

К вопросу определения оптимальных параметров транспортно-складских комплексов

Н.В. Клавдиенко, Д.А. Мирошниченко

РГСУ, Ростов-на-Дону; ООО "Зана РУС", Ростов-на-Дону

Складирование продукции необходимо для обеспечения стабильности функционирования грузовых пунктов вследствие целого ряда причин [1]:

1. неравномерности потока продукции "на входе";
2. неравномерности по величине и во времени потока транспортных средств "на выходе";
3. невыполнения в некотором интервале времени планов обеспечения погрузочных комплексов транспортными средствами для отгрузки продукции и др.

Склады различных типов (оперативные, аварийные, грузовые терминалы, логистические центры) могут создаваться в начале, середине или в конце грузопотоков. На складах, кроме операций складирования грузов, могут выполняться внутрискладские транспортные, погрузочные, разгрузочные, сортировочные и другие операции. Поэтому склады следует рассматривать не просто как устройства для хранения грузов, а транспортно-складские комплексы. Работа этих комплексов носит динамический вероятностный характер ввиду неравномерности поступления и отгрузки продукции. Уровень экономической эффективности функционирования транспортно-складских комплексов (ТСК) во многом зависит от того, насколько оптимальными являются параметры складского хозяйства и его технического оснащения. Ввиду неравномерности поступления и отгрузки продукции работа подобных комплексов имеет сложный динамический и стохастический характер, что не позволяет определить аналитическими методами оптимальные параметры ТСК. Методы определения емкостей (площадей) складов с использованием коэффициентов неравномерности поступления продукции и прибытия транспортных средств для вывоза груза, различных способов прогнозирования товарооборота и величины запаса продукции на складе не позволяют вычислить с достаточной точностью характеристики ТСК, т.к. при стохастическом характере работы комплекса невозможно построить аналитическую модель, как функциональную зависимость выходных характеристик системы от ее входных параметров без существенного упрощения модели. Для изучения поведения подобных экономических систем, как показывает опыт, целесообразно использовать метод Монте-Карло (метод статистических испытаний). Суть этого метода [2] заключается в воспроизведении с помощью ЭВМ стохастического процесса функционирования некоторого объекта. При этом модель процесса создается на основе законов распределения случайных величин в исследуемом процессе. Функции и параметры случайных величин предварительно определяются по результатам исследования аналогичных реально функционирующих систем, т.е. по результатам натуральных экспериментов. Или, если эти данные невозможно получить экспериментально, метод Монте-Карло позволяет накопить первичные данные об исследуемом объекте. Моделирование случайных процессов строится на основе базовых распределений случайных величин (нормальное, Пуассона, гамма-распределение и др.), которые вырабатываются ЭВМ в процессе моделирования с помощью специальных математических программ или с помощью физических датчиков.

Таким образом, метод статистических испытаний при изучении эффективности функционирования ТСК может включать ряд этапов:

1. Сбор и анализ исходной информации, определение начальных условий моделирования:

- исследование потоков грузов, поступающих на склад;
- анализ неравномерности прибытия на склад транспортных средств, обеспечивающих

отгрузку продукции со склада;

-изучение технических операций по обслуживанию заявок: дисциплина обслуживания заявок, функция и параметры распределения времени обслуживания и т.д.;

2. Содержательное описание исследуемого процесса;

3. Выбор модели функционирования процесса. Возможные варианты:

- детерминированная;

-стохастическая с простейшими потоками поступающей продукции и транспортных средств, с однолинейной системой обслуживания заявок без потерь и т.д.;

- недетерминированная, для которой входящие потоки грузов и транспортных средств имеют сложную структуру, а время обслуживания заявок произвольное;

4. Установление совокупности параметров и характеристик процесса;

5. Разработка моделирующего алгоритма и программ для ЭВМ;

6. Многократная реализация на ЭВМ выбранной экономико-математической модели процесса функционирования ТСК при заданных параметрах с фиксированием после каждой реализации характеристик процесса;

7. Статистическая обработка результатов моделирования;

8. Принятие управляющих решений по совершенствованию функционирования ТСК на основе полученных результатов моделирования.

Самым сложным и ненадежным звеном транспортно-складского комплекса предприятия является стык внутрипроизводственного, промышленного и внешнего, магистрального транспорта предприятия, т.е. их грузовые пункты. Здесь наиболее ярко проявляется несогласованность в работе предприятия, транспорт которого подчинен технологическому процессу производства продукции, и внешнего транспорта, функционирование которого зависит от большого числа детерминированных и случайных факторов. Поэтому для установления целесообразности применения метода статистических испытаний при определении оптимальных параметров ТСК были проведены исследования эффективности работы углепогрузочных комплексов ряда шахт Донецкого бассейна [3].

Проведенное исследование подтвердило гипотезу о стохастическом характере потока угля, поступающего на поверхность шахты в отдельные часы и смены работы предприятия, а также в разные сутки месяца. Причина этого явления заключается в совместном воздействии на процесс добычи и подъема на поверхность шахты угля различных факторов - горно-геологических условий, надежности горнотранспортных машин и механизмов, уровня организации производства, качества подготовительных работ, наличия на шахте расходных материалов, психологических факторов и др. Было установлено, что суточный объем добычи антрацита имеет нормальное распределение. Анализ полученных параметров распределений (математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение) суточной добычи угля для шахт различной мощности позволил установить наличие определенной связи между этими величинами. Знание этой зависимости позволяет определить для шахты произвольной мощности (в исследованных границах) параметры закона распределения объема суточной добычи без обработки данных о ее фактической работе или прогнозировать их в случае отсутствия аналога на практике. Для угледобывающих предприятий распределение суточной производительности по сменам обычно планируется равномерным. Однако, в результате изучения относительных объемов угля, поступающего на поверхность за смену (в процентах от суточного объема), также была подтверждена рабочая гипотеза об их распределении по нормальному закону. При этом параметры распределений для разных смен оказались различными. Это позволило утверждать, что подъем угля на поверхность шахты является нестационарным нормальным случайным процессом. Изучение только суточного и сменных объемов подъема угля на поверхность позволяет лишь весьма приблизительно описать процесс подачи ископаемого

на погрузочные пункты. Для более точного решения задачи было проведено исследование относительных часовых объемов поступления рядового угля на погрузочные комплексы шахт (в процентах от сменного объема), которое подтвердило их случайный характер. Однако гипотеза о распределении этих объемов по нормальному закону не подтвердилась. Вычисленные для отдельных часовых сечений случайного процесса подъема угля на поверхность шахты коэффициенты корреляции оказались незначительными, что отразило слабую тесноту связи между часовыми объемами. В целях последующего моделирования потока угля были определены параметры (математические ожидания и средние квадратические отклонения) для эмпирических распределений часовых объемов (для каждого часа каждой смены).

Изучение неравномерности прибытия порожних вагонов на грузовые пункты шахт показало, что интервалы времени между подачами порожняка на шахты соответствуют гамма-распределению, а количество вагонов в подаче распределено по однопараметрическому закону Пуассона. Изучением информации об интервалах прибытия вагонов под погрузку и количестве вагонов в подаче установлено полное отсутствие корреляционной связи между ними. Для формализации процесса функционирования углепогрузочного комплекса шахты была принята стохастическая экономико-математическая модель, представляющая собой совокупность ряда функций многих переменных (параметров системы). Изучение данных о системе и протекающем в ней процессе позволило определить параметры моделируемого объекта, в состав которых вошли как вероятностные, так и детерминированные показатели (напр., производительность погрузочных механизмов, объем продукции в одном вагоне и др.). К рассмотрению в исследовании были приняты различные варианты погрузочно-складских операций, отличающихся типом угленакопителей (оперативные бункеры, аккумуляторы угля, аварийные склады), и технологией погрузки угля (прямоточная, бункерная, с использованием аварийного склада и др.). Для построения математической модели исследуемого процесса были определены совокупность параметров, оказывающих влияние на работу транспортно-складских комплексов шахт, и система характеристик, являющихся показателями уровня функционирования комплексов. Реализация модели на ЭВМ выполнялась с помощью разработанных моделирующих алгоритмов, отразивших особенности технологических схем процесса функционирования углепогрузочных комплексов (схем складирования и погрузки), и машинных программ. Результаты моделирования использовались для определения оптимальных параметров ТСК шахт. Полученные емкости комплексов оказались в 1,5 раза меньше параметров, вычисленных аналитическим методом, что подтвердило целесообразность применения метода статистических испытаний для оптимизации параметров транспортно-складских комплексов.

Литература

1. Миронюк В.П. Вероятностный подход к моделированию транспортно-логистических систем // Материалы международной научно-практической конференции "Строительство 2003". Ростов-на-Дону, 2003.
2. Бусленко Н.П. и др. Метод статистических испытаний (метод Монте-Карло). Физматгиз, М., 1962.
3. Клавдиенко Н.В. Оптимизация параметров транспортно-погрузочных комплексов шахт. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Рост. инж.-строит. ин-т - Ростов-на-Дону, 1973.