сервисное предприятие. Элементы массива имеют вещественный тип. В элементах массива ведется подсчет времени нахождения системы в каждом состоянии.

5) Массив 5 – количество элементов массива равно количеству заявок, поступающих на сервисное предприятие в течение рабочего дня. Элементы массива имеют вещественный вид. В элементах массива ведется подсчет времени обслуживания каждой заявки.

После создания массивов происходит присвоение переменным целочисленного и вещественного типов значений свойства Text соответствующих однострочных редакторов Edit.

Далее запускается цикл, имитирующий посекундное функционирование сервисного предприятия. При этом переменная t меняет свое значение от 0 до $T_{\text{СУМ}}$ (в секундах). При совпадении значений элемента массива arrPotok со значением переменной t запускается процедура Priem , имитирующая прием заявки на обслуживание. При этом происходит в зависимости от состояния системы: прием заявки на обслуживание; постановка заявки в очередь; отказ заявке в обслуживании.

При этом соответствующие элементы 5-ти вышеперечисленных массивов принимают соответствующие значения, а также происходит подсчет количества отказов.

Вне зависимости от совпадения значений элементов массива arrPotok со значением переменной t , запускается процедура Proverka , проверяющая завершение обслуживания заявки и, в случае возникновения данного события, выполняющая следующие действия: вывод заявки из системы; нахождения заявки, стоящей в очереди на обслуживание; постановки заявки на обслуживание.

После завершения цикла в процедуре происходит расчет всех числовых характеристик функционирования сервисного предприятия в течение рабочего дня.

Далее вызывается процедура Smeta , выполняющая расчет затрат на приобретение и монтаж оборудования, а также подсчитывающая суммарную мощность (в кВт) оборудования, питающегося от электрической сети.

После завершения процедуры Smeta выполняется расчет экономических показателей функционирования сервисного предприятия в течение года и занесение их в базу данных результатов расчета.

В данной программе для доступа к базам данных мы использовали механизм BDE (Borland Database Engine – процессор баз данных фирмы Borland), предоставляющий развитый интерфейс API для взаимодействия с базами данных. BDE представляет собой совокупность динамических библиотек и драйверов, обеспечивающих доступ к данным. Процессор BDE устанавливается на компьютер при общей установке программы «Оптимизация средств обслуживания автомобильного транспорта».

Приложение через BDE передает запрос к базе данных, а обратно получает требуемые данные. В качестве таблиц баз данных были использованы таблицы Paradox 7, так как они

являются достаточно развитыми и удобными для создания ВД. Можно отметить следующие их достоинства: большое количество типов полей для представления данных различных типов; поддержка целостности данных; организация проверки вводимых данных; поддержка парольной защиты таблицы.

Необходимо отметить интуитивно-понятный интерфейс программы и высокую точность расчетов и имитации работы сервисного предприятия.

Программа в дальнейшем может быть усовершенствована путем добавления в программный код новых процедур для учета факторов, не принятых во внимание ранее и влияющих на работу сервисного предприятия и, соответственно, на получаемые результаты.

Разработанное программное обеспечение позволяет значительно сократить время решения актуальной транспортной задачи.

Список литературы

1. Ибатов М. К., Кабикенов С. Ж., Несветеев А. А. Эксплуатация автомобилей: Учебное пособие. – Астана: Фолиант, 2010. – 336 с.
2. Лукин В. П., Назриев С. Р. Анализ факторов, влияющих на пропускную способность постов технического обслуживания и текущего ремонта: Учебное пособие / МАДИ. – М., 1988. – 55 с.
3. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов / Е. С. Кузнецов, В. П. Воронов, А. П. Болдин и др.; Под ред. Е. С. Кузнецова. – 3-е изд. – М.: Транспорт, 1991. – 413 с.
4. Технологическое оборудование для технического обслуживания и ремонта легковых автомобилей: Справочник. – М.: Транспорт, 1988. – 176 с.
5. Хавьер Пашеку. Программирование в Borland Delphi 2006 для профессионалов. Delphi for .NET Developer's Guide. – М.: Вильяме, 2006. – 944 с.

Рецензенты:

Жетесова Гульнара Сантаевна, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технологии машиностроения», Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда.

Тутанов Серикпай Куспанович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Высшая математика», Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда.