

## **РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА И ЗОН ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Развитие рынка конкуренции транспортных работ и услуг ставит перед действующими автотранспортными предприятиями (АТП) задачу реконструкции производства, обновления его производственно-технической базы, перед вновь создаваемыми АТП – выбора оптимальной мощности зон технического обслуживания (ТО) и текущего ремонта (ТР), повышения качества работ по ТО и ТР, экономии топливно-энергетических, финансовых и трудовых ресурсов [1].

В настоящее время существуют два основных метода расчета постов ТО:

- по суммарной трудоемкости постовых работ;
- вероятностный.

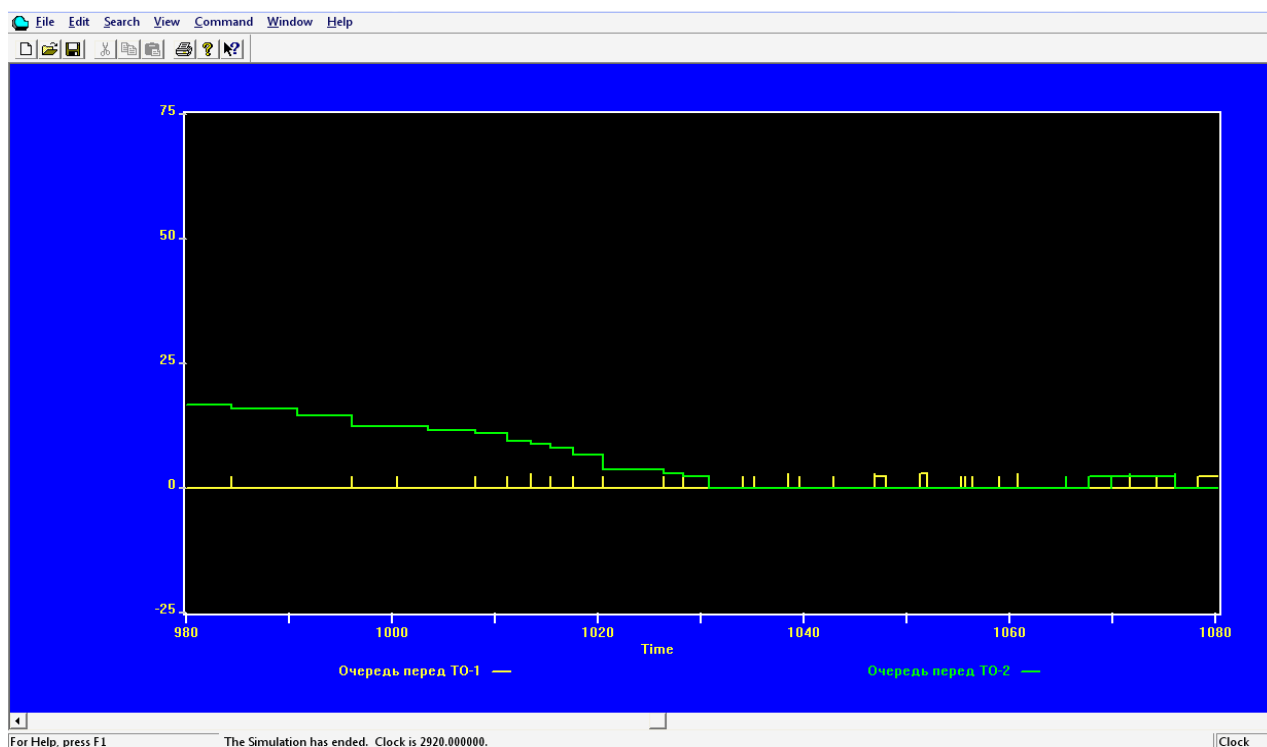
Первый метод базируется на использовании нормативной трудоемкости ТО. Такой подход является детерминированным, поскольку не учитывает случайного характера многих факторов, таких как суточный пробег, момент поступления в зону ТО и др [2].

Более точен второй метод, основанный на применении аппарата теории массового обслуживания (ТМО). ТМО изучает системы, в которых переменными и случайными являются моменты поступления требований (заявок) на обслуживание и продолжительность самих обслуживаний. При использовании ТМО требуется соблюдение определенных условий: стационарности, ординарности и отсутствия последствия. Рассмотренные условия предусмотрены для упрощения математической модели. Если эти условия нарушаются, математическое описание процессов значительно усложняется и требует громоздких аналитических зависимостей. В реальных условиях зона ТО представляет собой сложную замкнутую систему, в которой выходные параметры одной подсистемы являются входными параметрами другой. Например, от производительности систем ТО и ТР зависит поток автомобилей, которые возвращаются в исправное состояние. Практическое исследование подобных систем с использованием аналитических зависимостей является достаточно сложным и трудоемким [3]. Более эффективен метод имитационного моделирования, под которым понимается математическое исследование сложных стохастических процессов. При этом эксперимент ставится не на реальной системе, что, как правило, слишком дорого, требует значительного времени и, кроме всего, не всегда возможно, а на компьютерной программе. Оптимальный вариант решения задачи определяется не строгими детерминированными зависимостями, а путем последовательных итераций, перебирая те или иные структуры и численные значения факторов [4].

Разработанная имитационная модель позволит решить задачу оптимизации производственной мощности зоны ТО без учета оперативного планирования и управления. Кроме того, на модели можно проследить влияние различных вероятностных факторов на эффективность функционирования технической службы автотранспортного предприятия в целом. Данная модель состоит из следующих основных блоков. Блок «исходные данные» используется для задания количества подвижного состава (ПС), периодичности ТО-1 и ТО-2, количества постов ТО-1 и ТО-2, времени моделирования и т.п. В блоке

«моделирование» начального пробега каждой единице ПС присваивается начальный пробег и проверяется необходимость проведения ТО-1 или ТО-2. В случае необходимости проведения ПС направляется в соответствующую зону, в противном случае он отправляется на линию. В третьем блоке моделируется работа ПС на линии. В четвертом блоке моделируется постановка ПС на обслуживание и моделирование процесса ТО-1. В пятом блоке моделируется работа зоны ТО-2.

После завершения моделирования выдаются следующие основные показатели работы группы автомобилей за моделируемый период времени (день, месяц, год и т.д.): число обслуживаний за период моделирования; максимальная длина очереди; число автомобилей, находящихся на линии, в обслуживании и очереди на конец моделирования; среднее время нахождения в очереди, количество не используемых постов на конец моделирования; коэффициент использования зоны; средневзвешенное содержимое очереди и зоны за период моделирования и др. Имеется возможность просматривать длину очереди за время моделирования (см. рисунок 1).



**Рисунок 1 – Длина очереди перед ТО-1 и очереди перед ТО-2**

Программа позволяет варьировать такими параметрами, как количество автомобилей, число постов и их производительность в зонах ТО-1 и ТО-2, периодичность ТО-1 и ТО-2, среднесуточный пробег и др.

Получаемые результаты моделирования можно использовать для решения различных производственно-технических задач:

- планировать объемы перевозок парка автомобилей на планируемый период времени;
- оптимизировать размеры и структуру зон ТО-1 и ТО-2 любого АТП;
- планировать объемы работ по техническому обслуживанию на любой прогнозируемый период времени;
- определять оптимальные периодичности технических обслуживаний и решать другие прикладные задачи.

### **Список цитированных источников**

1. Лукинский В.С. Логистика автомобильного транспорта: учебное пособие / В.С. Лукинский, В.И. Бережной, Е.В. Бережная [и др.] – М.: Финансы и статистика, 2004. – 368 с.
2. Проектирование предприятий автомобильного транспорта: учеб. для студентов специальности «Техническая эксплуатация автомобилей» учреждений, обеспечивающих получение высш. образования / М.М. Болбас [и др.]; под ред. М.М. Болбаса. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2004. – 528 с.
3. Кучур, С.С. Научные исследования и решение инженерных задач: учебн. пособие / С.С. Кучур, М.М. Болбас, В.К. Ярошевич. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2003. – 416 с.
4. Рыжиков, Ю.И. Имитационное моделирование. Теория и технологии / Ю.И. Рыжиков. – СПб.: КОРОНА принт; М.: Альтекс-А, 2004. – 384 с.

УДК 004.94:531.52

*Бышко А.Г., Лазарук А.В., Лавринюк Е.Ю.*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Желткович А.Е.*

## **ОСОБЕННОСТИ ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ В ГРАВИТАЦИОННОМ ПОЛЕ ЗЕМЛИ**

### **Введение**

Данная задача может иметь практическое применение к становящейся с каждым днём всё более актуальной проблеме космического мусора, окружающего планету. В эпоху первых космических путешествий люди полагали, что область вокруг Земли может поглотить практически неограниченное количество отходов. Поэтому все списанные в утиль спутники, использованные ступени ракет и прочие довольно крупные объекты инженеры со спокойной совестью оставляли в космосе. В результате мир приближается к синдрому Кесслера – моменту, когда окружающий нас космический мусор сделает ближний космос практически непригодным для исследования. Целью работы является получение точного уравнения движения материальной точки в поле притяжения Земли, когда установлено, что на подлётной траектории, проникновение тела в атмосферу Земли произойдёт под заданным углом, например при экстренном торможении тела (вызванном ударом).

В работе получены уравнения движение материальной точки в поле притяжения Земли, в зависимости от влияния на относительное движение точки углового вращения Земли. На основе решения систем из трёх взаимозависимых линейных неоднородных дифференциальных уравнений второго и третьего порядков составленных для осей координат  $x$ ,  $y$ ,  $z$  (см. рис. 1). Так же получены точные решения, описывающие изменение траектории и скорости точки.

Задача определения величины отклонения при падении от вертикальной прямой материальной точки, находящейся в северном полушарии Земли, падающей с высоты 500 метров, когда точка находится на некоторой параллели, была сформулирована в [1]. Некоторые подходы к её решению сформулированы в работе. Но чем больше начальная высота падения, тем принятые в [2] допущения дают большую погрешность при расчёте траектории движения точки.