

## П БЕЗОПАСНОСТЬ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА

УДК 656

### МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕРМИНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ

А. Я. АНДРЕЕВ

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Работа транспортно-логистического центра может быть описана вероятностными моделями, отражающими наиболее полно реальные условия. Особенностью процесса погрузки-выгрузки является его массовость. В течение сравнительно коротких промежутков времени прибывает и убывает большое количество транспорта. Поэтому, по аналогии с другими массовыми процессами, такими как обслуживание покупателей в магазине; телефонное соединение абонентов автоматизированными телефонными станциями; прием больных врачом; диспетчерское обслуживание самолетов в крупном аэропорту; процесс обслуживания автомобилей, прибывающих на погрузку или выгрузку может быть описан с использованием теории массового обслуживания.

Для построения математической модели описания процесса обслуживания автомобилей, прибывающих на погрузку как систем массового обслуживания, необходимо знать ряд характеристик потока требований (то есть потока автомобилей, прибывающих на погрузку), характеристик обслуживания (продолжительность погрузки) и структуру обслуживающей системы.

Процесс обслуживания автомобилей, прибывающих на погрузку, является системой с очередью, так как, если все посты погрузки (каналы обслуживания) заняты, автомобиль (заявка) должен встать в очередь.

Говоря о структуре системы, можно сказать, что процесс обслуживания автомобилей, прибывающих на погрузку, является многоканальной однофазной системой с параллельными однородными каналами, так как число постов погрузки практически всегда больше единицы; однофазными из-за того, что процесс обслуживания заключается в одной фазе: «занял место – освободил».

Согласно этой системе, поток автомобилей, прибывающих на погрузку, относится к классу простейших потоков, у которых вероятность поступления  $P$  равна  $k$  требований в промежуток времени  $i$  и определяются функцией Пуассона:

$$P_k(i) = \frac{(\lambda_i)^k}{k!} \cdot e^{-\lambda_i}, (k = 0, 1, 2, 3, \dots),$$

где  $\lambda_i$  – среднее число автомобилей, прибывающих на погрузку в единицу времени, ед./мин;  $k$  – количество требований в промежуток времени  $i$ , ед.;  $e$  – основание натурального логарифма.

Время  $T_{об}$  обслуживания каждой заявки распределено по показательному закону:

$$f(t) = \mu e^{-\mu t}, (t \geq 0),$$

где  $\mu$  – интенсивность потока обслуживания.

Модель позволяет провести оценку эффективности функционирования терминала по обслуживанию автомобилей, прибывающих на погрузку.

Согласно данной модели, к характеристикам эффективности функционирования СМО относятся следующие показатели:

- абсолютная пропускная способность СМО; относительная пропускная способность СМО;
- среднее число заявок, находящихся в очереди; среднее время ожидания заявки в очереди;
- вероятность простоя СМО; вероятность занятости обслуживанием  $k$  заявок;
- вероятность занятости СМО; вероятность оказаться в очереди;

- интенсивность нагрузки СМО; среднее время пребывания заявки в СМО;
- среднее число занятых обслуживанием каналов; среднее число свободных каналов;
- коэффициент занятости каналов обслуживанием;
- среднее число заявок в системе.

УДК 656

## ТЕРМИНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ

*А. Я. АНДРЕЕВ, А. Д. ЛУКЬЯНЧУК*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

При участии в перевозках грузов нескольких взаимодействующих видов транспорта особенно важно транспортно-экспедиционное обслуживание (ТЭО) предприятий. В связи с этим наибольшее развитие транспортно-экспедиционное обслуживание предприятий получило при осуществлении централизованного завоза и вывоза груза с использованием грузовых терминалов.

Комплекс транспортно-экспедиционных операций и услуг, принимаемых к выполнению автомобильным транспортом, включает в себя следующий перечень работ: получение от терминала заявок на завоз, вывоз и отправление грузов; составление товарно-транспортных документов на перевозку грузов автомобильным транспортом; осуществление приема и сдачи грузов; сопровождение и охрана грузов при перевозке автомобильным транспортом; получение от терминала документов, удостоверяющих прием и отправление грузов; производство расчетов с терминалом; производство расчетов с клиентом за выполненные транспортные и экспедиционные работы взаимодействующими видами транспорта; прием от терминала и доставка грузоотправителям квитанций и денежных документов на отправленные грузы; контроль за прибытием грузов и уведомление об этом грузополучателей; раскредитование документов на прибывшие грузы; оформление плана перевозок грузов с участием взаимодействующих видов транспорта и осуществление контроля за выполнением этого плана.

Анализ исследования в области совершенствования перевозок грузов в городе и пригородной зоне, проводимых за рубежом, показал, что формирование региональных грузопотоков как за рубежом, так и в нашей стране имеет ряд сходных особенностей, связанных с определенными масштабами развития экономики стран. Многочисленные зарубежные разработки, направленные на решения проблем повышения эффективности перевозочных систем, не дали до настоящего времени радикальных результатов. Одной из причин такого положения является невозможность в условиях рыночной экономики эффективного согласования противоречивых интересов различных заинтересованных сторон: перевозчиков, грузовладельцев, городских властей, государственных учреждений и т. д. Тем не менее, ряд исследователей считает, что повышение эффективности городских систем перевозок грузов может быть обеспечено на основе централизации управления региональными перевозочными процессами при создании городских терминалов, обслуживающих определенные районы или группы клиентов. Из проведенного анализа выполнения перевозок грузов в междугородных сообщениях следует, что ведущие зарубежные компании широко используют при этом терминальную технологию.

Автомобильные перевозки грузов через терминалы в странах с развитой рыночной экономикой возникли в 30-х годах прошлого века. Вскоре они стали основой всей системы междугороднего автомобильного сообщения, а в дальнейшем и вообще системы транспортировки грузов на большие расстояния, практически вытеснив из них железную дорогу.

Автомобильные транспортные предприятия могут иметь до 100 и более терминалов с различными объемами переработки грузов. Местоположение и мощность терминалов устанавливаются в зависимости от фактических грузопотоков и с течением времени меняются. Потерявшие свое значение терминалы закрываются, а на маршрутах с возросшими грузопотоками организуют новые. Как показывает практика западных стран, практикуется и совместная эксплуатация терминалов различными компаниями.

Терминальная технология определяет формы организации и управления перевозками, размеры и структуру парка автомобилей, диктует технические требования к фирмам, производящим автомобильный подвижной состав. Важным условием четкой работы терминальной системы является централизованное управление, которое позволяет синхронизировать функционирование подвоза-развоза и самих терминалов с линейными перевозками. Наличие централизованного управления позволяет