

6. Для постоянного отслеживания и прогнозирования ситуации по производственно-финансовому положению КГТ создать группу прогнозирования и развития.

*Оценка эффективности от реализации выполненных исследований осуществляется с помощью анализа факторов, обеспечивающих достижение намеченных стратегических целей. При этом принимаются во внимание следующие основные составляющие эффективности:*

– соответствует ли выбранный вариант создания и развития портового терминала требованиям внешнего окружения (рынка партнеров и потребителей логистических услуг, региональным административным и финансовым органам, местного населения и т.д.);

– как будут выполняться намеченные экономические цели, обеспечит ли создаваемый потенциал терминала необходимую окупаемость вложенных в него инвестиций;

– оправданность риска, учитываемого в процессе проектирования, создания и работы портового терминала.

Первая часть эффективности, отражающая требования внешней среды, рассматривается и анализируется на этапе обоснования целей системы, а также на этапе анализа позиции системы на региональном рынке логистических услуг.

Вторая составная часть эффективности содержит оценки экономических факторов, получаемые в процессе выполнения результатов исследования на всем временном интервале их реализации.

Также на эффективность реализации проекта влияет тарифная составляющая. Поэтому научные обоснования необходимы тарифным мероприятиям, которые могли бы существенно повлиять на использование парка универсальных и специализированных контейнеров, так как в тарифах на их перевозки различными видами транспорта не учитываются до сих пор показатели качества.

Сегодня на транспортные грузовые тарифы все большее влияние оказывает складывающийся динамично баланс платежеспособного спроса и предложения. Поэтому тарифная политика на транспорте должна базироваться на теоретических и методологических основах, обеспечивающих формирование и функционирование системы тарифов на перевозки грузов и связанные с ними работы и услуги.

Назрела необходимость пересмотра системы обязательных (многие из них идут в государственный или муниципальный бюджет, но никак не в бюджет транспортного предприятия) сборов и плат за услуги транспортных предприятий.

*А.Ю. Платов*  
*ФГБОУ ВПО «ННГАСУ»*  
*М.В. Никулина*  
*ФБОУ ВПО «ВГАВТ»*

## **К ВОПРОСУ АДЕКВАТНОСТИ НОРМИРОВАНИЯ ВРЕМЕНИ ШЛЮЗОВАНИЯ**

При обоснованиях пропускной способности шлюзованных систем принято использовать полуэмпирические алгоритмы, основанные как на экспериментальных зависимостях, так и на зависимостях теории массового обслуживания. Наиболее фундаментальные результаты в этом направлении были получены С.М. Пьяных в 70-х годах [1, 2].

В его работах использовалось допущение о том, что распределение операций обработки подчиняется распределению Эрланга, а распределение потока входящих су-

дов принималось экспоненциальным. Кроме того, использовались эмпирические формулы для оценки времени группового шлюзования и учёта приоритета обслуживания, определяемого правилами шлюзования.

Возможности ЭВМ шестидесятых и семидесятых годов полностью оправдывали попытки построения аналитической зависимости, реализуемой в простом алгоритме, с помощью которого можно было вычислить параметры шлюзования. В настоящее время производительность ЭВМ позволяет прямое вычисление таких параметров с помощью имитационной модели. Возникает вопрос, насколько это необходимо и в чём состоит недостаток аналитического подхода, который может быть преодолен в имитационном.

Во-первых, как это было показано в [4], предположение о применимости распределения Эрланга статистически незначимо для примеров, приводимых самим же С.М. Пьяных в работе [3].

Так, статистическая проверка нулевой гипотезы для уровня значимости  $\alpha=0,01$  для распределения длительности пропуска судов через Тольяттинский шлюз в 1969 г., взятого из работы [3], даёт следующие результаты. Для распределения Эрланга при  $k=2$  значения критерия Колмогорова  $K=4,19$ , при теоретическом значении критерия  $K=1,073$ . Тот же результат имеем по критерию Пирсона:  $\chi^2=120,3$  для распределения Эрланга при теоретическом значении  $\chi^2=21,7$ .

Во-вторых, предположение об экспоненциальном распределении потока входящих судов не может использоваться для расчётов. Хотя этот факт не является новым, данное предположение до сих пор применяется в научной литературе [5].

В качестве примера рассмотрим данные о прохождении судов через Городецкий шлюз в навигацию 2010 г. На рис. построены графики распределения входящего потока, полученные по данным имеющей статистики работы шлюза, которые сравниваются с теоретической кривой экспоненциального распределения.

Всего за навигацию через шлюз прошло 357 судов типа «Волго-Дон» и 1593 пассажирских судна.

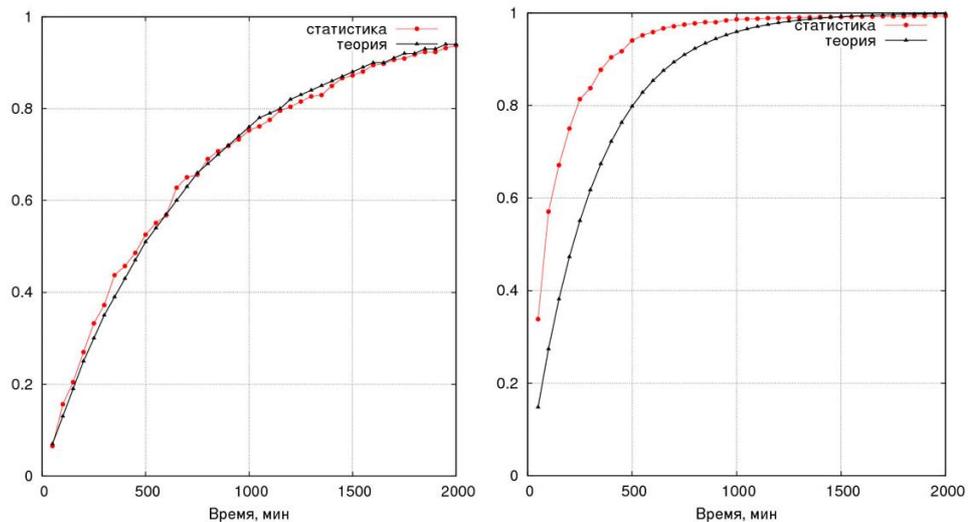


Рис. Статистические и теоретические кривые распределения времени между приходом судов.

Справа: суда – Волго-Дон, слева – пассажирские суда

Как можно видеть, статистическая кривая для пассажирских судов сильно отличается от теоретической. Применение критерия Пирсона даёт следующие результаты.

Для судов типа «Волго-Дон» критерий  $\chi^2=163,5$  при теоретическом значении  $\chi^2=118,8$ . То есть даже близость к теоретической кривой справа на рис. не должна вводить в заблуждение. Для пассажирских судов отклонение от теоретического значения критерия ожидаемо больше:  $\chi^2=860,8$  при теоретическом значении  $\chi^2=81,4$ . Если учесть, что доля пассажирских судов в общем количестве прошлюзованных составляет 14%, то заметная даже на глаз ошибка в распределении будет иметь заметное влияние и на расчёт пропускной способности.

Учесть произвольное статистическое распределение аналитическим образом невозможно, но не составляет никакого труда при имитационном моделировании. То же самое можно сказать и про учёт приоритета обслуживания. Правила шлюзования судов при произвольном распределении времени прибытия также не могут быть учтены «аналитикой», в то время как при имитации такой учёт почти элементарный.

Идея применения имитационных моделей при обосновании пропускной способности шлюзов не нова [6]. Однако в 80-е годы создание таких моделей сдерживалось возможностями вычислительной техники.

В настоящее время этих возможностей достаточно для создания практически применимых систем поддержки принятия решений, основанных на машинной имитации.

#### Список литературы:

- [1] Пьяных С.М. Методика нормирования затрат времени судами при прохождении шлюзов // Труды / ГИИВТ. - Горький, 1972. - Вып. 117. Ч.1 - С. 100–116.
- [2] Пьяных С.М. Расчёт продолжительности группового шлюзования и пропускной способности шлюза // Труды / ГИИВТ. - Горький, 1965. - Вып. 70. - С. 112–126.
- [3] Пьяных С.М. Исследование задач моделирования и нормирования движения и обслуживания судов / С.М. Пьяных // Труды / ГИИВТ. - Горький, 1975. - Вып. 146. - С. 9–69
- [4] Платов А.Ю., Платов Ю.И. О неадекватности статистического моделирования транспортных операций и ожиданий // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока / Новосибирск, №1, 2012. С. 81–84.
- [5] Шишкин А.А. Повышение эффективности использования флота в шлюзованных системах // Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Н.Новгород: ВГАВТ, 2011. – 24 с. Режим доступа: [http://www.vgavt-nn.ru/science\\_innovation/thesis/shishkin.doc](http://www.vgavt-nn.ru/science_innovation/thesis/shishkin.doc).
- [6] Козлов И.Т. Пропускная способность транспортных систем. – М.: Транспорт, 1985. – 214 с.

*А.Ю. Платов*  
ФГБОУ ВПО «ННГАСУ»

## К ВОПРОСУ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Качество реализации алгоритмов имитационного моделирования имеет существенное значение в случае использования имитационных моделей при оперативном планировании работы речного флота [1]. Время одного прогона имитационной модели транспортного процесса с участием нескольких десятков судов может занимать несколько минут. В случае, если имитационная модель используется как ядро оптимизационной процедуры, то такая оптимизация может потребовать нескольких часов, что неприемлемо для оперативного планирования.

Дискретная имитация, как известно, реализуется тремя типами алгоритмов: событийным, операционным и процессным [2]. Наиболее быстродействующим в общем