

и для периода навигации. Разработанные методы обоснования транспортных схем пассажирских перевозок водным транспортом позволяют определить эффективность организации речных сообщений при заданных условиях.

А.Ю. Платов, Ю.И. Платов
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

К ВОПРОСУ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОПУСКА СУДОВ ЧЕРЕЗ ШЛЮЗЫ

Задача моделирования пропуска судов через шлюзованную систему требуется для решения задач оперативного планирования, нормирования времени шлюзования или обоснования пропускной способности шлюзов. Достаточно давно определилось два основных пути решения такой задачи.

Первый путь основан на использовании теории массового обслуживания. В результате может быть получен аналитический метод для определения пропускной способности или иных параметров судопропуска. Другой путь использует имитационное моделирование и неразрывно связан с применением вычислительной техники.

В настоящее время в учебной и профессиональной литературе преобладают аналитические методы моделирования. Исследования в этом направлении проводились в работах Д.И. Волового, А.П. Ирхина, В.А. Падня, В.И. Савина, М.Б. Хейфеца уже в 60-х. В 70-е годы фундаментальный вклад в развитие аналитического направления внёс С.М. Пьяных. Им же были созданы методики для нормирования времени шлюзования и обоснования пропускной способности.

Имитационные модели шлюзования существовали в большей степени на бумаге. Вплоть до 90-х это связано с недостаточными возможностями вычислительной техники. Действительно, производительность доступных в этот период ЭВМ, например ЕС 1060 или Intel 286, не превышала 1 MIPS. Между тем для расчёта статистически значимого количества шлюзований (не менее 10 тыс.) требуется около 3 мин. на современном двухядерном процессоре с производительностью 6000 MIPS. То есть расчёт единственного варианта потребует более 100 ч машинного времени на старой вычислительной технике. При тогдашнем дефиците такого времени подобные расчёты были совершенно нереальными.

После 90-х разработка новых имитационных моделей шлюзования за единичными исключениями и вовсе прекратилась, что связано как с развалом советской научной системы, так и с уменьшением доли учебных дисциплин по математике и информатике в учебных программах по управленческим специальностям в транспортных вузах. Оживление исследований по имитационному моделированию в 2000-х годах в нашей стране не связано со специалистами по водному транспорту.

Аналитические методы моделирования шлюзования имеют серьёзные ограничения и недостатки, на которые мало обращают внимания в профессиональной и вовсе не упоминают в учебной литературе.

К этим недостаткам относятся: 1) предположение о показательном или эрланговском распределении для потока судов, 2) сугубая приблизительность учёта группового шлюзования, 3) сугубая приблизительность учёта очерёдности шлюзования, 4) невозможность учёта потоков судов разного типа со своим распределением. Всё это очевидно ведёт к значительным расхождениям с фактическими данными.

Однако даже в рамках допущений о виде распределений имеющиеся способы обладают значительной погрешностью. Примером может служить известная зависимость, полученная С.М. Пьяных для расчёта времени ожидания [1]. В её основе лежит

теоретическая зависимость для показательных потоков, для которой на случай потоков Эрланга построена аппроксимация.

Аппроксимации функции относительной длительности ожидания $\gamma = t_{ож} / t_{об}$ имеет вид:

$$\gamma = \beta \frac{n^{n-1} \psi^n [1 - \psi^m - m \psi^m (1 - \psi)]}{(1 - \psi) \left[n! (1 - \psi) \sum_{z=0}^{n-1} \frac{n^z \psi^z}{z!} + n^n \psi^n (1 - \psi^m) \right]}, \quad (1)$$

где ψ – коэффициент загрузки, n – число каналов, m – длина очереди. При этом предполагается, что входящий поток судов и поток обслуживания имеют показательное распределение, то есть их коэффициенты вариации $V_{вх}$ и $V_{об}$ равны единице, при $\beta = 1$. Коэффициент β необходим для учёта иных значений коэффициентов вариации. В работах С.М. Пьяных была выбрана некоторая аппроксимация для вычисления этого коэффициента, зависящая от $V_{вх}$ и $V_{об}$.

Для проверки этой зависимости (1) была построена имитационная модель. Как можно видеть из рисунка, данная аппроксимация обладает существенными ошибками.

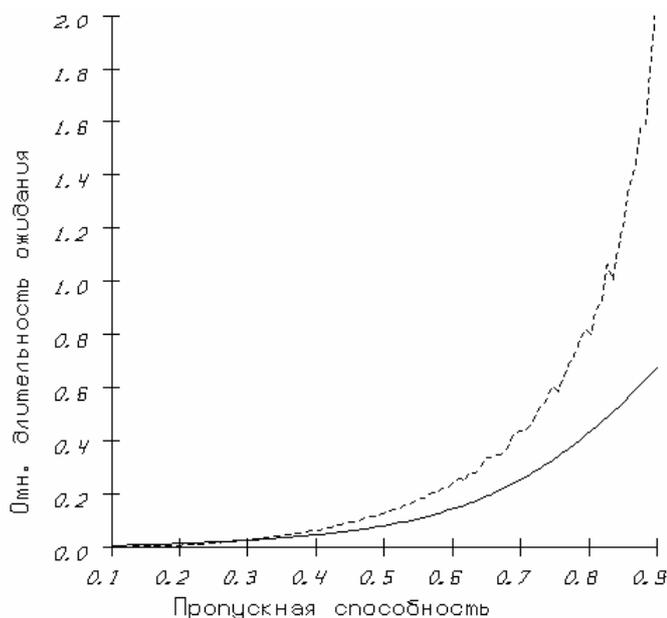


Рис. Относительная длительность ожидания для $n=1$ и $m=10$ $v=0,5$ для входящего потока и потока обслуживания Сплошная – аппроксимация С.М. Пьяных, пунктир – результат имитационного моделирования

Причиной расхождений мы полагаем неадекватность непрерывных рациональных выражений для величины γ действительному дискретно-непрерывному процессу обработки заявок, причём при переходе к распределениям, отличным от эрланговского, выражение (1) станет просто неприменимым.

Использование имитационного моделирования позволяет легко устранить перечисленные выше недостатки аналитических методов, а возможности вычислительной техники не препятствуют применению машинной имитации в практических задачах.

В настоящее время авторами на языке С в системе Linux реализована имитационная модель шлюзования, с помощью которой предполагается решение как исследовательских, так и практических задач, связанных с судопропуском. В частности, на её базе элементарно строится метод нормирования шлюзования. Задача оптимизации судопропуска требует дополнительных изысканий в подборе эмпирических правил регулирования, зависящих от ситуации.

Список литературы:

[1] Пьяных С.М. Исследование задач моделирования и нормирования движения и обслуживания судов / С.М. Пьяных // Труды / ГИИВТ. – Горький, 1975. – Вып. 146. – С. 9–69.

А.Ю. Платов
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОБОСНОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СОВРЕМЕННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СУДОВ

Первые работы по обоснованию новых судов внутреннего плавания с целью разработки сетки судов и плана обновления флота принадлежали Звонкову В.В. (1928 г.) и Союзову А.А. (1953 г.). Впоследствии созданию методов обоснования в нашей стране были посвящены работы Арсеньева С.П., Воронина В.Ф., Горбунова Ю.В., Пашина В.М., Пьяных С.М., Савина В.И., выполненные в период 50–80 гг. За последние десять лет вопросам обоснования новых речных судов было посвящено всего лишь несколько кандидатских диссертаций (Нестеров О.Л., Самсонов Р.И., Мирошнichenко С.К., Кочнев Ю.А.) и одна докторская (Сахновский Б.М.).

Существующие на сегодняшний момент методики обоснования технико-экономических параметров новых речных судов не отвечают в полной мере современным требованиям по следующим причинам. Во-первых, они отличаются примитивным характером моделирования пропульсивного комплекса, либо вообще отсутствием такого моделирования, что препятствует достоверному определению расходов на топливо, составляющих более 50% всех расходов. Во-вторых, эти методики не привязаны к существенным особенностям речных перевозок: переменным глубинам, скоростям течений, стеснённости фарватера, потерям времени на шлюзование и грузовые работы, которые значительным образом влияют на экономические показатели перевозок. Это обуславливает чрезвычайно грубые оценки параметров новых судов.

Потребность в уточнённом расчёте экономических параметров при заданных эксплуатационных характеристиках у судоходных компаний имеется. Это подтверждается опытом обоснования судов типа RSD44, построенных для ОАО «Волжское пароходство». Обоснование, выполненное проектантом – Морским Инженерным Бюро, оказалось недостаточным и очень грубым, что потребовало от заказчика проведения в 2009 г. дополнительных расчётов с выходом на величину расхода топлива.

Для подобных расчётов, позволяющих делать достоверный прогноз эксплуатационных расходов речного проектного судна в заданных условиях плавания, требуется метод расчёта винтовых и ограничительных характеристик. Подобные методы, предназначенные для практических нужд модели, появляются только с середины 80-х годов. Среди разработчиков таких моделей можно назвать Ф.М. Кацмана, В.А. Пискунова, А.Ю. Платова, В.И. Толшина, С. Bonivento, R. Izadi-Zamanabadi, H. Grimmelius, P.J. Schulten. Проблемой таких методов в свете расчётов проектного судна является