

EVALUATION OF POST-VOYAGE OPERATIONS DURATION BY THE SHIPOWNER'S EMPLOYEES USING SIMULATION MODELLING METHODS

M. D. Diakonova, A. D. Semenov

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

The procedures performed in the shipping company after the completion of the voyage are discussed in the paper. In order to structure and formalize the process, the logic of this operation, network model of its implementation and some temporal characteristics of the operations are considered. The main feature of the process is the high level of uncertainty and variation in the operations duration. This is concerned with necessity to resolve the conflict among transportation process participants in the case of payment issues. In order to evaluate the probability distribution of the process duration, the Monte-Carlo method is applied. The chosen probability distributions of operations duration are defined. The simulation results have shown that most of the time the process can be completed in a short time. At the same time, a large variation in the implementation time of individual works leads to significant delays in the implementation of the investigated operations. An approach to the evaluation of operations time distribution is also considered. The approach suggests that the operation is considered as the number of small actions which are implemented by the process participants. It is proved that in this case the laboriousness of data collection and evaluation of probability distribution is much lower.

Keywords: network planning, simulation modelling, Monte-Carlo method, shipping company, tanker, demurrage, freight, digitalization, commercial activity, operational research.

For citation:

Diakonova, Mariia D., and Anton D. Semenov. "Evaluation of post-voyage operations duration by the shipowner'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.

УДК 656.09

ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ ВЫПОЛНЕНИЯ ПОСЛЕРЕЙСОВЫХ ОПЕРАЦИЙ СОТРУДНИКАМИ СУДОВЛАДЕЛЬЦА МЕТОДАМИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

М. Д. Дьяконова, А. Д. Семенов

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

В данной работе рассмотрены процедуры, выполняемые в судоходной компании после завершения рейса. Для структуризации и формализации изучаемого процесса показан алгоритм его осуществления, построена сетевая модель выполнения операций, а также приводятся временные характеристики отдельных работ. Особенностью проанализированных операций является высокая неопределенность продолжительности работ, что связано с необходимостью разрешения конфликтов по взаиморасчетам между участниками перевозки. Для оценки распределения времени выполнения всего процесса используется моделирование операций компании методом Монте-Карло. В работе использованы различные законы распределения случайных величин, позволившие получить более достоверные данные о времени выполнения всей работы. Результаты моделирования показывают, что в большинстве случаев послерейсовые операции, включающие подведение финансовых и правовых итогов рейса, могут быть завершены в короткие сроки. В то же время большая вариативность времени выполнения отдельных работ приводит к значительным задержкам исполнения исследуемых операций. Рассмотрен подход к оценке распределения времени выполнения операции, который предполагает разделение одной операции на совокупность действий, которые

выполняют соответствующие сотрудники компании. Доказано, что такое разделение позволит снизить трудоемкость сбора информации и выбора распределения времени выполнения отдельных работ.

Ключевые слова: сетевое планирование, имитационное моделирование, метод Монте-Карло, судоходная компания, танкер, демаредж, фрахтование, цифровизация, коммерческая работа, исследование операций.

Для цитирования:

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. — Т. 12. — № 5. — С. 884–893. DOI: 10.21821/2309-5180-2020-12-5-884-893.

Введение (Introduction)

Использование цифровых технологий в различных отраслях экономики как в России, так и за рубежом приводит к появлению различных информационных и коммуникационных систем, предназначенных для решения комплекса задач в рамках какого-либо проекта [1]–[3]. Для создания эффективно работающих цифровых платформ применительно к работе в транспортной отрасли необходимо предварительно выполнить подробное описание работ, выполняемых при перевозке грузов. Такое описание используется в качестве технического задания для разработчиков информационных платформ.

Одним из ключевых участников процесса морской перевозки является судовладелец. Вместе с тем особенности коммерческой работы и выполнения отдельных операций подобных компаний делают их наиболее сложными для изучения. Именно поэтому в данной работе рассматриваются процессы, осуществляемые в судовладельческих компаниях. В основе предлагаемого исследования принимаются данные, полученные в процессе опроса сотрудников отечественной компании, владеющей танкерным флотом смешанного плавания.

В общем случае, весь комплекс мероприятий при перевозке грузов водным транспортом состоит из четырех блоков:

- 1) фрахтование судна;
- 2) часть рейса от момента передачи согласованных условий сделки в отдел эксплуатации флота и до момента убытия судна из порта погрузки;
- 3) часть рейса от момента убытия судна из порта погрузки до момента убытия судна из порта выгрузки;
- 4) подведение финансовых и правовых итогов рейса.

Подготовительным этапом перевозки водным транспортом является *процесс согласования и заключения условий контракта между судовладельцем и фрахтователем* [4]. Основная часть работ приходится на процесс транспортировки грузов, включающий обработку судна в порту, а также перемещение груза между портами погрузки и выгрузки. Заключительным этапом является работа по урегулированию всех взаиморасчетов между контрагентами, включая разрешение споров по претензиям, с последующим закрытием паспорта сделки в бухгалтерии. Процесс выполнения работ четвертого блока обычно скрыт для большинства участников перевозки, поэтому в научной литературе данный процесс не рассматривается с достаточной для разработки информационных систем точностью, основное внимание уделяется процессу перевозки [5]–[7]. В то же время оперативность решения послерейсовых задач оказывает существенное влияние на коммерческую деятельность судовладельческой компании. Это связано с высокой степенью неопределенности времени выполнения данных операций, так как вследствие конфликта интересов на стадии закрытия сделки зачастую существенно увеличивается время выполнения операций и, соответственно, появляется необходимость привлечения дополнительных затрат на судебные разбирательства, а также дополнительных человеческих ресурсов, которые позволят компании заниматься не только оперативной работой, но и разрешением конфликтов с клиентами.

Целью данной работы является формализация процедуры завершения рейса с коммерческой точки зрения, а также оценка распределения времени ее выполнения.

Для графического оформления процессов, выполняемых в исследуемом блоке работ, используется метод сетевого моделирования, где выполненное событие на схеме обозначается в виде круга, а работа — в виде стрелки [8], [9]. Особенностью сетевого моделирования является то, что именно работы требуют временных, технологических и человеческих затрат, в то время как события являются связующими звеньями между работами [10], [11].

Для оценки распределения времени выполнения работ используется метод Монте-Карло, поскольку, как отмечалось ранее, время выполнения отдельных операций в рассматриваемом блоке является случайной величиной [12], [13]. Суть данного метода заключается в моделировании большого числа статистических данных на основании принятых законов распределения случайных величин.

Методы и материалы (Methods and Materials)

Для создания сетевого графика вначале необходимо построить матрицу событий, где будет представлена последовательность событий, наступающих при подведении финансовых и правовых итогов рейса, а также определить время выполнения отдельных работ и выбрать распределения случайных величин. На практике процесс завершения рейса, с коммерческой точки зрения, осуществляется следующим образом. Процедура запускается после убытия судна из порта выгрузки. Для экипажа судна рейс считается завершенным, и все внимание концентрируется на новом рейсовом задании. Однако для офиса компании судовладельца и фрахтователя остается еще ряд работ, необходимых для своевременного исполнения. Первый вопрос, который всегда возникает после завершения рейса — это закрытие балансов по дисбурсментскому счету между судовладельцем и агентом в порту погрузки / выгрузки. Дисбурсментским счетом называют счет на обязательные портовые сборы, а также дополнительные работы, такие как снабжение, смена экипажа и другие работы, которые могут заказывать уполномоченные сотрудники судовладельческой компании в соответствии с регламентом.

Дисбурсментский счет бывает предварительным (PDA) и финальным (FDA). PDA обычно выставляется судовладельцу агентом перед тем, как судно зашло в порт. В соответствии с этим счетом судовладелец вносит предоплату в согласованном с агентом процентном соотношении (вплоть до 100 %). После убытия судна из порта агент формирует FDA, подкрепляя каждую статью затрат соответствующими счетами и квитанциями от портовых и прочих задействованных структур. Предполагается, что сумма PDA рассчитывается максимально точно и в идеальном случае полностью сходится с суммой FDA, так как за основу расчета принимаются официальные ставки портовых структур. Однако на практике такое встречается крайне редко. Как правило, сумма FDA отличается от суммы PDA в меньшую или большую сторону. В результате образуются суммы, требующие погашения. Скорость выставления FDA судовладельцу зависит от нескольких факторов: оперативности получения счетов от портовых структур; работы бухгалтерии агента; информации о том, в чью пользу и в каком размере образовалась оставшаяся сумма FDA к оплате. В среднем для закрытия предварительных дисбурсментских счетов финальными агенту требуется в среднем 14–30 сут., но в зависимости от указанных факторов FDA может присылаться быстрее либо с задержкой до 90 сут. с момента убытия судна из порта. После того как FDA получен судовладельцем, проводится тщательная проверка всех статей затрат и комплекта подтверждающих документов. Затем документы передаются в бухгалтерию, производятся соответствующие взаиморасчеты между судовладельцем и агентами, после чего данная задача считается выполненной.

Кроме работы с дисбурсментским счетом после завершения рейса также часто встречаются случаи урегулирования различных претензий, которые условно можно разделить на несколько видов, а именно:

- претензии по демереджу (и / или диспатчу, детеншену);
- претензии по недостатке и прочим штрафным санкциям со стороны фрахтователя;

– закрытие всевозможных возмещений (например, по бункеру, за таможенный транзит и другие виды в соответствии с условиями чартера).

Рассмотрим каждый вид более подробно. Обычно при эксплуатации танкерного флота применяется только демередж, поэтому процессы разрешения споров по диспатчу и детеншену здесь не рассматриваются, хотя имеют похожую схему выполнения. На основании условий чартера после завершения рейса оператор судна выполняет расчет контрсталийного времени. Если операции в порту погрузки / выгрузки были выполнены полностью в рамках стальной времени, т. е. контрсталийного времени не возникает, и сумма демереджа равна нулю, то претензия фрахтователю не выставляется, и данная задача считается решенной. Если судно по каким-либо причинам вышло на контрсталийное время, которое оценивается по ставке демереджа, то возникает некая сумма, подлежащая согласованию между сторонами чартера с последующей оплатой. Данный процесс длится в течение некоторого времени (в худшем случае растягивается на год и более). Тем не менее встречаются ситуации, когда весь процесс: от момента расчета суммы демереджа оператором судна до поступления денежных средств на счет судовладельца, занимает всего неделю.

Аналогичным образом решаются вопросы по возмещениям в рамках контракта. В случае, если имеют место возмещения по бункеру, затраченному, например, на подогрев груза в процессе перехода между портами, то оператором судна выполняется расчет понесенных затрат и далее сумма согласовывается с фрахтователем с последующей оплатой. Как правило, время урегулирования таких возмещений не занимает больше месяца. Возмещения иных расходов по дисбурментскому счету, расходам за транзит и другие процедуры выставляются фрахтователю в рамках контракта и подкрепляются подтверждающими документами.

Претензии по недостатке обычно направляются со стороны фрахтователя судовладельцу. Ведением таких претензий занимается страховой клуб (P&I) судовладельца. При этом время составления претензий и их обработка страховым клубом могут сильно варьироваться. Если со стороны судовладельца соблюден регламент оформления грузовых документов после выгрузки, то, как правило, такие претензии после согласования оплачиваются страховым клубом, при этом судовладелец несет только часть расходов по франшизе.

Для получения денежных средств судовладельцем (в частности, фрахт, возмещения по демереджу) казначей судовладельца направляет в банк копию действующего договора и таким образом открывает паспорт сделки. Срок действия договора контролируется казначеем и при необходимости юридически продлевается до тех пор, пока на счет компании не поступят все денежные средства по возмещениям. После того как все денежные средства по договору считаются полученными, паспорт сделки в банке закрывается. Оплата штрафных санкций судовладельцем осуществляется в соответствии с полученными счетами, и открытый паспорт сделки для этого не требуется. Поэтому рейс можно считать полностью завершённым после того, как судовладелец не только получит все возмещения, но и закроет свою часть взаиморасчетов с контрагентами в рамках договора по данному рейсу.

Логика выполнения работ, осуществляемых после завершения рейса судном вплоть до завершения судовладельцем всех взаиморасчетов между контрагентами, задействованными в перевозке, может быть описана в виде последовательности событий, приведенных в табл. 1.

Таблица 1

**Основные параметры сетевой модели
 подведения финансовых и правовых итогов рейса**

Описание события	Код начальной работы <i>i</i>	Продолжительность работы, сут.			Код конечной работы <i>j</i>
		min	mid	max	
Судно убыло из порта выгрузки	68	1; 1; 1	14; 14; 14	89; 90; 90	69,73, 74
Начало урегулирования претензий и возмещений	69	1; 3; 1	3;14; 3	7; 365; 7	70,76, 79
Демередж рассчитан, документы собраны	70	1	20	365	71

Окончание табл. 1

Демередж согласован сторонами	71	1	3	45	72
Закрыты взаиморасчеты по демереджу	72	1	14	30	82
Получен финальный дисбурсментский счет из порта погрузки	73	1	14	89	75
Получен финальный дисбурсментский счет из порта выгрузки	74	1	14	90	75
Вопросы по финальным дисбурсментским счетам согласованы	75	1	14	90	83
Получена претензия от фрахтователя по недостатке / прочим штрафным санкциям	76	1	3	7	77
Претензия передана в Р&I	77	7	30	365	78
Сумма претензии согласована	78	1	3	7	83
Перевыставление судовладельцем расходов по бункеру/ подогреву/дисбурсментскому счету и прочее согласно условиям договора	79	1	14	365	80
Сумма возмещения согласована	80	1	3	45	81
Закрыты взаиморасчеты по возмещениям	81	1	14	30	82
Паспорт сделки закрыт	82	1	14	90	83
Закрыты все взаиморасчеты между контрагентами в рамках данного рейса	83	–	–	–	–

Представленные в табл. 1 события позволяют построить сетевой график выполнения исследуемого комплекса работ (рис. 1).

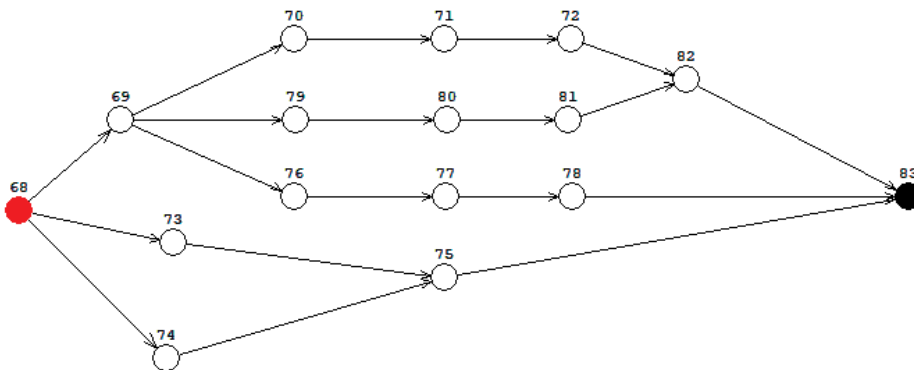


Рис. 1. Сетевой график 1 (базовый)

Полученный график позволяет провести оценку времени выполнения всего комплекса работ с учетом колебания случайных величин. Для этого необходимо построить математическую модель представленного сетевого графика. Примем следующие обозначения: — общее время выполнения всех работ, расположенных на пути i ; — время выполнения работы между событиями x и y . Всего на рис. 1 показано пять возможных путей, время которых определяется следующим образом:

$$T_1 = t_{68-69} + t_{69-70} + t_{70-71} + t_{71-72} + t_{72-82} + t_{82-83}; \quad (1)$$

$$T_2 = t_{68-69} + t_{69-76} + t_{76-77} + t_{77-78} + t_{78-83}; \quad (2)$$

$$T_3 = t_{68-69} + t_{69-76} + t_{76-77} + t_{77-78} + t_{78-83}; \quad (3)$$

$$T_4 = t_{68-73} + t_{73-75} + t_{75-83}; \quad (4)$$

$$T_5 = t_{68-74} + t_{74-75} + t_{75-83}. \quad (5)$$

В случае, когда все работы связаны логикой по «И», время выполнения всей процедуры определяется как максимум из этих величин:

$$T = \max \{T_1, T_2, T_3, T_4, T_5\}. \quad (6)$$

Принятые распределения случайных величин представлены в табл. 2.

Таблица 2

Принятые распределения времени выполнения работ

Код работы	Распределение	Параметры
68,69	Нормальное	МО = 14; СКО = 4,2
69, 70	Нормальное	МО = 3; СКО = 0,9
70,71	Экспоненциальное	$\lambda = 0,02$
71,72	Нормальное	МО = 3; СКО = 0,9
72,82	Нормальное	МО = 14; СКО = 4,2
82,83	Нормальное	МО = 14; СКО = 4,2
68,73	Нормальное	МО = 14; СКО = 4,2
73,75	Нормальное	МО = 14; СКО = 4,2
75,83	Нормальное	МО = 14; СКО = 4,2
68,74	Нормальное	МО = 14; СКО = 4,2
74,75	Нормальное	МО = 14; СКО = 4,2
69,76	Экспоненциальное	Лямбда = 0,05
76,77	Нормальное	МО = 3; СКО = 0,9
77,78	Экспоненциальное	Лямбда = 0,05
78,83	Нормальное	МО = 3; СКО = 0,9
69,79	Нормальное	МО = 3; СКО = 0,9
79, 80	Экспоненциальное	Лямбда = 0,05
80,81	Нормальное	МО = 3; СКО = 0,9
81,82	Нормальное	МО = 14; СКО = 4,2

Результаты (Results)

Моделирование представленного процесса по методу Монте-Карло с учетом характеристик времени выполнения работ из табл. 1 позволяет получить вероятностные характеристики длительности изучаемого процесса, представленные на рис. 2.

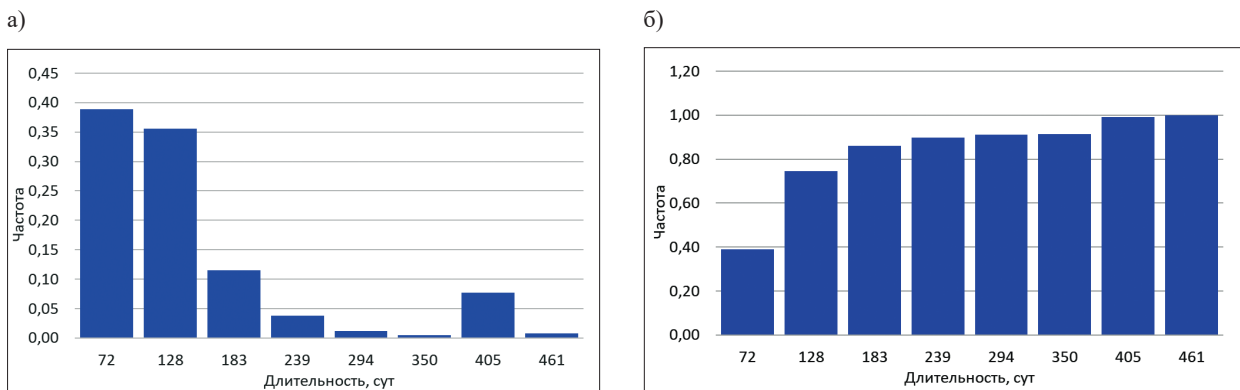


Рис. 2. Распределение времени (а) и интегральная функция (б) вероятности времени выполнения процесса

Таким образом, 39 % сделок будут завершены менее, чем за два месяца; 35 % — в период от двух до трех месяцев; еще 10 % — в период от трех до пяти месяцев, оставшиеся 16 % сделок потребуют значительно большего времени.

Обсуждение (Discussion)

Особенно сложной задачей в моделировании операционных процессов коммерческой деятельности является выбор распределения случайной величины, поскольку ряд операций выполняются параллельно различными компаниями и отделами, другие при этом могут быть сильно разделены во времени. Все это приводит к невозможности регистрации времени начала и окончания выполнения отдельной работы. В данном случае исследователь вынужден проводить опрос сотрудников и строить предположения о распределении времени выполнения тех или иных операций, подкрепляя свою неуверенность выражением Джорджа Бокса: «В сущности, все модели неправильны, но некоторые из них полезны». В то же время во многих случаях такой неопределенности удастся избежать путем усложнения описания операции. Все работы на сетевом графике представляют собой последовательность действий, каждое из которых требует определенного времени для его выполнения. Во многих случаях эти действия связаны некоторыми логическими элементами «если, то». Пример подобного описания операции дан на рис. 3.

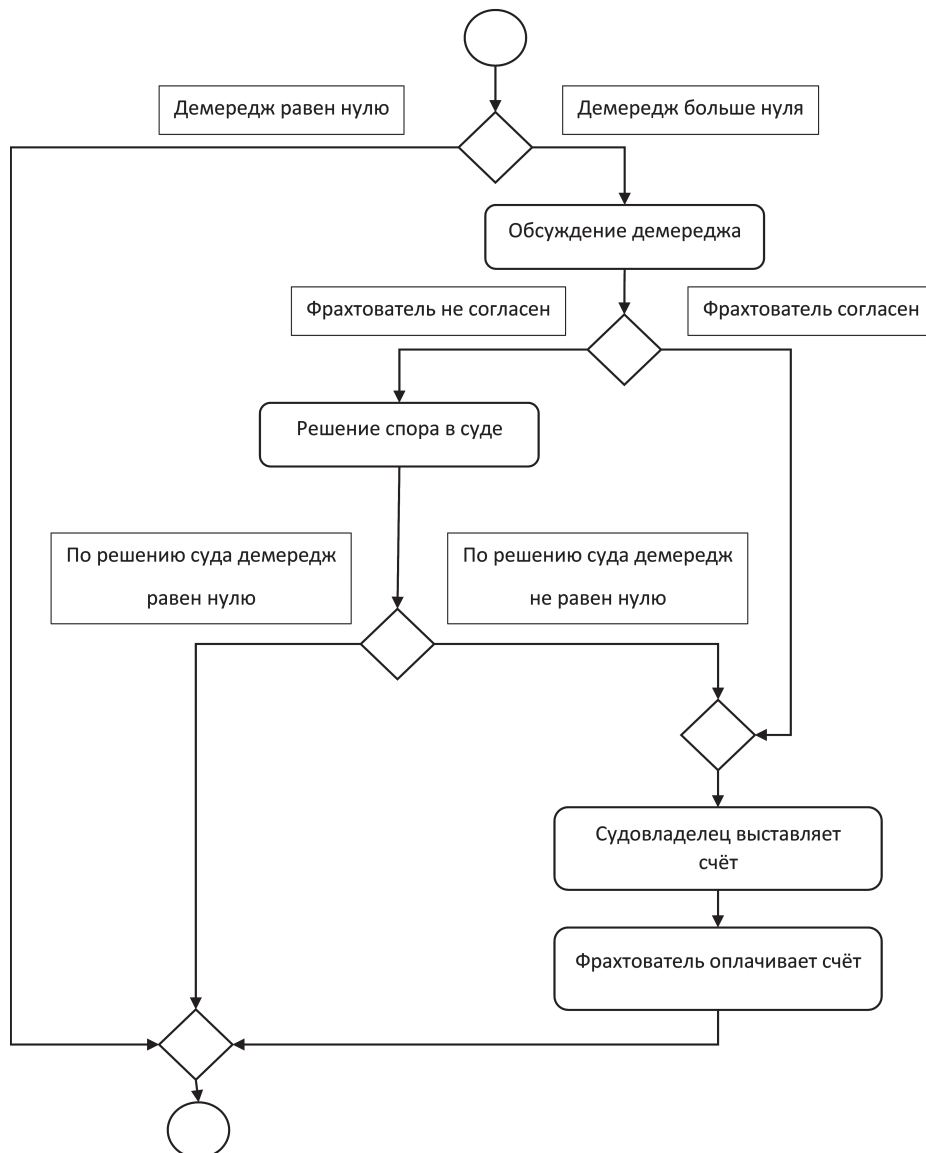


Рис. 3. Диаграмма процесса согласования демереджа

При этом менее продолжительным является само действие, тем проще получить данные о времени его выполнения. В результате дискретизируя работу, т. е. разделяя ее на все меньшие и меньшие составляющие, можно получить достоверные данные о времени ее выполнения (рис. 4).

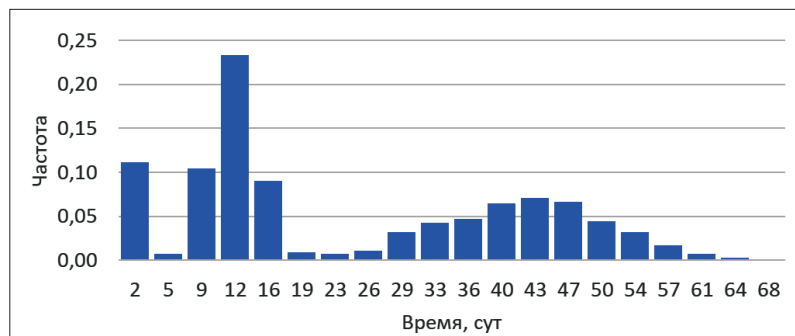


Рис. 4. Распределение работы для получения достоверных данных о времени ее выполнения

Полученные распределения могут быть использованы для оценки времени выполнения всего комплекса работ.

Выводы (Summary)

В результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Структура процесса выполнения послерейсовых операций позволяет построить сетевой график данной процедуры и выполнить оценку времени ее выполнения с учетом колебания случайных величин при помощи метода имитационного моделирования.

2. Исходя из вероятностных характеристик длительности изучаемого процесса, полученных в результате имитационного моделирования, получается, что 39 % послерейсовых операций требуют на завершение около двух месяцев; 35 % — будут завершены в период от двух до трех месяцев; еще 10 % — в период от трех до пяти месяцев; а оставшиеся 16 % — потребуют значительно большего времени.

3. Усложнение описания операционных процессов коммерческой деятельности при помощи дискретизации работ на составляющие позволяет получить более точные данные о времени выполнения этих отдельных процедур, что, в свою очередь, позволяет более точно определить закон распределения случайной величины в целях моделировании всего комплекса работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Распоряжение Правительства РФ от 28 июля 2017 года №1632-р. «Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://government.ru/docs/28653/> (дата обращения: 20.02.2020).

2. Белов В. Б. Новая парадигма промышленного развития Германии – стратегия «Индустрия 4.0» / В.Б. Белов // Современная Европа. — 2016. — № 5 (71). — С. 11–22. DOI: 10.15211/soveurope520164146.

3. Гончаренко Л. П. Цифровизация национальной экономики / Л. П. Гончаренко, С. А. Сыбачин // Вестник Университета. — 2019. — № 8. — С. 32–38. DOI: 10.26425/1816-4277-2019-8-32-38.

4. Дьяконова М. Д. Сетевое моделирование процесса фрахтования танкеров как элемент цифровизации коммерческой работы на водном транспорте / М. Д. Дьяконова // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2020. — Т. 12. — № 3. — С. 504–514. DOI: 10.21821/2309-5180-2020-12-3-504-514.

5. Zhai D. Optimization and Simulation on Tanker Vessels Scheduling for Efficient Terminal Operations / D. Zhai, X. Fu, H. Y. Xu, X. F. Yin, J. Vasundhara, W. Zhang, R. S. M. Goh // 2019 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM). — IEEE, 2019. — Pp. 1486–1490. DOI: 10.1109/IEEM44572.2019.8978867.

6. *Rahimikelarijani B.* Simulation modeling of Houston Ship Channel vessel traffic for optimal closure scheduling / B. Rahimikelarijani, A. Abedi, M. Hamidi, J. Cho // *Simulation Modelling Practice and Theory*. — 2018. — Vol. 80. — Pp. 89–103. DOI: 10.1016/j.simpat.2017.10.004.
7. *Lobo B. J.* A transient stochastic simulation–optimization model for operational fuel planning in-theater / B. J. Lobo, D. E. Brown, M. S. Gerber, P. J. Grazaitis // *European Journal of Operational Research*. — 2018. — Vol. 264. — Is. 2. — Pp. 637–652. DOI: 10.1016/j.ejor.2017.06.057.
8. *Ehsan A.* State-of-the-art techniques for modelling of uncertainties in active distribution network planning: A review / A. Ehsan, Q. Yang // *Applied energy*. — 2019. — Vol. 239. — Pp. 1509–1523. DOI: 10.1016/j.apenergy.2019.01.211.
9. *Shi Q. J.* Experimental validation of network modeling method on a three-modular floating platform model / Q. J. Shi, H. C. Zhang, D. L. Xu, E. R. Qi, C. Tian, J. Ding, Y. S. Wu, Y. Lu, Z. W. Li // *Coastal Engineering*. — 2018. — Vol. 137. — Pp. 92–102. DOI: 10.1016/j.coastaleng.2018.04.001.
10. *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. — Т. 12. — № 2. — С. 230–238. DOI: 10.21821/2309-5180-2020-12-2-230-238.
11. *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. — Т. 12. — № 3. — С. 526–536. DOI: 10.21821/2309-5180-2020-12-3-526-536.
12. *Rubinstein R. Y.* Simulation and the Monte Carlo method / R. Y. Rubinstein, D. P. Kroese. — Third Edition. — John Wiley & Sons, Inc., 2016. — 432 p.
13. *Вентцель Е.С.* Теория вероятностей / Е. С. Вентцель. — М.: Юстиция, 2018. — 664 с.

REFERENCES

1. Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 28 iyulya 2017 goda №1632-r. «Ob utverzhdanii programmy «Tsifrovaya ekonomika Rossiiskoi Federatsii». Web. 20 Feb. 2020.
2. Belov, V.B. New paradigm of industrial development of Germany – Strategy “Industry 4.0” // *Contemporary Europe* 5(71) (2016): 11–22. DOI: 10.15211/soveurope520164146.
3. Goncharenko, L.P., and S.A. Sybachin. “Digitalization of national economy.” *Vestnik universiteta* 8 (2019): 32–38. DOI: 10.26425/1816-4277-2019-8-32-38.
4. Diakonova, Mariia D. “Network modeling of the tankers chartering process as an element of commercial work digitalization in water transport.” *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 12.3 (2020): 504–514. DOI: 10.21821/2309-5180-2020-12-3-504-514.
5. Zhai, Deqing, Xiuju Fu, Hai-Yan Xu, Xiao Feng Yin, Jayaraman Vasundhara, Wanbing Zhang, and Rick Siow Mong Goh. “Optimization and Simulation on Tanker Vessels Scheduling for Efficient Terminal Operations.” *2019 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*. IEEE, 2019. 1486–1490. DOI: 10.1109/IEEM44572.2019.8978867.
6. Rahimikelarijani, Behnam, Arash Abedi, Maryam Hamidi, and Jaeyoung Cho. “Simulation modeling of Houston Ship Channel vessel traffic for optimal closure scheduling.” *Simulation Modelling Practice and Theory* 80 (2018): 89–103. DOI: 10.1016/j.simpat.2017.10.004.
7. Lobo, Benjamin J., Donald E. Brown, Matthew S. Gerber, and Peter J. Grazaitis. “A transient stochastic simulation–optimization model for operational fuel planning in-theater.” *European Journal of Operational Research* 264.2 (2018): 637–652. DOI: 10.1016/j.ejor.2017.06.057.
8. Ehsan, Ali, and Qiang Yang. “State-of-the-art techniques for modelling of uncertainties in active distribution network planning: A review.” *Applied energy* 239 (2019): 1509–1523. DOI: 10.1016/j.apenergy.2019.01.211.
9. Shi, Q.J., H.C. Zhang, D.L. Xu, E.R. Qi, C. Tian, J. Ding, Y.S. Wu, Y. Lu, and Z.W. Li. “Experimental validation of network modeling method on a three-modular floating platform model.” *Coastal Engineering* 137 (2018): 92–102. DOI: 10.1016/j.coastaleng.2018.04.001.
10. 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.

11. 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.

12. Rubinstein, Reuven Y., and Dirk P. Kroese. *Simulation and the Monte Carlo method*. Third Edition. John Wiley & Sons, Inc., 2016.

13. Venttsel', E.S. *Teoriya veroyatnostei*. M.: Yustitsiya, 2018.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Дьяконова Мария Дмитриевна — аспирант

Научный руководитель:

Кириченко Александр Викторович —

доктор технических наук, профессор

ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»

198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
ул. Двинская, 5/7

e-mail: mara.1990@yandex.ru

Семенов Антон Денисович — диспетчер

ООО «Логистический парк «Янино»»

Российская Федерация, Ленинградская область,

Всеволожский район, д. Янино-1,

Торгово-логистическая зона «Янино-1», № 1б

e-mail: asemyonov054@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Diakonova, Mariia D. — Postgraduate

Supervisor:

Kirichenko, Aleksandr V. —

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: mara.1990@yandex.ru

Semenov, Anton D. — Dispatcher

Yanino Logistics Park LLC

Vsevolozhsky District, Yanino-1 village,

Trade and logistics zone Yanino-1, No. 1,

Leningrad Region, Russian Federation

e-mail: asemyonov054@gmail.com

Статья поступила в редакцию 9 октября 2020 г.

Received: October 9, 2020.