

# JOURNAL OF TRANSPORT



ISSUE 1, 2025 vol. 2

E-ISSN: 2181-2438

ISSN: 3060-5164



RESEARCH, INNOVATION, RESULTS



**TOSHKENT DAVLAT  
TRANSPORT UNIVERSITETI**

Tashkent state  
transport university



**JOURNAL OF TRANSPORT**

RESEARCH, INNOVATION, RESULTS

**E-ISSN: 2181-2438**

**ISSN: 3060-5164**

**VOLUME 2, ISSUE 1**

**MARCH, 2025**



[jot.tstu.uz](http://jot.tstu.uz)

# TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

## JOURNAL OF TRANSPORT

SCIENTIFIC-TECHNICAL AND SCIENTIFIC INNOVATION JOURNAL

VOLUME 2, ISSUE 1 MARCH, 2025

**EDITOR-IN-CHIEF**

**SAID S. SHAUMAROV**

*Professor, Doctor of Sciences in Technics, Tashkent State Transport University*

**Deputy Chief Editor**

**Miraziz M. Talipov**

*Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Tashkent State Transport University*

---

The "**Journal of Transport**" established by Tashkent State Transport University (TSTU), is a prestigious scientific-technical and innovation-focused publication aimed at disseminating cutting-edge research and applied studies in the field of transport and related disciplines. Located at Temiryo'Ichilar Street, 1, office 465, Tashkent, Uzbekistan (100167), the journal operates as a dynamic platform for both national and international academic and professional communities. Submissions and inquiries can be directed to the editorial office via email at [jot@tstu.uz](mailto:jot@tstu.uz).

The Journal of Transport showcases groundbreaking scientific and applied research conducted by transport-oriented universities, higher educational institutions, research centers, and institutes both within the Republic of Uzbekistan and globally. Recognized for its academic rigor, the journal is included in the prestigious list of scientific publications endorsed by the decree of the Presidium of the Higher Attestation Commission No. 353/3 dated April 6, 2024. This inclusion signifies its role as a vital repository for publishing primary scientific findings from doctoral dissertations, including Doctor of Philosophy (PhD) and Doctor of Science (DSc) candidates in the technical and economic sciences.

Published quarterly, the journal provides a broad spectrum of high-quality research articles across diverse areas, including but not limited to:

- Economics of Transport
- Transport Process Organization and Logistics
- Rolling Stock and Train Traction
- Research, Design, and Construction of Railways, Highways, and Airfields, including Technology
- Technosphere Safety
- Power Supply, Electric Rolling Stock, Automation and Telemechanics, Radio Engineering and Communications
- Technological Machinery and Equipment
- Geodesy and Geoinformatics
- Automotive Service
- Air Traffic Control and Aircraft Maintenance
- Traffic Organization
- Railway and Road Operations

The journal benefits from its official recognition under Certificate No. 1150 issued by the Information and Mass Communications Agency, functioning under the Administration of the President of the Republic of Uzbekistan. With its E-ISSN 2181-2438, ISSN 3060-5164 the publication upholds international standards of quality and accessibility.

Articles are published in Uzbek, Russian, and English, ensuring a wide-reaching audience and fostering cross-cultural academic exchange. As a beacon of academic excellence, the "Journal of Transport" continues to serve as a vital conduit for knowledge dissemination, collaboration, and innovation in the transport sector and related fields.

## Development of a probability distribution function for the timely delivery of aeronautical information

N.M. Turaeva<sup>1</sup><sup>a</sup>

<sup>1</sup>Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi, Tashkent, Uzbekistan

**Abstract:** Probability distribution is a law describing the range of values of a random variable and the corresponding probabilities of occurrence of these values. To find out with what probability the value of a random variable will be less than or greater than a certain number, the distribution function is used. This is the probability that a random variable will be less than or equal to an arbitrary value. Aeronautical information — information about aerodromes, airspace structure, radio frequencies, radio engineering support facilities necessary for planning and performing flights. Can be published in paper and electronic forms. The article provides the procedure for Developing a probability distribution function for timely delivery of aeronautical information.

**Keywords:** function, air navigation, algorithm, method, calculation, Laplace-Stieltjes transforms

## Разработка функции распределения вероятности своевременной доставки аэронавигационной информации

Тураева Н.М.<sup>1</sup><sup>a</sup>

<sup>1</sup>Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада аль-Хорезми, Ташкент, Узбекистан

**Аннотация:** Распределение вероятностей — это закон, описывающий область значений случайной величины и соответствующие вероятности появления этих значений. Чтобы узнать, с какой вероятностью значение случайной величины будет меньше или больше какого-то числа, используется функция распределения. Это вероятность, что случайная величина будет меньше или равна произвольному значению. Аэронавигационная информация — сведения об аэродромах, структуре воздушного пространства, радиочастотах, средствах радиотехнического обеспечения, необходимые для планирования и выполнения полётов. Может публиковаться в бумажном и электронном видах. В статье приведен порядок Разработка функции распределения вероятности своевременной доставки аэронавигационной информации.

**Ключевые слова:** функция, аэронавигация, алгоритм, метод, расчет, преобразования Лапласа-Стилтьеса

### 1. Введение

В качестве контролируемого параметра высокоскоростных телекоммуникационных сетей аэронавигационных систем определены среднее время и вероятность своевременной доставки сообщения (пакетов).

С целью определения моделей системы мониторинга и контроля телекоммуникационных сетей с беспriorитетным обслуживанием воспользуемся математическим аппаратом, основанным на вероятностной интерпретации преобразований Лапласа-Стилтьеса» [1; с.11-12] Сеть с беспriorитетным обслуживанием представляет собой сеть, в которой все данные обрабатываются без учета их важности или срочности.

### 2. Методика исследования

В высокоскоростных сетях протекают следующие «основные случайные процессы:

- процесс ожидания (характеризуется случайным временем  $t_o$ );
- процесс обслуживания (характеризуемый случайным временем  $t_c$ ).

Случайное время» [3; с.9] доставки  $t_{\sigma}$  может быть определено как сумма этих времен:

$$t_{\sigma} = t_o + t_c \quad (1)$$

На основании (2.4) можно построить модель, к которой возможно применение метода преобразования Лапласа-Стилтьеса. В силу мультипликативности преобразования Лапласа-Стилтьеса вероятность своевременной доставки сообщений (пакетов)  $Q(v)$

<sup>a</sup> <https://orcid.org/0000-0003-4586-7401>



определяется:

$$Q(v) = \omega(v) \cdot h(v), \quad (2)$$

«где  $\omega(v)$  - преобразование Лапласа-Стилтьеса функции распределения вероятности ожидания начала обслуживания сообщений (пакетов);

$h(v)$  - преобразование Лапласа-Стилтьеса функции распределения времени обслуживания» [3; с.9] сообщений (пакетов).

Вероятность своевременной доставки сообщений (пакетов) для последовательно соединенных двухполюсных высокоскоростных телекоммуникационных сетей определяется из следующего соотношения [4; с.18-79, 94; с.88-90]:

$$Q(v) = \prod_{j=1}^n \frac{e^{-v_j/\mu_{sj}} (1 - \lambda_j / \mu_{sj})}{1 - \frac{\lambda_j}{v_j} (1 - e^{-v_j/\mu_{sj}})}, \quad v_j > 0, \quad \mu_{sj} \geq \lambda_j,$$

$$\mu_{sj} \geq \mu_j K_{Гj}, \quad (3)$$

«где  $v_j$  - интенсивность старения сообщений (пакетов) j-го узла;

$$v_{sj} = v_j \left[ 1 + \frac{\mu_j K_{Гj} (1 - K_{Гj})}{v_j K_{Гj} + d_j} \right]$$

эксплуатационная интенсивность старения сообщений (пакетов) j-го узла.» [1; с.12]

Для случая, когда сетевые параметры одинаковы - вероятность своевременной доставки будет равна:

$$Q(v) = \left[ \frac{e^{-v/\mu_s} (1 - \lambda / \mu_s)}{1 - \frac{\lambda}{v} (1 - e^{-v/\mu_s})} \right]^n \quad (4)$$

На основании (3), получим выражение для расчета среднего времени доставки сообщений (пакетов) как первого начального момента  $Q(v)$ :

$$T_{дос} = -\frac{d}{dv} [Q(v)]_{v=0} = -\frac{d}{dv} \left[ \prod_{j=1}^n \frac{e^{-v_j/\mu_{sj}} (1 - \lambda_j / \mu_{sj})}{1 - \frac{\lambda_j}{v_j} (1 - e^{-v_j/\mu_{sj}})} \right]_{v=0} =$$

$$= \sum_{j=1}^n \frac{2\mu_{sj} - \lambda_j}{2\mu_{sj}(\mu_{sj} - \lambda_j)} \left( 1 + \frac{\mu_{sj}(1 - K_{Гj})}{d_j} \right) \quad (5)$$

Для случая, когда сетевые параметры одинаковы - среднее время доставки будет равно:

$$T_{дос} = n \left[ \frac{2\mu_s - \lambda}{2\mu_s(\mu_s - \lambda)} \left( 1 + \frac{\mu_s(1 - K_{Г})}{d} \right) \right] \quad (6)$$

В работе в «качестве контролируемого параметра транспортной сети выбрано время ожидания потока и сообщения (пакетов)» [2; с.14] и на основе приближенного метода (погрешность 5-10%), предложена функция распределения вероятности не превышения времени ожидания потоков:

$$W(t) = 1 - \frac{\lambda \cdot V}{C_s} e^{-\left(\frac{\lambda V}{C_s \cdot W_1}\right)t}, \quad (7)$$

где  $W_1$  - первый момент от  $\omega(s/\tau)$ ;

$\omega(s/\tau)$  - вероятность не превышения времени

ожидания начала обслуживания потоков и сообщений (пакетов).

В данной модели системы мониторинга и контроля (7) учитывается только время ожидания потока и сообщения (пакетов), однако не учитываются надежные (вероятностные) характеристики элементов и компонентов телекоммуникационных сетей, что является важным и актуальным при современном развитии «высокоскоростных сетей телекоммуникаций».

Для определения  $W_{PTD}(t)$  (функция распределения вероятности своевременной доставки, probability distribution functions for timely delivery) сообщений (пакетов) необходимо найти обратное преобразование от  $Q(v)$ . Применением приближенного метода получено соотношение» [1; с.14]:

$$W_{PTD}(t) = 1 - \frac{\lambda}{\mu_s} e^{-\left(\frac{\lambda}{\mu_s T_{дос}}\right)t} \quad (8)$$

«где  $T_{дос}$  - среднее время доставки сообщений (пакетов).

Приняв  $\mu_s = \frac{C_s \cdot K_{Г}}{V}$ , после преобразований получим модель системы мониторинга и контроля телекоммуникационных сетей с бесприоритетным обслуживанием:

$$W_{PTD}(t) = 1 - \frac{\lambda \cdot V}{C_s \cdot K_{Г}} e^{-\left(\frac{\lambda V}{C_s T_{дос} K_{Г}}\right)t} \quad (9)$$

На основании (9) разработан вычислительный алгоритм функции распределения вероятности своевременной доставки сообщений (пакетов) (рис.1)» [1; с.14]

При построении вычислительного алгоритма (рис.1), кроме заданных переменных, согласно модели (9), использованы дополнительные переменные:

$t_{нач}$  - начальное значение времени расчета;

$t_{кон}$  - конечное значение времени расчета;

$\Delta t$  - разность времени;

$t_{тек}$  - текущее значение времени расчета;

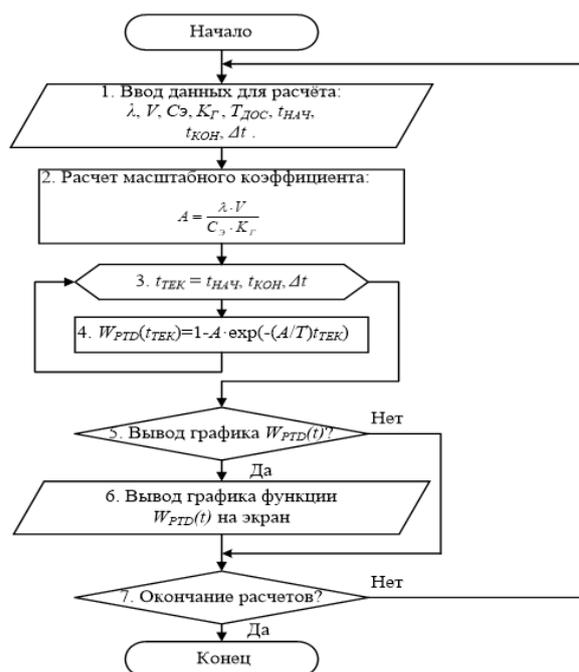
$$A = \frac{\lambda \cdot V}{C_s \cdot K_{Г}}$$

- масштабный коэффициент.

Алгоритм работает следующим образом.

Блок 1. Вводятся значения всех необходимых переменных, задаются начальное, конечное значения времени расчета, разность времени ( $\lambda$  - "интенсивность поступления потока и «сообщения (пакетов)»;  $V$  - объём потока и сообщения (пакетов);  $C_s$  - пропускная способность каналов, узлов и т.д.;  $K_{Г}$  - коэффициент готовности телекоммуникационных сетей;» [1; с.14]  $T_{дос}$  - среднее время доставки сообщений (пакетов);  $t_{нач}$  - начальное значение времени расчета;  $t_{кон}$  - конечное значение времени расчета;  $\Delta t$  - разность времени).





**Рис.1. Вычислительный алгоритм функции распределения вероятности своевременной доставки сообщений (пакетов)**

Блок 2. Выполняется расчет масштабного коэффициента.

Блок 3. Организация цикла от начального времени расчета ( $t_{нач}$ ) до конечного времени расчета ( $t_{кон}$ ) с приращением ( $\Delta t$ ).

Блок 4. Расчет значения функции распределения вероятности своевременной доставки сообщений (пакетов) при текущем значении времени ( $t_{тек}$ ). Определение следующего значения текущего времени расчета ( $t_{тек} = t_{нач} + \Delta t$ ). Если значение текущего времени расчета стало больше значения конечного времени расчета ( $t_{тек} > t_{кон}$ ), то происходит выход из цикла и переход к блоку 5, иначе переход к блоку 3, цикл продолжается.

Блок 5. Вывод графика функции распределения вероятности своевременной доставки сообщений (пакетов) на экран. Если график необходимо вывести – переход к блоку 6, иначе к блоку 7.

Блок 6. Вывод графика функции  $W_{РТD}(t)$  на экран.

Блок 7. Окончание проведения расчетов. Если необходимо продолжить расчеты, то происходит переход к блоку 1, иначе – окончание расчетов.

### 3. Результаты исследования

Таким образом, разработанная функция распределения вероятности своевременной доставки аэронавигационной информации включен в состав

вычислительного программного комплекса и позволяет учитывать надежность, пропускную способность каналов связи. Кроме этого, функция позволяет учесть интенсивность поступления потоков информации в ТС, нагрузка канала, скорость передачи информации, производительность узла и др.

### Использованная литература / References

[1] Арипов Ж.А. Автореферат диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам. Модели и алгоритмы обеспечения надежности высокоскоростных сетей передачи данных. Ташкент. 2024.

<https://api.ziyounet.uz/uploads/books/10000014/BS6nApfS Kj24MY7.pdf>

[2] А.Ф.Избосаров. Автореферат диссертационной работы на тему Методы повышения надежности транспортной телекоммуникационной сети (на примере Республики Узбекистан). 2019. А. Ф. Избосаров <http://diss.natlib.uz/ru-RU/ResearchWork/OnlineView/32024>

[3] Мурадова А.А. Автореферат диссертационной работы на тему Модели и алгоритмы исследования надежностных показателей мультисервисной сети связи Мурадова Алевтина Александровна 2019 <http://diss.natlib.uz/ru-RU/ResearchWork/OnlineView/44458>

[4] Н.М.Тураева, Г.Н.Шарипов, Д.Э.Эшмурадов. Вопросы повышения метрологической надежности средств измерений. Сборник научных трудов международной конференции «Состояние и тенденции развития стандартизации и технического регулирования в мире». Ташкент – 2022. С.178-184.

[5] Парсиев С.С. Оптимизация структуры сетей специального назначения по критерию среднего времени задержки // Агентство по интеллектуальной собственности Республики Узбекистан. Свидетельство № DGU 07981, 27.03.2020 г.

### Информация об авторах / Information about the authors

Тураева Насиба Свободный соискатель  
Мирхамидовна / Ташкентского университета  
Turayeva Nasiba информационных технологий  
Mirxamidovna имени Мухаммада аль-Хорезми,  
E-mail: [t.nasiba@gmail.com](mailto:t.nasiba@gmail.com)  
Tel: +998971558474  
<https://orcid.org/0000-0003-4586-7401>



<b><i>O. Turdiev, M. Rasulmuhamedov, A. Tukhtakhodjaev</i></b> <i>The intellectual approaches to data management in transport and freight operations</i> .....	5
<b><i>O. Turdiev</i></b> <i>Research of a stochastic optimizer based on a logical probability code converter</i> .....	9
<b><i>S. Boltaev, O. Muhiddinov, E. Joniqulov, B. Rakhmonov</i></b> <i>Analysis of centralized dispatch systems</i> .....	14
<b><i>K. Tashmetov</i></b> <i>Development of a traffic flow prediction and analysis model based on the Kolmogorov-Arnold Network (KAN) architecture</i> .....	20
<b><i>A. Obidjonov, A. Ibadullaev, A. Babaev, U. Chorshanbiev</i></b> <i>Modeling of fluid leakage processes from channels</i> .....	24
<b><i>Kh. Zukhridinov</i></b> <i>Possibilities of using the MPU 6050 sensor device in detecting weaknesses in railway installations</i> .....	29
<b><i>N. Turaeva</i></b> <i>Development of a probability distribution function for the timely delivery of aeronautical</i> .....	33
<b><i>D. Yuldoshev, A. Azizov</i></b> <i>Automated technologies in the production of the car body</i> .....	36
<b><i>Z. Mukhamedova, S. Akhmedov, S. Nematova, N. Otabaeva</i></b> <i>Determination of factors influencing the development of Uzbek-Chinese railway transport relations through correlation analysis</i> .....	41
<b><i>U. Kosimov, A. Novikov, G. Malysheva</i></b> <i>Investigation of the influence of tooling material and heat transfer method on the kinetics of the curing process of parts made of fiberglass plastics based on epoxy binder</i> .....	45