

Научная статья

УДК 656.073.7

JEL C18, C49, R49

DOI 10.25205/2542-0429-2024-24-4-181-189

Организация и обеспечение обменных процессов в сфере перевозок и перегрузочных работ

Ольга Александровна Туаршева

Государственный университет морского и речного флота
им. адмирала С. О. Макарова,
Санкт-Петербург, Россия

kaf_mnvt@gumrf.ru, olgatua@yandex.ru

Аннотация

При интенсивном пути развития постиндустриального общества в условиях высокой интенсивности обменных процессов на уровне предельных ограничений необходим поиск компромисса между организацией сложных систем и процессов и стихийной природой их неопределенности. В настоящее время научный интерес представляют существующие подходы к изучению обменных процессов, в том числе на основе статистической теории, и тенденции их развития. В данной работе приводится суть традиционной технологии получения наиболее распространенных законов распределения генеральной совокупности на примере их использования в сфере эксплуатации водного транспорта. Представлено исследование и оценка состояния этой технологии и ее особенностей, показывается неоднозначность используемой в ней схемы. Приводятся научные результаты в названной сфере с анализом их объективности, имеющихся в них условностей и неточностях, а также ценности для науки. Обозначены существующие проблемы путем обобщения, систематизации, сравнения, анализа, критики и оценки использования различных законов распределения в данной сфере. Описываются перспективы развития статистической теории в целях ее применения для описания обменных процессов. С ростом неудовлетворенности в использовании традиционной статистической теории для описания задач организованной сложности, как одной из фундаментальных проблем современных научных исследований, данные исследования могут служить основой выработки заказа для науки в области статистического анализа.

Ключевые слова

перевозки, перегрузочные работы, обменный процесс, генеральная совокупность, коммуникационная инфраструктура, статистическая традиция, декларативное решение, внутренняя организованность

Для цитирования

Туаршева О. А. Организация и обеспечение обменных процессов в сфере перевозок и перегрузочных работ // Мир экономики и управления. 2024. Т. 24, № 4. С. 181–189. DOI 10.25205/2542-0429-2024-24-4-181-189

© Туаршева О. А., 2024

Organization and Provision of Exchange Processes in the Field of Transportation and Transshipment

Olga A. Tuarsheva

Admiral Makarov Sate University of Maritime and Inland Shipping
Saint Petersburg, Russian Federation

olgatua@yandex.ru

Abstract

With the intensive path of development of a post-industrial society in conditions of high intensity of exchange processes at the level of extreme restrictions, it is necessary to find a compromise between the organization of complex systems and processes and the spontaneous nature of their uncertainty. Therefore, at present, existing approaches to the study of metabolic processes, including on the basis of statistical theory, and trends in their development are of scientific interest. This paper presents the essence of the traditional technology for obtaining the most common distribution laws of the general population by the example of their use in the field of water transport operation. A study and assessment of the state of this technology and its features are presented, and the ambiguity of the scheme used is shown. The scientific results in this field are presented with an analysis of their objectivity, the conventions and inaccuracies present in them, as well as their value to science. The existing problems are identified by generalizing, systematizing, comparing, analyzing, criticizing and evaluating the use of various distribution laws in this area. The prospects for the development of statistical theory in order to apply it to describe metabolic processes are described. With the growing dissatisfaction with the use of traditional statistical theory to describe problems of organized complexity, as one of the fundamental problems of modern scientific research, these studies can serve as the basis for developing an order for science in the field of statistical analysis.

Keywords

transportation, transshipment, exchange process, general population, communication infrastructure, statistical tradition, declarative solution, internal organization

For citation

Tuarsheva O. A. Organization and provision of exchange processes in the field of transportation and transshipment. *World of Economics and Management*, 2024, vol. 24, no. 4, pp. 181–189. (in Russ.) DOI 10.25205/2542-0429-2024-24-4-181-189

Предназначение любой транспортной сети, включая водную транспортную сеть, – это организация и обеспечение обменных процессов между компонентами и внешней средой сложной системы транспорта, обеспечение равновесия между потребностями и возможностями обменных процессов.

При изучении обменных процессов в сфере перевозок и стивидорных работ на основе статистической теории традиционно используется общая технология получения наиболее распространенных законов распределения генеральной совокупности. Суть этой технологии заключается в том, что сначала выдвигается ряд условий, которым они должны удовлетворять, затем выводится закон распределения генеральной совокупности, удовлетворяющий этим условиям. После этого проверяется соответствие наблюдаемой ограниченной выборки настроенному на нее по соответствующей технологии закону распределения генеральной совокупности. Легко убедиться, что такая схема неоднозначна.

Суть возникающих при этом проблем заключается в том, что при этом осуществляется попытка восстановить закон распределения неограниченной генеральной совокупности по ограниченной выборке. При научных исследованиях в сфере эксплуатации водного транспорта такая ситуация довольно часто.

Успешное же развитие технологии статистической традиции объясняется тем, что недостающая часть информации дополняется декларативно волей исследователя, за счет чего из бесчисленного множества возможных вариантов выбирается один, который удовлетворяет интуитивному представлению исследователя. В пространстве подобной неопределенности возможны различные волевые декларативные субъективные решения.

Формирование объективной оценки изучаемой проблематики, отражающей текущий уровень исследования и степень изученности вопроса, которая позволяет понять перспективы развития, осуществляется на основе методологии поиска, отбора, релевантности, обобщения, систематизации, сравнения, анализа, критики и оценки использования различных законов распределения в данной сфере.

Изучение обменных процессов в транспортных системах, в том числе в системе водного транспорта, на основе статистической теории оформилось как ряд самостоятельных направлений, включающих теорию очередей, теорию запасов, теорию массового обслуживания, теорию исследования операций, теорию надежности и другие.

Особенности транспортных систем, в том числе систем водного транспорта в сфере судоходства и стивидорных работ, изложены в многочисленных трудах (см., например, [1–4]).

В трудах специалистов транспортной отрасли стохастические потоки изучаются либо исходя из их внутренней организации с параметрической настройкой на конкретный процесс, либо исходя из их взаимодействия между собой в пунктах их формирования и обслуживания с возникновением очередей, запасов, отложенных работ, непроизводительных потерь времени.

При поиске распределений транспортных потоков (потоков судов, вагонов, автотранспорта) исследуются две важные взаимосвязанные характеристики этих потоков: плотность потока или его интенсивность, показывающая количество событий, реализованных в единицу времени, и интервал между этими событиями [5–7].

Рассмотрим несколько часто встречающихся в исследованиях примеров некоторых классических потоков без их взаимодействия, наиболее распространенные законы распределения генеральной совокупности [8].

Основополагающий *нормальный* закон распределения, занимающий центральное место в традиционной статистике, выражает распределение бесконечно большой суммы бесконечно малых независимых случайных величин. Считается, что нормальный закон хорошо описывает распределение массовых событий около среднего значения случайной величины, в полосу которой попадает 99 % всех событий генеральной совокупности.

В рамках традиционной статистики все исследования проводятся чаще в пределах линейных и квадратичных форм. Благодаря своим уникальным свойствам, именно для таких форм нормальный закон является асимптотическим пределом

для любой выборки из этих форм. Вследствие того, что нормальный закон является асимптотическим пределом для любой конечной выборки линейных и квадратичных форм для использования в изучении обменных процессов, он лежит в основе практически всех критериальных оценок в теории статистического вывода.

Но нормальный закон – это результат распределения бесконечно большого числа бесконечно малых событий. Поэтому для конечных совокупностей наблюдаемых событий он представляет собой теоретическую абстракцию. Она неплоха, если наблюдаемая совокупность событий велика, но сомнительна, если наблюдаемая совокупность мала. Часто именно к малым совокупностям на транспорте, в том числе водном, относятся аварии, катастрофы, катаклизмы, чрезвычайные ситуации, аварийные и предельные режимы работы.

Кроме того, все наблюдаемые события конечны, даже если очень малы, по причине чего они обладают внутренней организованностью, согласованностью и связанностью. Значит, принцип независимости бесконечно малых величин, из которых состоят наблюдаемые события, нарушается, и применение нормального закона как теоретической абстракции – проблематично.

Потоки, удовлетворяющие всем принципам распределения Пуассона, называются простейшими потоками.

Наличие полной совокупности исходных принципов в реальности, на основании которых выводится закон распределения Пуассона [9], – редкое явление.

Пуассоновские потоки описывают распределения довольно редких событий, что продиктовано принципом ординарности, запрещающим групповые проявления событий в количестве больше одного, хотя и на бесконечно малом интервале времени.

В некотором смысле этот закон распределения оказывается дополнительным к нормальному закону. В статистической традиции считают, что нормальный закон описывает распределение массовых событий, а пуассоновский закон – распределение редких событий. Из-за этой особенности пуассоновский закон хорошо описывает распределение редких выбросов за пределы границ допустимости. Его часто используют в том числе в сфере водного транспорта, при описании редких явлений, таких как отказы, катастрофы, катаклизмы, чрезвычайные нештатные редкие события и режимы. В транспортной практике пуассоновский закон представляет собой некий стандарт, описывающий движение неуправляемых потоков.

Так, при становлении технологии описания транспортных потоков на уровне неорганизованной сложности в 1950–1980 гг. пуассоновские потоки считались стандартом в описании случайных режимов движения судов, вагонов, груза, авиационного и автомобильного транспорта.

При рассмотрении некоторого случайного процесса или потока событий, такого, например, как поток судов по водной магистрали, и исследовании в этом процессе частоты выбросов за пределы установленной массовой штатной ситуации, часто оказывается, что эта частота подчиняется пуассоновскому закону распределения.

Примечателен новый результат, связанный с этим законом распределения, приведенный в работе В. Н. Трифанова [10], где представлено обобщение пуассоновского закона распределения, описывающее более редкие потоки событий

в предположении, что принцип ординарности распространяется на конечный интервал времени:

$$f(1) = \lambda T; f(k) = 0; \forall k > 1, f(0) = 1 - \lambda T, T > 0,$$

где λ – плотность (интенсивность) распределения событий; T – некоторый период; k – номер события.

По *экспоненциальному* закону распределены интервалы между событиями пуассоновского потока. В системах водного транспорта часто применяют этот закон для описания интервалов движения единиц транспорта (судов, вагонов, автомобильного транспорта) по транспортным маршрутам, путям, участкам, магистралям, например, для описания интервалов прибытия судов в порт или к шлюзу, интервалов прибытия смежных транспортных средств – вагонов или автотранспорта – в порт.

Этот же закон часто описывает время обслуживания транспортных единиц на различных операциях транспортных комплексов, например, время обслуживания судов на причалах порта или время шлюзования судов. При показательном законе распределения возможен бесконечно большой интервал между событиями пуассоновского потока. Это означает, что, возможно, пуассоновского потока вообще не будет, например, в порт в течение навигации не прибудет ни одно судно. То есть здесь сталкиваемся с издержками статистической традиции.

Потоки Эрланга более организованны, чем простейшие потоки. Степень их организованности растет с увеличением числа интервалов в их сумме. Число интервалов представляет собой параметр регуляризации неорганизованных случайных потоков.

Потоки Эрланга часто применяют для модельного представления частично организованных транспортных потоков, например, потоков судов при их прибытии в порты или к шлюзам, а также при их обслуживании в портах или в шлюзах.

Распределение хи-квадрат (χ-квадрат) играет важную роль в традиционной статистической методологии. Оно широко используется, когда рассматриваются ограниченные выборочные статистики как функции наилучшего модельного приближения к наблюдаемым потокам событий. Наблюдаемая выборка проверяется на соответствие принятому параметрическому закону распределения генеральной совокупности.

t-распределение Стьюдента широко используется в статистических проверках. Это распределение лежит в основе множества процедур статистического анализа в науке и технике [11].

Приведенный выше структурированный обзор позволяет понять, какие достижения являются ключевыми на сегодняшний день, в чем заключаются отдельные спорные моменты.

В случае использования традиционной статистики при изучении обменных процессов на транспорте внутренняя организованность потока декларируется, исходя из той или иной априорно заданной модельной статистической схемы. Далее на ее основе выводится параметрический закон распределения плотности потока событий или интервала между ними, исходя из парадигмы генеральной совокуп-

ности. Обзор показал, что возникающие в разных транспортных системах и средах обменные потоки, во многом подобные друг другу, отличаются друг от друга только параметрической настройкой на конкретные особенности и возможности систем и окружающей среды.

Таким образом, систематизация законов распределения генеральной совокупности, используемых в исследованиях обменных процессов, их комплексный анализ позволили выявить *методологическую проблематику*, а также имеющиеся *пробелы и ограничения* в данной научной области, требующие дальнейшего изучения.

В связи с накоплением названных проблем и выявлением пробелов, с ростом неудовлетворенности в использовании традиционной статистической теории для описания *задач организованной сложности* возникла насущная необходимость в новом подходе, в дальнейшем развитии статистической теории. Решение *задач организованной сложности* – одна из фундаментальных проблем современных научных исследований, где ищется компромисс между организацией сложных систем и процессов и стихийной природой неопределенности.

Транспортные потоки (потоки флота, железнодорожных вагонов, автотранспорта) как часть обменных потоков организованы в нормальных условиях таким образом, чтобы обеспечить гомеостатическое равновесие между потребностями и возможностями обменных процессов в сложной организованной системе при ее взаимодействии с внешней окружающей средой. Особенность обменных потоков и характер обменных процессов на транспорте определяются конкретными свойствами структурной организации сложной системы и ее окружающей среды [12].

Новый подход предоставляет возможность нового конструктивного решения проблемы законов распределения наблюдаемых потоков событий без отрыва от физических принципов их организованности. Такую возможность дает имеющийся альтернативный вариант статистического анализа, основанный на статистических инвариантах [13–16]. С решением обозначенных задач и выстраиванием дальнейшей исследовательской деятельности связана разработка новых наукоемких технологий с позиций нового научного направления – инвариантной статистики.

Согласно названному направлению в науке для выхода из образовавшегося теоретического тупика в развитии статистической теории и для того, чтобы остаться на объективных позициях при организации и обеспечении обменных процессов на транспорте, следует отказаться от декларации генеральной совокупности с заданным законом распределения и с параметрической настройкой по наблюдаемым данным и пользоваться только тем, что реально существует, т. е. ограниченной выборкой. Наблюдённые данные несут в себе всю информацию об их внутренней организованности; требуется проявить эту внутреннюю, скрытую от наблюдателя организованность данных и использовать ее для анализа источников, генерирующих эти данные, и управления ими.

Статистические инварианты, на которых основан альтернативный вариант статистического анализа, не зависят от числа независимых наблюдений в совокупности данных, они вычисляются по наблюдаемой совокупности и закладываются в основу генерации дискретного и ограниченного спектра этой совокупности. За-

коны распределения в этом случае не задаются, но получаются в процессе анализа. Резонансный спектр распределения наблюдаемого потока событий в судоходстве и стивидорной деятельности по его резонансным точкам замещения представляет собой «индивидуальный портрет» этого потока событий.

В методе статистических инвариантов (методе моментов и замещающих точек) система замыкается без принятия гипотезы генеральной совокупности в пределах наблюдаемой ограниченной выборки. В рамках этой гипотезы закон распределения наблюдаемого потока событий однозначно восстанавливается. По совокупности статистических инвариантов он имеет наилучшую настройку на наблюдаемую выборку в режиме самоорганизации.

Таким образом, каждая статистическая выборка имеет свой, присущий только ей закон равновесного распределения событий. Закон распределения в этом случае представляет собой «паспортную характеристику», отличающую одну конкретную выборку от всех других.

Таким образом, выявленные проблемы в области статистического анализа становятся актуальными и дают заказ для науки. Новое научное направление предоставляет для будущих исследователей возможность конструктивного подхода к решению проблемы законов распределения наблюдаемых потоков событий.

Список литературы

1. **Белый О. В., Кокаев О. Г., Попов С. А.** Архитектура и методология транспортных систем. СПб.: Элмор, 2002. 256 с.
2. **Конвей Р. В., Максвелл В. Л., Миллер Л.** Теория расписаний. М.: Наука, 1977. 360 с.
3. **Легостаев В. А.** Анализ хозяйственной деятельности речного транспорта. М.: Транспорт, 1976. 256 с.
4. **Сиротский В. Ф., Трифанов В. Н.** Эксплуатация портов (организация и управление): учебник для вузов водного транспорта. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1984. 311 с.
5. **Трифанов В. Н., Попов С. А.** Самоорганизация в коммуникационных средах // Сб. избр. тр. IV Междунар. конгресса РАН. 2006. С. 16–25.
6. **Туаршева О. А.** Изучение согласованности ритмов потока прибывающих судов и потока обслуживания судов // Транспортное дело России. 2018. № 6 (139). С. 291–292.
7. **Туаршева О. А.** Структура режимов транспортных коммуникационных сред // Транспортное дело России. 2019. № 5 (144). С. 157–159.
8. **Хастингс Н., Пикок Дж.** Справочник по статистическим распределениям / пер. с англ. М.: Статистика, 1980. 95 с.
9. **Вентцель Е. С.** Исследование операций. М.: Советское радио, 1972. 203 с.
10. **Трифанов В. Н.** Стохастический анализ стационарных режимов накопления грузовых и транспортных потоков в порту // Механизация и оборудование портов: сб. тр. ЛИВТа. Л.: ЛИВТ, 1972. Вып. 136. С. 16–27.
11. **Джонсон Н., Лион Ф.** Статистика и планирование эксперимента в технике и науке: методы обработки данных: в 2 т. М.: Мир, 1980. 610 с.

12. **Туаршева О. А.** Физическая и реальная пропускная способность порта (причала) как логистического центра // Логистика: современные тенденции развития: материалы XVII Междунар. науч.-практ. конф. СПб.: ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова, 2018. С. 154–157.
13. **Туаршева О. А.** Альтернативный вариант статистического анализа потоков событий // Транспортное дело России. 2018. № 6 (139). С. 307–308.
14. **Туаршева О. А.** Особенности коммуникационных сред // Материалы нац. ежегодной науч.-практ. конф. профессорско-преподавательского состава ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова»: сб. науч. ст. СПб.: ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова, 2019 г. С. 194–199.
15. **Туаршева О. А.** Теория очередей на водном транспорте для потоков общей природы // Транспортное дело России. 2023. № 4 (167). С. 151–155.
16. **Туаршева О. А.** Управление очередью судов и регулирование очередности их обслуживания в портах и на шлюзах каналов // Транспортное дело России. 2023. № 4 (167). С. 166–170.

References

1. **Bely O. V., Kokaev O. G., Popov S. A.** Architecture and methodology of transport systems. St. Petersburg: Elmore, 2002, 256 p. (in Russ.)
2. **Conway R. V., Maxwell V. L., Miller L.** Theory of schedules. Moscow, Nauka publ., 1977, 360 p. (in Russ.)
3. **Legostaev V. A.** Analysis of the economic activity of the river transport. Moscow, Transport publ., 1976, 256 p. (in Russ.)
4. **Sirotsky V. F., Trifanov V. N.** Port operation (organization and management). Textbook for universities of water transport. 3rd ed., reprint. and additional. Moscow, Transport publ., 1984, 311 p. (in Russ.)
5. **Trifanov V. N., Popov S. A.** Self-organization in communication environments. *Collection of selected works of the IV International Congress of the Russian Academy of Sciences*, 2006, pp. 16–25. (in Russ.)
6. **Tuarsheva O. A.** Studying the consistency of rhythms of the flow of incoming ships and the flow of ship maintenance. *Transport business of Russia*, 2018, № 6(139), pp. 291–292. (in Russ.)
7. **Tuarsheva O. A.** Structure of modes of transport communication media. *Transport business of Russia*, 2019, № 5(144), pp. 157–159.
8. **Hastings N., Peacock J.** Handbook of statistical distributions / Translated from English. Moscow, Statistics publ., 1980, 95 p. (in Russ.)
9. **Wentzel E. S.** Operations research. Moscow, Soviet Radio, 1972, 203 p. (in Russ.)
10. **Trifanov V. N.** Stochastic analysis of stationary modes of accumulation of cargo and transport flows in the port. *In the collection "Mechanization and equipment of ports". LIVT's Works*, Leningrad, LIVT, 1972, vol. 136, pp. 16–27. (in Russ.)
11. **Johnson N., Lyon F.** Statistics and experimental planning in engineering and science: methods of data processing. Moscow, Mir publ., 1980. In 2 vol. 610 p. (in Russ.)

12. **Tuarsheva O. A.** Physical and real capacity of the port (berth) as a logistics center. *Proceedings of the XVII International Scientific and Practical Conference. In the collection Logistics: modern development trends*. St. Petersburg, GUMRF named after Adm. S. O. Makarov, 2018, pp. 154–157. (in Russ.)
13. **Tuarsheva O. A.** Alternative version of statistical analysis of event flows. *Transport business of Russia*, 2018, № 6 (139), pp. 307–308. (in Russ.)
14. **Tuarsheva O. A.** Features of communication media. *Materials of the national annual scientific and practical conference of the faculty of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “GUMRF named after Admiral S.O. Ma-karov”*; *Collection of scientific articles*: St. Petersburg: GUMRF named after Admiral S.O. Makarova, 2019, pp. 194–199. (in Russ.)
15. **Tuarsheva O. A.** Theory of queues on water transport for streams of general nature. *Transport business of Russia*, 2023, № 4 (167), pp. 151–155. (in Russ.)
16. **Tuarsheva O. A.** Ship queue management and regulation of the frequency of their service in ports and at canal locks. *Transport business of Russia*, 2023, № 4 (167), pp. 166–170. (in Russ.)

Сведения об авторе

Туаршева Ольга Александровна, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры экономики и технологий бизнес-менеджмента на водном транспорте Государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова

Information about the Author

Olga A. Tuarsheva, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor Professor of the Department of Economics and Technologies of Business Management in Water Transport Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping, Saint Petersburg, Russian Federation

*Статья поступила в редакцию 08.10.2024;
одобрена после рецензирования 20.11.2024; принята к публикации 20.11.2024*

*The article was submitted 08.10.2024;
approved after reviewing 20.11.2024; accepted for publication 20.11.2024*