



УДК 656.62:330.4

**Платов Юрий Иванович**, профессор, д.т.н., профессор кафедры управления транспортом Волжский государственный университет водного транспорта 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

**Платов Александр Юрьевич**, доцент, д.т.н., заведующий кафедрой прикладной информатики и статистики Нижегородский архитектурно-строительный университет

### МЕТОД ОЦЕНКИ ПОГРЕШНОСТИ НОРМИРОВАНИЯ ХОДОВОГО ВРЕМЕНИ РЕЧНЫХ СУДОВ

*Аннотация.* В статье предлагается метод оценки погрешности вычисления ходового времени речного судна для оперативного и рейсового планирования. Метод основан на формуле сложения дисперсий независимых случайных величин. Возможность применения такой формулы следует не только из общетеоретических положений, но и может быть подтверждено известными эмпирическими оценками стандартного отклонения ходового времени.

*Ключевые слова:* время следования, стационарный режим движения судна, нормирование ходовой операции, опытно-статистические нормы, вариации времени следования, разгон и торможение судна, речные перевозки, погрешность нормирования ходового времени судов.

Нормирование времени следования речных судов было и остаётся одной из важных задач управления работой флота. Для решения этой задачи применялись и применяются как расчётные, так и статистические методы.

Широкое распространение в 60-80-е года статистических методов было обусловлено объективно, так как препятствием для применения расчётных методов в этот период была невысокая точность и большой объём ручных вычислений. Однако уже с середины 80-х стали разрабатываться более совершенные методы нормирования, ориентированные на применение ЭВМ [1]. Широкое распространение персональных ЭВМ в нашей стране во второй половине 90-х окончательно сделало возможным внедрение расчётных методов нормирования.

Преимуществом расчётных методов является не только возможность учёта изменения разнообразных параметров по судну или по водному пути, но и за счёт этого исключить значительную долю неопределённости, влияющую на  $\sigma_x$ .

Методы нормирования времени следования могут применяться и для текущего планирования работы флота, и для оперативного планирования или регулирования, а также для рейсового планирования. В последних двух случаях к погрешности нормирования предъявляются повышенные требования. Поэтому представляет практический интерес оценка ожидаемой погрешности определения времени следования грузового судна в конкретных условиях.

В работе [2] были предложена эмпирическая зависимость для оценки стандартного отклонения ходового времени  $\sigma_x$ :

*Материалы научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов*

$$\sigma_x = t_x \exp(-\sqrt[6]{3t_x}), \quad (1)$$

где  $t_x$  – время следования.

Как показал анализ, проведённый в [1], это отклонение может рассматриваться как отклонение совокупности независимых процессов движения на отдельных участках водного пути, которое вычисляется по известному выражению

$$\sigma_x = \sqrt{\sum \sigma_{xi}^2}, \quad (2)$$

где  $\sigma_{xi}$  – стандартное отклонение времени следования на  $i$ -м участке.

Это соображение позволяет предложить способ оценки погрешности для расчётного метода нормирования.

Пусть имеется алгоритм для расчёта времени следования судна с параметрами  $s_k$  при постоянных условиях плавания с параметрами  $u_m$ :

$$t_x = f(s_k, u_m). \quad (3)$$

В каждом конкретном случае можно оценить возможные колебания параметров  $s_k$  и  $u_m$ , причём для параметров судна эти колебания будут в основном определяться погрешностью измерения, а колебания параметров условий плавания будут оцениваться через пределы колебаний в данном районе и периоде плавания.

К этому нужно будет добавить погрешность самого алгоритма (3), который может быть оценён из сравнения натуральных испытаний и расчёта. Тогда стандартное отклонение расчёта времени следования конкретного судна при заданных условиях плавания может быть вычислено как

$$\sigma_x = \sigma_A + \sqrt{\sum \sigma_{sk}^2 + \sum \sigma_{um}^2}, \quad (3)$$

$\sigma_A$  – стандартное отклонение из-за погрешности алгоритма,  $\sigma_{sk}$  – стандартное отклонение  $k$ -го параметра судна,  $\sigma_{um}$  – стандартное отклонение  $m$ -го параметра водного пути.

При нормировании времени следования каждый водный путь разделяется на несколько участков с условно постоянными параметрами. Суммируя по правилу (2) стандартные отклонения (3), можно получить общее отклонение для всего рейса.

К полученному выражению нужно добавить погрешность, которая образуется из-за замены нестационарного движения стационарным. Оценку погрешности можно провести на основе упрощённого метода расчёта разгона и торможения [3].

Все принципиальные методики и алгоритмы для проведения указанных расчётов имеются. Для практической реализации остаётся провести отбор оцениваемых параметров и задать диапазоны изменений.

Описанный метод позволит не только оценивать среднюю ошибку вычисления ходового времени и учитывать её при рейсовом и оперативном планировании. На базе этого метода возможна разработка метода оперативного разделения водного пути на участки.

### Список литературы:

1. Платов А.Ю. Методы оперативного планирования работы речного грузового флота в современных условиях. Н. Новгород: ВГАВТ, 2009. - 155 с.
2. Пьяных. М. Элементы оптимизации оперативного управления работой флота. - Горький: Изд. ГИИВТа, 1970. - 150 с.
3. Павленко, В.Г. Элементы теории судовождения на внутренних водных путях. Ч 3. - М.: Транспорт, 1971. - 144 с.
4. Платов А.Ю., Платов Ю.И. Проблемы динамического нормирования ходового времени и расхода топлива речных грузовых судов / Фундаментальная наука и технологии -

## **METHOD FOR EVALUATING THE ERROR OF RATING THE MOVING TIME OF RIVER VESSELS**

Juri I. Platov, Alexander J. Platov

*Annotation. The article proposes a method for estimating the error in calculating the moving time of a river vessel for operational and voyage planning. The method is based on the addition law of variances of independent random variables. The possibility of applying this formula follows not only from general theoretical propositions, but can also be confirmed by well-known empirical estimates of the standard deviation of moving time.*

*Keywords: travel time, stationary mode of movement of the vessel, rationing of the moving operation, experimental-statistical norms, variations of the moving time, acceleration and braking of the vessel, river transport, error in the normalization of the moving time of ships.*