

SIMULATION MODELING OF THE SYSTEM OF RELATIONS BETWEEN THE PARTICIPANTS OF THE TRANSPORT AND LOGISTICS PROCESS AT THE SEA CARGO TERMINAL

M. A. Shapovalova^{1,2}, A. D. Semenov¹

¹ — Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping,
St. Petersburg, Russian Federation

² — V. B. Bobkov St. Petersburg Branch of the Russian Customs Academy,
St. Petersburg, Russian Federation

In order to analyze the effectiveness of interaction of the cargo terminal operator with customs authorities and participants in foreign economic activity, a four-sector model of the network diagram of the interaction stages between participants in the transport and logistics process at the sea cargo terminal is presented in the paper; the model allows visualizing and controlling the process of aggregated relationships during cargo operations and the provision of customs services in the area of seaports activity. Calculations of works time parameters are performed on the basis of a four-sector model, in which the event is divided into four sectors, where the number of the event is indicated on the top, the early start of work is indicated on the left, the late end of work is marked in the right sector, and the number of the initial event of the previous work is indicated in the lower sector, according to which the critical path passes. At the same time, simulation modeling of the system of relations between the participants in the transport and logistics process at the sea cargo terminal is carried out. When modeling by the Monte Carlo method, a set of parametric values presented in the form of a probability distribution is used. It is noted that the operations performed in the simulation are subject to the normal distribution law, since a large number of participants are involved in the transport and logistics system. The results of the algorithm operation are presented in the form of a data array, which is a sequence of works performed during the interaction of participants in the transport and logistics process at the sea cargo terminal. One of the methods for modeling randomly distributed variables is the Box-Muller generation method. The use of the Box-Muller method in the work makes it possible to apply the fundamental law of probability transformation to obtain two independent normal variables that have a standard normal distribution. Thus, the chosen method gives a set of random numbers that have a normal distribution with zero mean and unit standard deviation. The results of simulation modeling allow us to conclude that the aggregated system of relationship between participants in the transport and logistics process, which uses the technology of preliminary declaration in order to make a decision on the early placement of goods in the inspection zone, is effective.

Keywords: interaction, transport and logistics process, seaport, simulation, cargo terminal operator, customs authorities.

For citation:

Shapovalova, Maria A., and Anton D. Semenov. "Simulation modeling of the system of relations between the participants of the transport and logistics process at the sea cargo terminal." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 14.3 (2022): 336–345. DOI: 10.21821/2309-5180-2022-14-3-336-345.

УДК 656.071.35, 656.073.51

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ УЧАСТНИКОВ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА НА МОРСКОМ ГРУЗОВОМ ТЕРМИНАЛЕ

М. А. Шаповалова^{1,2}, А. Д. Семенов¹

¹ — ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова»,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

² — Санкт-Петербургский филиал Российской таможенной академии,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

В работе в целях проведения анализа эффективности взаимодействия оператора морского грузового терминала с таможенными органами и участниками внешнеэкономической деятельности приведена четырехсекторная модель сетевого графика этапов взаимодействия участников транспортно-логистического процесса, позволяющая визуально представить и проконтролировать процесс агрегированных взаимоотношений в процессе проведения грузовых операций и предоставления таможенных услуг в зоне деятельности морских портов. Выполнены расчеты временных параметров работ на базе четырехсекторной модели, в которой событие разделено на четыре сектора, где сверху указан номер события, слева — раннее начало работы, в правом секторе отмечено позднее окончание работы, в нижнем — номер начального события предшествующей работы, с которой совпадает критический путь. Выполнено имитационное моделирование системы взаимоотношений участников транспортно-логистического процесса на морском грузовом терминале. В процессе моделирования методом Монте-Карло использован набор параметрических значений, представленный в виде распределения вероятностей. Отмечается, что выполняемые операции в имитационном моделировании подчиняются нормальному закону распределения, поскольку в транспортно-логистической системе задействовано большое количество участников. Приводятся результаты работы алгоритма в виде массива данных, представляющего собой последовательность работ, выполняемых при взаимодействии участников транспортно-логистического процесса на морском грузовом терминале. Одним из методов моделирования случайно распределенных величин является метод генераций Бокса — Мюллера. Использование в работе данного метода позволяет применить фундаментальный закон преобразования вероятностей для получения двух независимых нормальных переменных, имеющих стандартное нормальное распределение. Таким образом, выбранный метод дает набор случайных чисел, имеющих нормальное распределение с нулевым средним и единичным стандартным отклонением. Результаты имитационного моделирования позволяют сделать вывод о том, что разработанная модель сетевого графика этапов взаимодействия участников транспортно-логистического процесса на морском грузовом терминале агрегированной схемы их взаимоотношений, в которой используется технология предварительного декларирования в целях принятия решения о досрочном размещении грузов в досмотровой зоне, является эффективной.

Ключевые слова: взаимодействие, транспортно-логистический процесс, морской порт, имитационное моделирование, оператор грузового терминала, таможенные органы.

Для цитирования:

Шаповалова М. А. Имитационное моделирование системы взаимоотношений участников транспортно-логистического процесса на морском грузовом терминале / М. А. Шаповалова, А. Д. Семенов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2022. — Т. 14. — № 3. — С. 336–345. DOI: 10.21821/2309-5180-2022-14-3-336-345.

Введение (Introduction)

Актуальность развития сферы таможенных услуг и терминального обслуживания на приграничной территории, особенно в зоне деятельности морских портов, вызвана ростом международного товарооборота и потребления импортных товаров. Правительством Российской Федерации активно внедряются и реализовываются стратегии по развитию транспортной отрасли в условиях формирования высокого транспортного потенциала и содействию благоприятным условиям для развития внешнеэкономической деятельности за счет таможенных инструментов, а также внедрению информационно-технологических инноваций, направленных на сокращение времени терминального обслуживания и совершения таможенных операций.

В предлагаемом научном исследовании предложен метод Монте-Карло, позволяющий выполнить анализ любой стохастической модели. В работе использовано моделирование системы взаимоотношений участников транспортно-логистического процесса, агрегированной с таможенными технологиями на грузовом терминале, методом Монте-Карло. При моделировании данным методом неопределенные входные данные в модели представлены с использованием диапазонов возможных значений, известных как распределения вероятностей [1], [2]. При использовании распределения вероятностей переменные могут иметь неодинаковую вероятность наступления различных исходов. В данном случае теоретически обоснованным является механизм повышения эффективности системы таможенных услуг в зоне деятельности оператора грузового терминала, предусматривающий построение сетевой модели механизма предоставления таможенных услуг в морском порту с учетом технологических особенностей внутрипортовых грузовых операций, а также разработку концептуальной модели технологического процесса предоставления таможенных услуг в зоне

деятельности морского порта. При моделировании методом Монте-Карло неопределенные входные данные в модели представлены с использованием диапазонов возможных значений, известных как распределения вероятностей. При использовании различных распределений вероятностей переменные могут иметь разную вероятность наступления исходов [3].

Методы и материалы (Methods and Materials)

Построение сетевой модели основано на агрегированной модели взаимоотношений в процессе грузовых операций и предоставлении таможенных услуг в зоне деятельности морских портов, разработанной авторами. Графический метод оценки временных параметров сетевой агрегированной модели представлен ориентированным графом, представленным на рис. 1. Качество сетевой модели и оперативность управления процессами напрямую зависят от правильно установленной продолжительности выполнения мероприятий. Продолжительность работ задана временными параметрами с учетом нормативно-правовых актов, технологических карт выполнения грузовых операций на терминалах, а также экспертных данных объемов работ с заданными показателями производительности исполнителей. Длина критического пути равна раннему сроку наступления завершающего события 48: $T_{кр} = t_p(48) = 188,55$ ч.

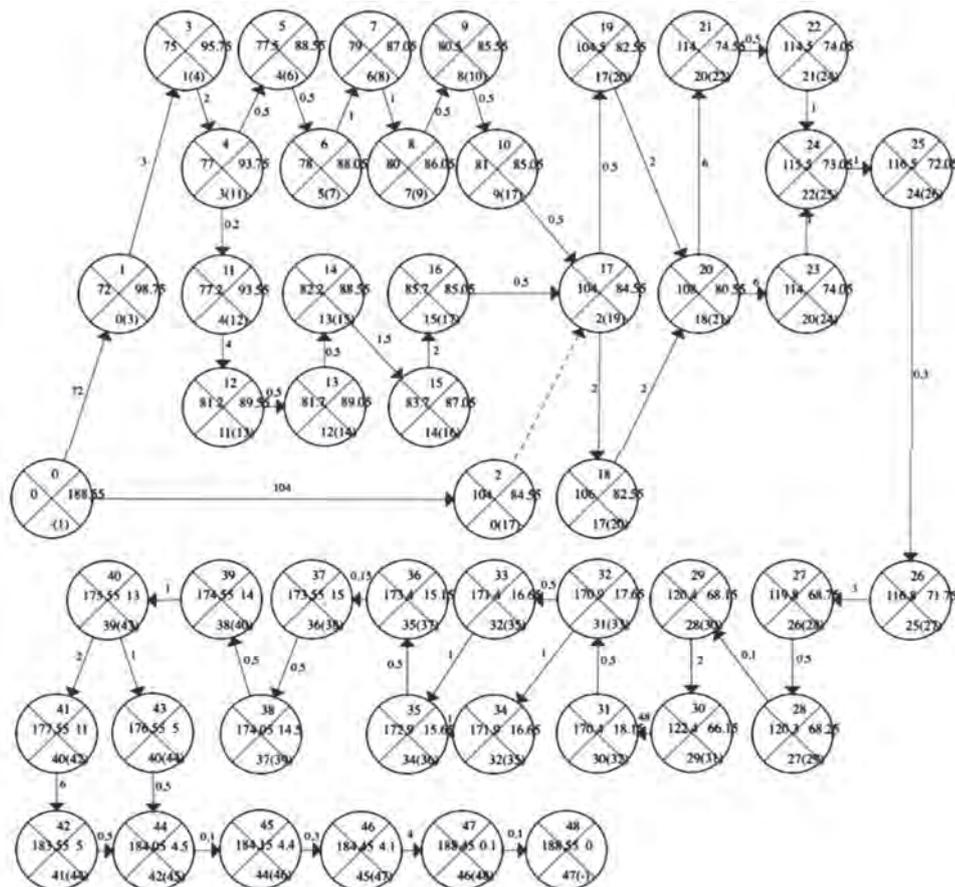


Рис. 1. Четырехсекторная сетевая агрегированная модель взаимоотношений при проведении грузовых операций и предоставлении таможенных услуг в зоне деятельности морских портов

Для всех событий последовательно определено наступление ранних сроков и окончания работ сетевого графика. Каждое событие графика является одновременно конечным событием для одних мероприятий и начальным для других [4], [5]. Последовательность работ сетевой модели, основанной на агрегированной модели взаимоотношений при грузовых операциях и предоставлении таможенных услуг в зоне деятельности морских портов приведена в следующей таблице.

**Последовательность работ сетевой модели, основанной на агрегированной модели
 в зоне деятельности морских портов**

Начальное событие	Название работы	Начальное событие	Название работы
1	Получение коммерческих документов от грузовладельца	26	Передача грузовой декларации на склад временного хранения
2	Перевозка контейнерезированных товарных партий морским судном	27	Формирование ДО-1 в таможенный орган
3	Внесение информации по электронным копиям коносаментов и инвойсов, необходимой для морского перевозчика	28	Уведомление получателей о прибытия грузов на терминал грузового оператора
4	Подача предварительной таможенной декларации	29	Подтверждение морскому перевозчику своих прав на распоряжение товарных партий путем оформления и согласования доверенности от стороны коносаментанта
5	Формирование пакета документов на судно (ПДС) до прибытия	30	Получение документов (копий коносаментов, разрядок) у морского перевозчика
6	Подача предварительных грузовых ведомостей о прибытии судна оператору грузового терминала	31	Проведение досмотра товаров, подлежащих таможенному, санитарно-карантинному, фитосанитарному и ветеринарному контролю, предоставление и проверка оригиналов документов, подтверждающих запреты и ограничения
7	Формирование грузового плана выгрузки судна	32	Под руководством производителя работ по требованию таможенки производят вскрытие пломб и 10-ти, 50-ти, 100 %-й досмотр
8	Уведомление администрации порта о прибытии судна	33	Регистрация проведения досмотра у тальмана / сменного мастера
9	Принятие решения о выгрузке товаров на грузовой терминал	34	Оформление тальманской расписки по окончании досмотровых операций
10	Принятие решения об иных видах государственного контроля	35	Оформление акта таможенного досмотра
11	Проверка и регистрация предварительной декларации	36	Принятие решения о выпуске товаров
12	Проверка соблюдения условий для выпуска товаров и наличия рисков	37	Выпуск товаров
13	Информирование декларанта о мерах по минимизации рисков (досмотр)	38	Вывоз контейнера из зоны досмотрового комплекса и помещение его на временное хранение
14	Передача сведений о проведении досмотра в досмотровый отдел	39	Извещение диспетчера грузового терминала о сдаче контейнера на временное хранение
15	Регистрация и распределение поручений на проведение таможенного досмотра	40	Формирование визита в информационной системе оператора грузового терминала на вывоз контейнера для автомобильного транспорта и на выезд с территории грузового терминала
16	Принятие заявок на помещение контейнеров в досмотровую площадку	41	Запрос релиза у морского перевозчика
17	Постановка судна к месту выгрузки груза на терминале грузового оператора	42	Подача транспортное средство для вывоза груза
18	Работа комиссия на борту морского судна	43	Оформление товаротранспортных накладных
19	Передача документов при бескомиссионном оформлении судна таможенным органам в целях помещения товаров на СВХ	44	Погрузка контейнера на автотранспорт

20	Оформление судового дела	45	Проведение таможенного контроля делящихся и радиоактивных материалов
21	Производство грузовых работ по выгрузке контейнерезированных товарных партий	46	Составление листа задержания при превышении радиационного фона
22	Выгрузка контейнерезированных товарных партий на досмотровую площадку	47	Предоставление экспертного заключения
23	Осуществление контроля состояния контейнерных партий по визуальному осмотру	48	Вывоз контейнера с территории порта
24	Оформление ведомости приема импортного груза по результатам выгрузки		

Общее описание модели. Методы сетевого моделирования, использованные для расчета времени выполнения процесса, не учитывают возможные отклонения во времени выполнения различных операций [6]. Вместе с тем время выполнения каждой операции является случайной величиной. Вариации времени выполнения отдельных операций могут привести к значительному отклонению времени выполнения всего процесса от среднего.

Для анализа эффективности предлагаемой схемы выполнения процесса необходимо оценить распределение времени его выполнения с учетом случайного характера времени выполнения отдельных операций. Распределение вероятности времени выполнения отдельной операции может быть эмпирическим или теоретическим. Поскольку в описываемом процессе участвует большое количество компаний, собрать достоверную выборку по каждой операции практически невозможно. В связи с этим в данной работе принимается, что время выполнения каждой операции распределено по нормальному закону распределения.

Нормальное распределение представляет собой непрерывную функцию распределения, полностью определяемую средним значением и дисперсией распределения [7]. График нормального распределения включает в середине наиболее вероятные значения, имеет выраженную симметрию и описывает многие явления и процессы. Функция плотности вероятности гауссовой случайной величины имеет два параметра: μ — математическое ожидание и σ — среднее квадратичное отклонение, интерпретируемые как среднее и стандартное отклонение соответственно. Параметр σ^2 называется *дисперсией*.

Нормальным называется такой закон распределения случайной величины, плотность вероятностей которого задается формулой

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}, \quad (1)$$

где x — случайная величина;

μ — математическое ожидание;

σ — среднее квадратическое отклонение [8].

Плотность распределения вероятности нормального закона приведена на рис. 2.

Для оценки распределения вероятности времени выполнения процесса используется следующий обобщенный порядок действий:

- с помощью алгоритма обхода графа находятся все возможные пути на сетевой модели;
- для каждого возможного пути перебирают все его операции и генерируют для них время выполнения;
- находят путь с максимальным временем выполнения.

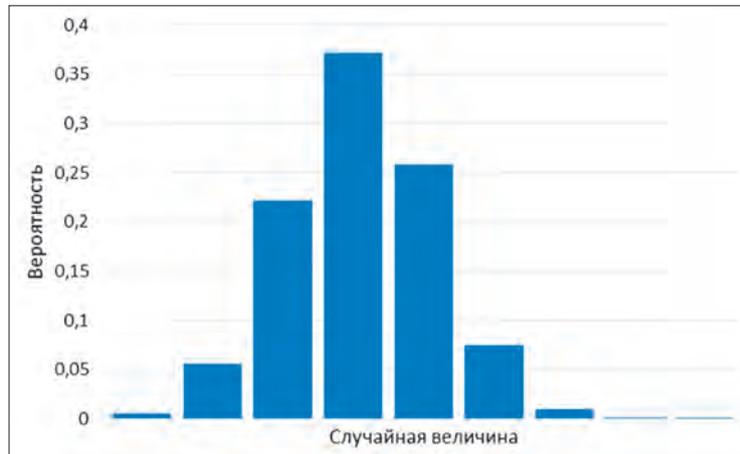


Рис. 2. Гистограмма плотности распределения вероятности времени выполнения операции

Для поиска всех возможных путей сетевой модели используется алгоритм обхода графа в глубину:

```
# на вход программе подается матрица смежности вида [[0,1,0], [0,0,1]]
# - matrix
# результатом работы программы является последовательность путей графа
# - ways
def find_routes(matrix, last_point_name):
    #1. создаем массив путей
    ways = []
    last_point = []
    #2. итерируем по элементам массива
    #находим начальные пути в первой строке
    for j in range(len(matrix[0])):
        if matrix[0][j] == 1:
            ways.append(str(0) + "-" + str(j))
            last_point.append(j)
    #подсчитываем контрольную сумму для выхода из цикла
    sum1 = 0
    for k in range(len(last_point)):
        sum1 += last_point[k]
    #3. итерируем по начальным точкам, пока не будут достигнуты конечные
    while sum1 < len(last_point) * last_point_name:
        for k in range(len(last_point)):
            #итерируем по их строкам
            control = 0
            point = last_point[k]
            #если точка не является конечной
            if point != last_point_name:
                #итерируем по элементам строки
                for i in range(len(matrix[point])):
                    #если элемент матрицы равен единице
                    if matrix[point][i] == 1:
                        if control == 0:
                            #если это первый элемент
```

```

#добавляем точку в путь
ways[k] += "-" + str(i)
control = 1
last_point[k] = i
else:
#если это не первый элемент
#добавляем еще один путь
var = ways[k].split("-")
r = ""
for u in range(len(var)-1):
    r += var[u] + "-"
r += str(i)
ways.append(r)
last_point.append(i)

#подсчитываем контрольную сумму для выхода из цикла
sum1 = 0
for k in range(len(last_point)):
    sum1 += last_point[k]
#возвращаем список путей
return ways

```

Примечание. Функция «len» возвращает длину массива; функция «gen_time» генерирует время выполнения операций.

Графическая реализация алгоритма приведена на рис. 3. Результатом работы рассматриваемого алгоритма является массив, каждый элемент которого представляет собой последовательность работ, входящих в этот путь (например, «1–2–8–10»).

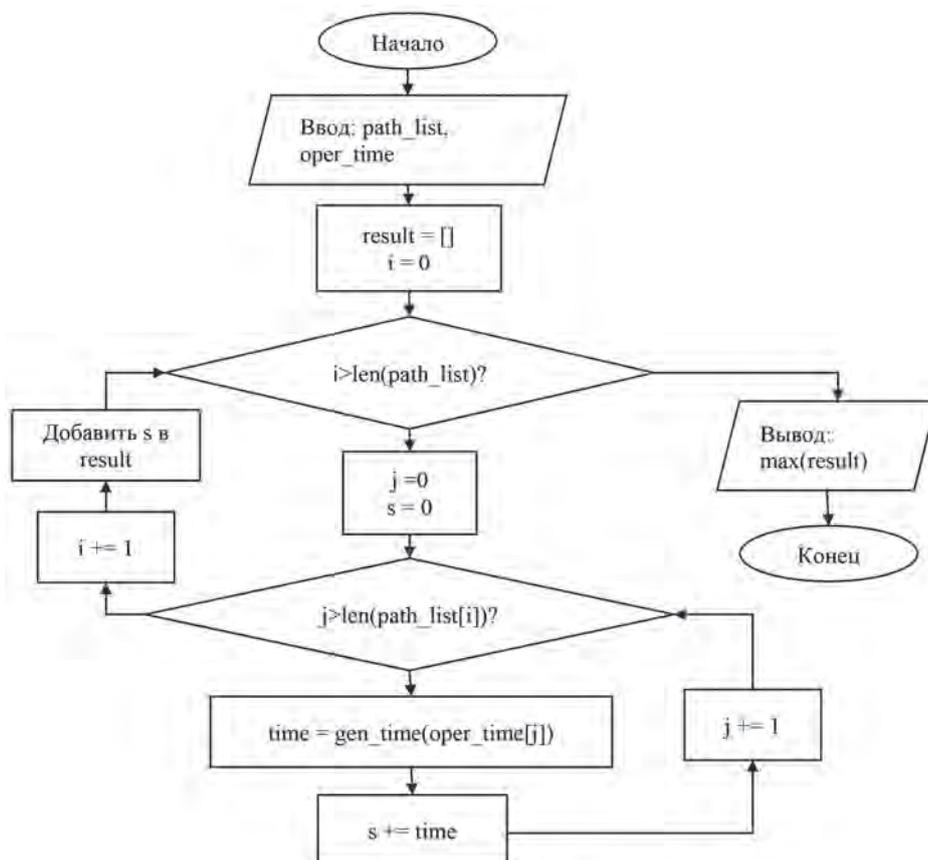


Рис. 3. Алгоритм расчета времени выполнения процесса

Один эксперимент подразумевает генерацию времени выполнения всего процесса, для генерации времени которого исползуется приведенная последовательность действий: рассматриваются все возможные пути и в каждом из них все работы, для каждой из которых генерируется время ее выполнения, которое прибавляется к суммарному времени выполнения процесса и затем результат добавляется в массив [9]. После того как выполнен расчет, находится критический путь, т. е. такой, время выполнения которого является максимальным. Время выполнения процесса принимается равным времени выполнения этого пути:

$$T = \max([t_i]) e^{\frac{1}{2} \left(\frac{x-\mu}{\sigma} \right)^2}, \quad (2)$$

где $[t_i]$ — массив времен выполнения путей графа.

Одним из способов моделирования случайно распределенных величин является метод генераций Бокса – Мюллера, который использует фундаментальный закон преобразования вероятностей для преобразования двумерного непрерывного равномерного распределения (равномерно и независимо распределенного между 0 и 1) для получения двух независимых нормальных переменных. Таким образом, метод дает набор случайных чисел, имеющих нормальное распределение с нулевым средним и единичным стандартным отклонением.

В рассматриваемом методе выходные числа нормального распределения представляют координаты на двумерной плоскости. Величина соответствующего вектора получается путем преобразования однородного случайного числа; затем случайная фаза генерируется путем масштабирования второго однородного случайного числа на 2π . Далее выполняются проекции на координатные оси для получения гауссовых чисел. В методе Бокса – Мюллера случайная величина, распределенная по нормальному закону, может быть сгенерирована с помощью следующего уравнения:

$$z = \cos(2\pi\phi) \sqrt{-2 \ln r}, \quad (3)$$

где ϕ, r — независимые случайные величины, равномерно распределенные на интервале $(0,1]$ [10].

Моделирование предлагаемой схемы выполнения операций показало, что среднее время выполнения операций в таком случае составляет 226 ч, среднее квадратическое отклонение — 12 ч. Гистограммы плотности и интегральной функции вероятности представлены на рис. 4.

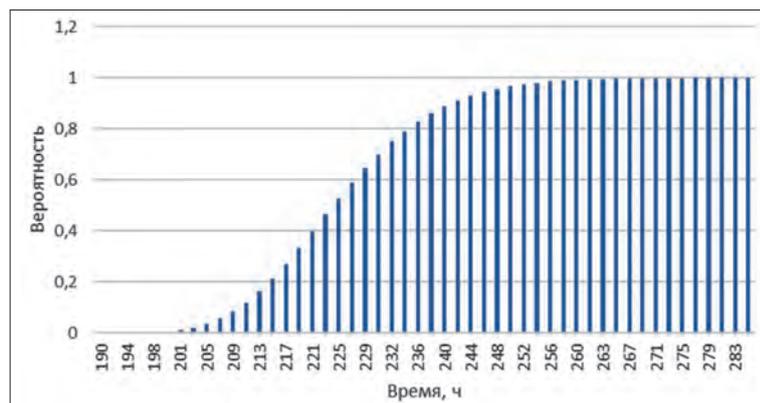


Рис. 4. Результат вычислительного эксперимента: гистограмма распределения интегральной функции вероятности времени выполнения процесса

При этом наиболее часто критическим путем была следующая последовательность работ: 0–2–17–18–20–21–22–24–25–26–27–28–29–30–31–32–34–35–36–37–38–39–40–41–42–44–45–46–47–48.

Выводы (Summary)

На основе выполненного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Проведено моделирование агрегированной системы взаимоотношений участников транспортно-логистического процесса, результаты которого показывают, что среднее время

выполнения операций при внедрении таможенной технологии предварительного декларирования составляет 226 ч.

2. Разработанная модель учитывает время выполнения операций таможенными органами, оператором грузового терминала и участниками внешнеэкономической деятельности, принимая во внимание регламентированные нормы на выполнение таможенных операций и территориальные особенности расположения инфраструктурных объектов на территории грузовых терминалов.

3. Предложена блок-схема для расчета времени выполнения процесса взаимодействия оператора грузового терминала с таможенными и иными контролирующими органами с учетом специфических особенностей деятельности участников системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецов А. Л. Оценка времени доставки в сложных цепях поставки с помощью моделирования / А. Л. Кузнецов, А. В. Кириченко, А. Д. Семенов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2021. — Т. 13. — № 3. — С. 372–383. DOI: 10.21821/2309-5180-2021-13-3-372-383.

2. Изотов О. А. Оценка требуемых технологических ресурсов путем статистического моделирования / О. А. Изотов, А. В. Гульятев // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2018. — Т. 10. — № 3. — С. 497–506. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-3-497-50.

3. Кельберт М. Я. Вероятность и статистика в примерах и задачах / М. Я. Кельберт, Ю. М. Сухов. — М.: МЦНМО, 2010. — Т. II: Марковские цепи как отправная точка теории случайных процессов и их приложения. — 295 с.

4. Шаповалова М. А. Сетевое моделирование системы таможенных услуг, предоставляемых в морских портах / М. А. Шаповалова, П. Н. Афонин // Экономические отношения. — 2019. — Т. 9. — № 2. — С. 647–660. DOI: 10.18334/eo.9.2.40679.

5. Кузнецов А. Л. Матричный метод поиска путей на взвешенных ориентированных графах в задачах сетевого планирования при проектировании и эксплуатации морских портов / А. Л. Кузнецов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2020. — №2 (60). — С. 230–238. DOI: 10.21821/2309-5180-2020-12-2-230-238.

6. Янченко А. А. Разработка модели исследования влияния зонирования контейнерного терминала на эффективность его работы / А. А. Янченко, Т. Е. Маликова, И. Н. Вольнов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2017. — Т. 9. — № 4. — С. 704–713. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-4-704-713.

7. Дьяконова М. Д. Оценка времени выполнения послерейсовых операций сотрудниками судовладельца методами имитационного моделирования / М. Д. Дьяконова, А. Д. Семенов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2020. — №5(63). — С. 884–893. DOI: 10.21821/2309-5180-2020-12-5-884-893.

8. Демидова Л. А. Принятие решений в условиях неопределенности / Л. А. Демидова, В. В. Кираковский, А. Н. Пылькин. — М.: Горячая линия — Телеком, 2012. — 290 с.

9. Бондарева И. О. Комплексный анализ рисков грузового порта на основе логико-вероятностного и имитационного моделирования / И. О. Бондарева // Известия Юго-Западного государственного университета. — 2020. — Т. 24. — № 4. — С. 91–106. DOI: 10.21869/2223-1560-2020-24-4-91-106.

10. Кузнецов А. Л. Имитационное моделирование сетевых технологических процессов грузообработки в морских портах / А. Л. Кузнецов, А. В. Кириченко, А. Д. Семенов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2020. — №3 (61). — С. 526–536. DOI: 10.21821/2309-5180-2020-12-3-526-536.

REFERENCES

1. Kuznetsov, Aleksandr L., Aleksandr V. Kirichenko, and Anton D. Semenov. "Evaluating lead-time in complex supply chains by simulation technique." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 13.3 (2021): 372–383. DOI: 10.21821/2309-5180-2021-13-3-372-383.

2. Izotov, Oleg A., and Alexander V. Gulyaev. "Assessment of required technological resources by statistical simulation." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 10.3 (2018): 497–506. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-3-497-506.
3. Kel'bert, M. Ya., and Yu. M. Sukhov. *Veroyatnost' i statistika v primerakh i zadachakh*. Vol. II. M.: MTsNMO, 2010.
4. Shapovalova, M. A., and P. N. Afonin. "Network modeling of customs services provided in sea ports." *Ekonomicheskie otnosheniya* 9.2 (2019): 647–660. DOI: 10.18334/eo.9.2.40679.
5. Kuznetsov, Aleksandr L. "Matrix method for finding the paths on weighted oriented graphs in the tasks of port net operational planning." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 12.2 (2020): 230–238. DOI: 10.21821/2309-5180-2020-12-2-230-238.
6. Yanchenko, Anna A., Tatiana E. Malikova, and Igor N. Volnov. "Developing the model for study of terminal zoning impact on its operating efficiency." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 9.4 (2017): 704–713. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-4-704-713.
7. Diakonova, Mariia D., and Anton D. Semenov. "Evaluation of post-voyage operations duration by the ship-owner's employees using simulation modelling methods." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 12.5 (2020): 884–893. DOI: 10.21821/2309-5180-2020-12-5-884-893.
8. Demidova, L. A., V. V. Kirakovskii, and A. N. Pyl'kin. *Prinyatie reshenii v usloviyakh neopredelennosti*. M.: Goryachaya liniya — Telekom, 2012.
9. Bondareva, Irina O. "Comprehensive risk analysis of a cargo port based on logic-probabilistic and simulation modeling." *Proceedings of the Southwest State University* 24.4 (2020): 91–106. DOI: 10.21869/2223-1560-2020-24-4-91-106.
10. Kuznetsov, Aleksandr L., Aleksandr V. Kirichenko, and Anton D. Semenov. "Simulation modelling for network technological processes of seaports cargo handling." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 12.3 (2020): 526–536. DOI: 10.21821/2309-5180-2020-12-3-526-536.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Шаповалова Мария Андреевна — кандидат технических наук
 ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова»
 198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург, ул. Двинская, 5/7
 Санкт-Петербургский имени В. Б. Бобкова филиал Российской таможенной академии
 190000, Российская Федерация, Санкт-Петербург, ул. Софийская, 52
 e-mail: mciveleva@mail.ru, kaf_uts@gumrf.ru
Семенов Антон Денисович — аспирант
Научный руководитель:
 Кузнецов Александр Львович — доктор технических наук, профессор
 ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова»
 198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург, ул. Двинская, 5/7
 e-mail: asemyonov054@gmail.com, kaf_pgt@gumrf.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Shapovalova, Maria A. — PhD
 Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping
 5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg, 198035, Russian Federation
 V. B. Bobkov St. Petersburg Branch of the Russian Customs Academy
 52 Sofiyskaya Str., St. Petersburg, 190000, Russian Federation
 e-mail: mciveleva@mail.ru, kaf_uts@gumrf.ru
Semenov, Anton D. — Postgraduate Supervisor:
 Kuznetsov, Aleksandr L. — Dr. of Technical Sciences, professor
 Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping
 5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg, 198035, Russian Federation
 e-mail: asemyonov054@gmail.com, kaf_pgt@gumrf.ru

Статья поступила в редакцию 13 апреля 2022 г.
 Received: April 13, 2022.