

УДК 658.5.012.2: 519.248

*О. Н. Яркова,
канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры
математических методов и моделей в экономике
А. В. Труфанова,
студент 4-го курса направления подготовки
Прикладная математика
ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет» в г. Оренбург*

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Аннотация. Одним из важнейших трендов развития экономики сегодня является внедрение логистического подхода к управлению работой автотранспортных предприятий. Важную роль в функционировании автотранспортного предприятия играет производственная программа (ПП). Цель исследования заключалась в моделировании характеристик эффективности ПП автотранспортного предприятия, таких как коэффициент технической готовности, коэффициент выпуска, годового пробега, грузооборота и объема перевозок. Процесс эксплуатации автомобиля с заданным пробегом представлен в виде марковской модели с дискретным множеством состояний и непрерывным временем, анализ характеристик эффективности функционирования которой позволил оценить характеристики ПП автотранспортного предприятия. Показано, как распространить указанный подход на автопарк, содержащий автомашины с различным пробегом, различных марок.

Ключевые слова: логистика, математические модели логистики, производственная программа, марковская модель, автотранспортное предприятие

Abstract. The introduction of a logistics approach to the management of a road transport enterprises is one of the most important trends in the development of the economy today. The production program (PP) plays an important role in the functioning of a motor transport enterprise. The aim of the research was to simulate the characteristics of a road transport enterprise, such as the technical readiness coefficient, the output coefficient, the annual mileage, the freight turnover and the traffic volume. The process of operating a car with a given mileage is presented in the form of a Markov model with a discrete set of states and continuous time. Analysis of the operational specifications of this model allowed us to estimate the characteristics of the vehicle's PP. It is shown how to extend this approach to a vehicle fleet containing cars with different mileage, different brands.

Keywords: logistics, mathematical models of logistics, production program, Markov model, trucking company

Введение. Одним из важнейших трендов развития экономики сегодня является внедрение логистического подхода к управлению и организации работы предприятий. Логистические методы управления способствуют оптимизации рас-

хода ресурсов на организацию работы предприятий, повышению качества обслуживания, достижению конкурентных преимуществ.

С точки зрения бизнеса логистика — это обобщающий инструмент управления, позволяющий достигать стратегические, тактические и/или оперативные цели предприятия путем оптимального управления ресурсами, материальными потоками, сервисными потоками, а так же сопутствующими им потоками информации и финансов [1]. В логистике выделяют несколько блоков, таких как закупочная логистика, производственная, транспортная, сбытовая и т.д., которые в совокупности и взаимосвязи образуют логистическую цепь, благодаря эффективному функционированию звеньев которой обеспечивается непрерывное движение потоков от производителей до конечных потребителей. Важным звеном логистической цепи является транспорт. Он обеспечивает перевозку и распределение сырья, оборудования, готовой продукции, пассажиров. Автомобили обладают маневренностью, высокой скоростью, их преимуществами являются достаточно низкая себестоимость в сравнении с другими видами транспорта, возможность перевозки груза непосредственно от отправителя до получателя. Совокупность этих факторов обеспечивает автоперевозкам широкую популярность и формирует потребность в автотранспортных предприятиях. Количество автотранспортных предприятий велико, и конкуренция в этом бизнесе достаточно высокая. Для успешного продвижения услуг транспортного предприятия на рынке, предприятию необходимо организовать свою деятельность таким образом, чтобы обеспечить максимальную прибыль, удовлетворять потребности заказчиков с минимальными затратами и рисками. Таким образом, следует постоянно корректировать методы управления транспортного предприятия, оптимизировать его деятельность.

Логистике автотранспортного предприятия посвящены многие исследовательские работы. В монографии Тойменцевой И. А. рассмотрены особенности стратегического планирования деятельности транспортного предприятия с использованием принципов логистики [2]. Кисель Т.Р. и Буйко Л.А. разработали основанный на логистическом подходе алгоритм планирования автомобильных перевозок, включающий применение задач оперативного планирования [3]. В статье Гуськова А. А. рассматриваются вопросы, связанные с обеспечением эксплуатационной безопасности подвижного состава предприятия [4]. А.В. Раменская [5], Т.К. Мирошникова и А.В. Зеленина [6] посвятили свои работы разработке методик модернизации автопарка. Таким образом, в научной литературе имеется большое количество работ, ориентированных на оптимизацию управленческих, логистических и финансовых процессов АТП, однако вопросы математического моделирования производственной программы автопредприятия остаются недостаточно проработанными.

Цель исследования. Важную роль в функционировании автотранспортного предприятия играет производственная программа (ПП), которая охватывает процессы эксплуатации, технического обслуживания и ремонта подвижного состава [7]. Моделирование основных характеристик эффективности ПП автопредприятия, в частности коэффициента технической готовности, коэффициента выпуска, годового пробега, грузооборота и объема перевозок, является одной из основных задач предприятия, решение которой способствует эффективному управлению функ-

ционированием предприятия и максимизации его прибыли. В связи с этим, поставлена цель исследования, заключающаяся в моделировании характеристик эффективности ПП автотранспортного предприятия.

Этапы исследования. Процесс эксплуатации автомобиля с заданным пробегом L можно представить в виде случайного процесса с дискретным множеством состояний и непрерывным временем, граф состояний которого представлен на рисунке (рис. 1) [7]. Поток, характеризующий переход из состояния в состояние, могут быть описаны пуассоновским случайным процессом или сведены к нему за счет рассмотрения процесса эксплуатации на малых интервалах пробега (1-2 тыс. км). Таким образом, процесс, характеризующий состояния автомобиля, может быть описан марковским процессом.

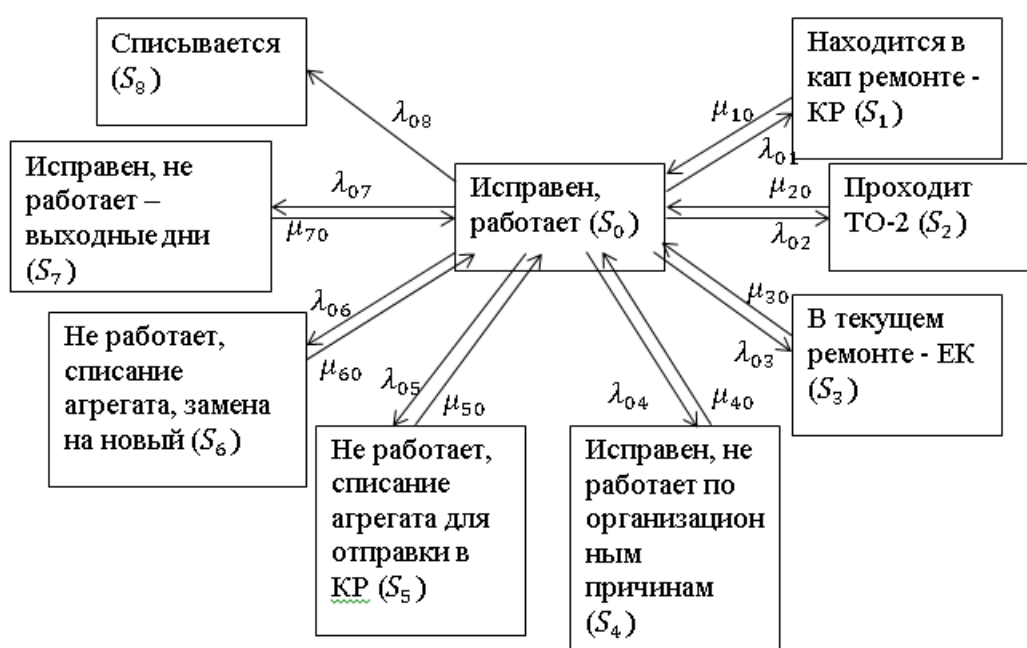


Рисунок 1 – Граф состояний автомобиля [7]

Исследуя приведенную марковскую модель для каждого фиксированного значения пробега на начало периода эксплуатации L , можно найти P_j — стационарные вероятности нахождения автомобиля в j -м состоянии. Тогда, коэффициент выпуска характеризует вероятность нахождения автомобиля в состоянии S_0 , т.е. $\alpha = P_0$. Коэффициент технической готовности характеризует вероятность нахождения автомобиля в состояниях S_0, S_4, S_7 и равен $k = P_0 + P_4 + P_7$.

Для проведения исследования используются данные по показателям надежности автомобилей МАЗ-500А. К примеру, стационарные вероятности для пробега 200 тыс. км получены следующие значения вероятностей: $P_0 = 0.488$; $P_1 = 0.0098$; $P_2 = 0.012$; $P_3 = 0.124$; $P_4 = 0.07$; $P_5 = 0.082$; $P_6 = 0.145$; $P_7 = 0.07$; $P_8 = 0$. Таким образом, коэффициент выпуска автомобилей составил $\alpha = P_0 = 0.488$, коэффициент технической готовности $k = P_0 + P_4 + P_7 = 0.655$.

На первом этапе для определения ПП автопредприятия решается задача нахождения коэффициентов выпуска автомобиля путем вариации пробега в задан-

ных пределах и расчета характеристик соответствующей марковской модели при фиксированном значении пробега. Коэффициенты выпуска, полученные, к примеру, для диапазона от 20 тыс. км. до 200 тыс. км. с шагом 20 тыс. км. представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения коэффициентов выпуска в зависимости от пробега автомобилей

Пробег, тыс. км.	Коэффициент выпуска	Пробег, тыс. км.	Коэффициент выпуска
20	0,665	120	0,512
40	0,612	140	0,502
60	0,576	160	0,491
80	0,542	180	0,489
100	0,524	200	0,488

На следующем этапе, на основе полученных данных, можно рассчитать годовой пробег автомобиля, используя итеративный алгоритм, приведенный в работе [7] и провозные возможности предприятия. Расчеты проведены для групп, состоящих из автомобилей с износом на начало года 0, 0,2, 0,4, 0,6 (таблица 2). Если подвижной состав состоит из автомобилей с разной степенью износа, то указанные характеристики нами предлагается рассчитывать как средние значения для группы автомобилей. Годовой пробег и провозные возможности автопредприятия, состоящего из равного количества автомобилей с износом на начало года 0, 0,2, 0,4, 0,6 приведено в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчета годового пробега и провозных возможностей предприятия, состоящего из автомобилей с износом на начало года: 0 или 0,2 или 0,4 или 0,6

Износ	Годовой пробег, тыс. км	Грузооборот, тыс. ткм	Объем перевозок, тыс. т
0	57,13	303,47	6070
0,2	53,88	282,77	5655
0,4	51,02	261,25	5225
0,6	48,84	243,79	4876
В равных долях	52,72	272,82	5456

Рассмотрим также случай, когда в АТП содержится не одинаковое количество автомобилей с определенным значением износа на начало года, а разное. Для этой ситуации автомобили следует предварительно распределить по группам по значению износа на начало года. Далее достаточно определить доли автомобилей каждой группы в общем числе автомобилей и рассчитать итоговые характеристики ПП автотранспортного предприятия, как среднее взвешенное значение показателя. К примеру, выражение для годового пробега \overline{LY} имеет вид (1):

$$\overline{LY} = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i \cdot LY_i / n, \quad (1)$$

где ε_i – весовой коэффициент, доля автомобилей i -ой группы в общем числе автомобилей предприятия;

LY_i – годовой пробег автомобилей i -ой группы;

n – количество групп.

Для примера рассмотрим три ситуации, характеризующиеся долями групп автомобилей, указанными в таблице 3.

Таблица 3 – Рассматриваемые случаи значений долей ε_i для автомобилей с разным износом

Износ автомобилей i -ой группы	Случай 1	Случай 2	Случай 3
0	0,15	0,10	0,45
0,2	0,35	0,20	0,25
0,4	0,35	0,25	0,20
0,6	0,15	0,45	0,10

Результаты расчета характеристик ПП представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты расчета характеристик ПП предприятия

Случай	Годовой пробег, тыс.	Грузооборот, тыс.	Объем перевозок,
	км	ткм	тыс. т
1	52,61	272,74	5455
2	51,64	267,68	5354
3	53,85	279,17	5583

Наилучший результат из рассмотренных вариантов дало распределение долей, характерное для случая 3. В этом случае наибольшая доля принадлежит автомобилям, не имевшим износа на начало года. Таким образом, автотранспортное предприятие должно стремиться содержать в подвижном составе как можно больше машин с наименьшим износом.

Выводы. Таким образом, были исследованы основные показатели годовой производственной программы автотранспортного предприятия в следующих случаях: для предприятия, включающего автомобили только с нулевым износом или 0,2 или 0,4 или 0,6 на начало года; для предприятия, включающего автомобили как с нулевым износом, так и с износом 0,2, 0,4 и 0,6 на начало года в равных долях и в пропорциях, указанных в таблице 3. Все расчеты производились с использованием ППП MathCad. Результаты проведенного исследования показали, что наилучшие показатели эффективности производственной программы дают автотранспортные предприятия, включающие только машины с нулевым износом (нулевым пробегом, соответственно). Для машин с большим пробегом в целях увеличения значения коэффициентов выпуска и технической готовности следует обеспечить качественное и регулярное выполнение технического обслуживания. При возможности стоит сократить продолжительность ремонтных и других технических работ за счет внедрения новых методов обслуживания автомобиля, выбора более качественных материалов или найма более квалифицированных сотрудников.

Таким образом, в работе показано, что производственная программа автопредприятия является производственным планом, в котором отражаются масштабы его деятельности: общий годовой пробег, грузооборот, объем перевозок. Эти важнейшие показатели влияют на прибыльность компании и во многом зависят от технического состояния подвижного состава предприятия, а оно, в свою очередь, находится в прямой зависимости от степени износа каждого транспортного средства, принадлежащего автопарку, то есть от пробега автомобилей и их технической готовности. Для поддержания высокого уровня эффективности работы предприятия необходимо периодически производить модернизацию автопарка, регулярное техническое обслуживание, текущий и капитальный ремонт автомобилей, списывая вышедшие из строя транспортные средства и заменяя их на новые. Процесс совершенствования подвижного состава является обязательным условием оптимального функционирования автотранспортного предприятия, позволяет оптимизировать его производственную программу. Приведенные в работе исследования могут быть распространены и на предприятия, подвижной состав которых включает автомобили разных марок. Для этого предварительно рекомендуется разбить парк автомобилей на группы по характеристикам надежности, используя методы кластеризации, затем для каждой группы автомобилей применяется схема исследования, описанная в работе. Применение указанной методики позволит оптимизировать выделение средств на модернизацию автопарка.

Список литературы

1. *Аркадьев К.Г.* Логистические системы и их роль в современной экономике / К. Г. Аркадьев. // Экономика, управление, финансы : материалы V Междунар. науч. конф. (г. Краснодар, август 2015 г.). — Краснодар : Новация, 2015. — С. 139-141. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://moluch.ru/conf/econ/archive/204/8522/> (дата обращения: 26.01.2021).
2. *Лубенцова В.С.* Математические модели и методы в логистике. / В.С. Лубенцова. Род редакцией В.П. Радченко. – Самара. Самар. гос. техн. ун-т, 2008, - 157 с.
3. *Тойменцева И.А.* Формирование стратегии развития автотранспортных предприятий с использованием принципов логистики : монография / И.А. Тойменцева. – Москва : Креативная экономика, 2009. – 160 с.
4. *Кисель Т.Р., Буйко Л.А.* Логистический подход к управлению автотранспортным предприятием / Т. Р. Кисель, Л. А. Буйко // Вестник БНТУ. - 2006. - №4. – с. 64-70.
5. *Гуськов А.А.* Проблемы обеспечения эксплуатационной безопасности автотранспортных средств в России / А. А. Гуськов // Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации. - 2017. - №1. - С.399-403.
6. *Раменская А.В.* Оценка экономической эффективности модернизации оборудования автотранспортных средств / А. В. Раменская // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2014. - № 4 (165). - С. 28-32.
7. *Мирошникова Т. К., Зеленин А. В.* Методы финансово-кредитного обеспечения модернизации парка автотранспортных средств предприятий

автомобильного транспорта / Т. К. Мирошникова, А. В. Зеленин // Власть и управление на Востоке России. – 2009. - №4 (39). – С. 34-39.

к содержанию