

DOI: 10.21821/2309-5180-2020-12-6-1039-1050

APPROACH TO CONTAINER TERMINAL SIMULATION MODELLING BASED ON BUSINESS PROCESSES

A. L. Kuznetsov¹, A. V. Kirichenko¹, A. D. Semenov²

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

² — Yanino Logistics Park LLC, Leningrad Region, Russian Federation

Container transportation system, started its development in the middle of the last century as one of sea transport technology, is now the only alternative of global cargo transportation. This system today is spread on sea and land transportation systems. It is used in the global transportation as far as in the local goods movement. The main instrument for design and activity analysis of container transportation systems is simulation modelling. At the same time, it is pointed in the paper that used container terminal simulation model considers only technological operations. However, the influence of simultaneously implemented operations which require the same pool of technological equipment is not considered in these models as far as the effect of information delays. Though, these factors could greatly influence requirements for terminals resources. It is proved in the paper that this problem can be solved by application of container terminal simulation models based on business processes. The technological operations, which are usually researched in the traditional models of container terminal, are considered from the business process simulation point of view. It is also pointed that this approach gives the number of certain advantages. The method of container terminal simulation modelling based on the business processes allows you to evaluate the necessary number of terminals resources and analyze the particular business processes.

Keywords: seaport, dry port, container terminal, cargo handling equipment, simulation modelling, business processes, BPMN, operations research.

For citation:

Kuznetsov, Aleksandr L., Aleksandr V. Kirichenko, and Anton D. Semenov. "Approach to container terminal simulation modelling based on business processes." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 12.6 (2020): 1039–1050. DOI: 10.21821/2309-5180-2020-12-6-1039-1050.

УДК 656.615

ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ КОНТЕЙНЕРНЫХ ТЕРМИНАЛОВ НА ОСНОВЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

А. Л. Кузнецов¹, А. В. Кириченко¹, А. Д. Семенов²

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

² — ООО «Логистический Парк «Янино», Ленинградская область, Российская Федерация

Рассмотрена контейнерная транспортно-технологическая система, получившая развитие в середине XX в. как разновидность морской перевозки и трансформировавшаяся в настоящее время в безальтернативную парадигму глобального товаропродвижения. Отмечается, что данная система в настоящее время распространяется как на морские перевозки, так и на их сухопутную составляющую, обеспечивая потребности международной торговли, а также удовлетворяя потребности региональной и национальной экономики. Подчеркивается, что основным инструментом проектирования и анализа деятельности контейнерных транспортных систем является имитационное моделирование. В работе приводится доказательство того, что используемые имитационные модели контейнерных терминалов затрагивают только технологические операции, не рассматривая при этом влияние параллельного выполнения нескольких операций одним составом технологических ресурсов, а также процессов передачи информации на эффективность операций. Обращается внимание на то, что скорость передачи информации является ключевым фактором, определяющим эффективность выполнения отдельных операций. Как следствие, задержки в передаче информации могут существенно повысить потребность в технологических и человеческих ресурсах.

В работе доказывается, что для учета влияния передачи информации на эффективность операций, необходимо использовать метод моделирования работы контейнерных терминалов, основанный на описании бизнес-процессов. Рассмотрены существующие технологические операции, исследуемые в традиционных моделях контейнерных терминалов с точки зрения бизнес-процессов, указаны преимущества, которые дает предлагаемый подход. Сделан вывод о том, что метод моделирования работы контейнерных терминалов, основанный на изучении бизнес-процессов, позволяет не только оценить потребность в технологических и человеческих ресурсах, но и выполнить анализ отдельных бизнес-процессов.

Ключевые слова: морской порт, сухой порт, контейнерный терминал перегрузочное оборудование, имитационное моделирование, бизнес-процессы, BPMN, исследование операций.

Для цитирования:

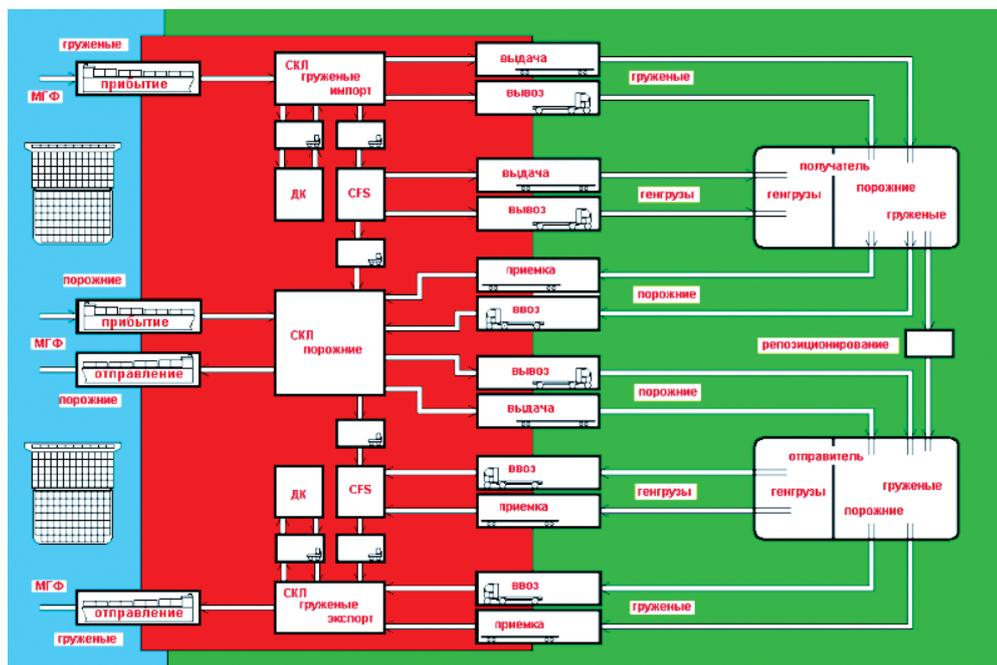
Кузнецов А. Л. Подход к моделированию контейнерных терминалов на основе бизнес-процессов / А. Л. Кузнецов, А. В. Кириченко, А. Д. Семенов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2020. — Т. 12. — № 6. — С. 1039–1050. DOI: 10.21821/2309-5180-2020-12-6-1039-1050.

Введение (Introduction)

В настоящее время в отечественной и зарубежной специальной литературе имеется множество работ, посвященных моделированию контейнерных терминалов [1]–[3]. По своему гносеологическому назначению любая модель отражает не все, а лишь избранные свойства изучаемого объекта. Иными словами, какие бы свойства изучаемого объекта ни планировалось отразить в той или иной модели, она неизбежно отображает лишь часть из них с той или иной точностью (достоверностью, адекватностью). Построение модели в соответствии с изначальным планом и назначением является лишь первым шагом данного научно-познавательного процесса, ее практическая ценность будет зависеть от объективно доказанной степени близости параметров модели к изучаемым параметрам самого объекта. Отсюда следует, что потребительские качества модели контейнерного терминала определяются двумя основными критериями: изначально спланированным составом изучаемых характеристик и степенью их адекватности (близости к динамически наблюдаемым натурным значениям).

Разные модели контейнерных терминалов отличаются заложенной в их основе структурой выбранных к рассмотрению технологических элементов и их связей [4], [5]. На рис. 1 показаны типичные модели морских и наземных контейнерных терминалов, к которым может быть сведена функциональная структура большинства известных моделей.

а)



б)

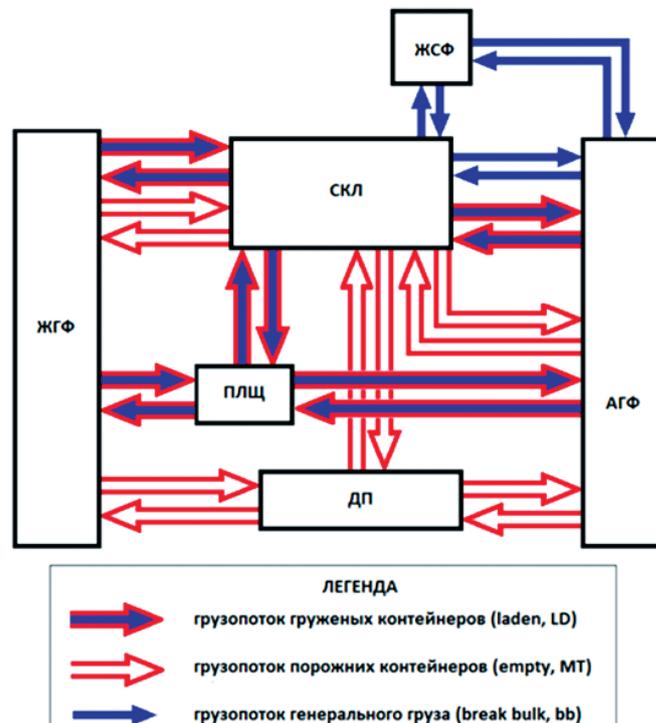


Рис. 1. Функциональные схемы контейнерных терминалов:
 а — морской терминал; б — наземный терминал

С теоретической точки зрения данные структуры отражают внутреннее строение некоторых абстрактных конечных автоматов, выходные значения которых определяются входными последовательностями (грузопотоками соответствующих фронтов) и внутренними состояниями (внутренними грузопотоками). Внутренние взаимодействия в пределах имеющейся структуры, как правило, определяются прямыми вычислениями, переводящими указанные представления в разряд *комбинационных схем*. В то же время внутренние процессы, генерируемые обработкой проходящих через терминал грузопотоков, связаны как с механизмами, которые могут быть отнесены к внутренней памяти, так и специфическими внутренними задержками, увеличивающими сложность текущих состояний. Если эти механизмы игнорируются, то соответствующая модель автоматически ограничивает свою «разрешающую способность» — она может быть использована, например, для оценки среднегодовых характеристик, но не будет служить инструментом краткосрочного планирования и управления.

Еще одним обстоятельством, характеризующим свойства традиционных имитационных моделей, является акцент на технологическом аспекте выполнения операций и игнорировании административно-управленческих особенностей их выполнения. Как следствие, модели подобного рода позволяют изучать в лучшем случае максимальные операционные параметры пропускных способностей.

Методической причиной ограничений является базовая концепция в основе построения имитационных моделей. В качестве методической основы для них используется функциональная схема терминала, рассмотренная с той или иной степенью подробности (рис. 1). В то же время любая детализация этой структуры не может выйти за пределы, устанавливаемые ею. В качестве аналога можно привести достаточно подробную функциональную схему компьютера (рис. 2).

Основным средством решения задачи является не его функциональная схема или его физическая реализация. Средством «одушевления» функциональной схемы является алгоритм — последовательность команд, предназначенных для абстрактного исполнителя, представленного в виде функциональной схемы, в результате выполнения которой он должен решить поставленную задачу.

Алгоритм должен описываться на формальном языке, исключая неоднозначность толкования, а исполнитель должен уметь выполнять все команды, составляющие алгоритм.



Рис. 2. Функциональная структура компьютера

Общих методических рекомендаций и просто обоснования перехода к более точным и адекватным моделям в рамках указанного общего подхода не существует. В то же время в смежных прикладных областях ведутся исследования в области моделирования различных бизнес-процессов [6]–[10]. Бизнес-процессы контейнерного терминала являются аналогом алгоритмов определенных компьютерных программ. Совокупность бизнес-процессов, их структура и логика выполнения могут меняться, совершенствуя или усложняя внутренние операции порта. Использование описания бизнес-процессов для моделирования работы любого терминала не имеет гносеологических ограничений, которыми обладают используемые в научной литературе модели. В данной работе рассматривается подход к моделированию контейнерных терминалов, основанный на описании бизнес-процессов.

Методы и материалы (Methods and Materials)

Бизнес-процессы, по определению, это совокупность взаимосвязанных мероприятий или работ, направленных на создание определенного продукта или услуги для потребителей [11]–[13]. Данная совокупность включает как сугубо операционные действия, связанные с выполнением неделимых механизированных или автоматизированных процессов, так и операционные действия, активирующие или задерживающие эти процессы в зависимости от складывающейся оперативной обстановки [13]–[16]. Очевидно, что в эту сферу вовлечены как «мертвые» технологические ресурсы, так и «одушевленные» ресурсы в виде лиц, принимающих решения.

Парадигма рассмотрения деятельности любого предприятия (объекта) на протяжении всего цикла его существования как совокупности протекающих в нем управленческих (информационных) и материальных процессов, привела к выработке наглядной и удобной нотации в виде описания отдельных бизнес-процессов, где все оказывающие влияние на их запуск, проведение и завершение участники представляются как *акторы*. Условно можно принять, что выбранный аспект деятельности предприятия, моделируемый в виде соответствующего бизнес-процесса, представлен в виде набора «дорожек», в котором каждому из акторов выделена своя линия и весь происходящий во времени процесс сопоставим с эстафетным заплывом. Завершив свою часть этого «заплыва», тот или иной актер передает эстафету другому актору, выбираемому исходя из назначения, а также организационной и функциональной структуры вида деятельности. Например, в подобной нотации можно представить выполнение организацией маркетинговой функции, в которой актерами будут являться руководство предприятия, маркетинговый отдел в лице стратегической службы, коммерческий отдел в лице операционной службы продаж, производственный и сервисный отделы в лице технологической службы. Внутренние подпроцессы, происходящие на «плавательных дорожках» акторов, условно показаны на рис 3.

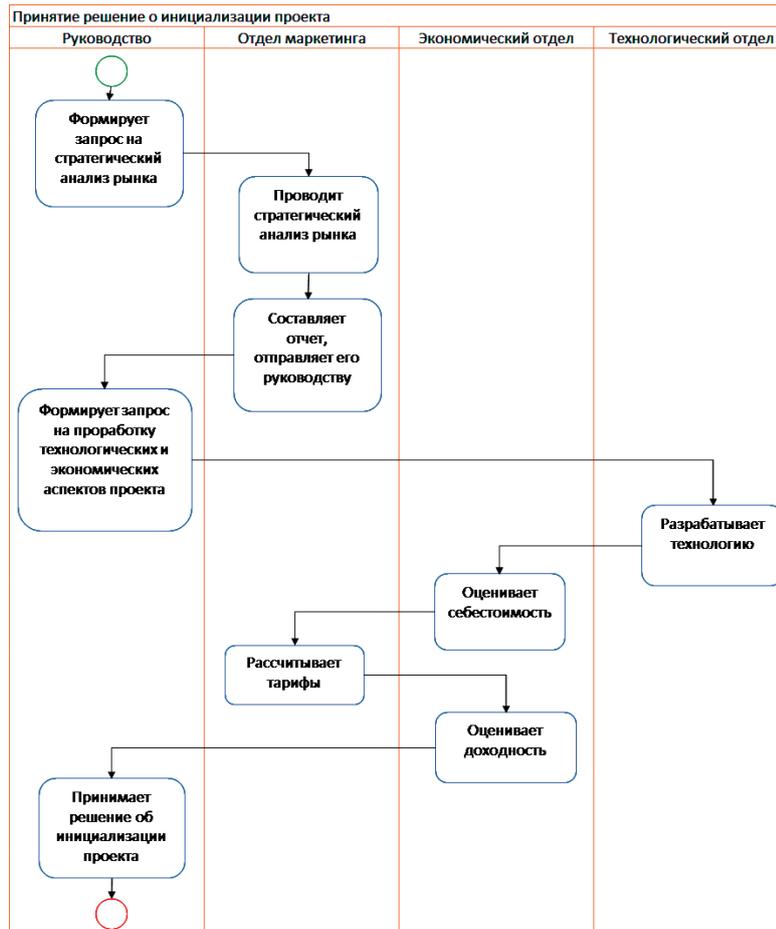


Рис. 3. Диаграмма бизнес-процесса принятия решения об инициализации проекта

Наиболее близкой к моделированию бизнес-процессов, составляющих деятельность контейнерного терминала в целом, является *технология моделирования технологических процессов*. Этот подход предполагает выделение отдельных операций, выполняемых технологическим оборудованием, при движении грузопотоков между функциональными элементами терминала. Пример подобного разделения показан на рис. 4.

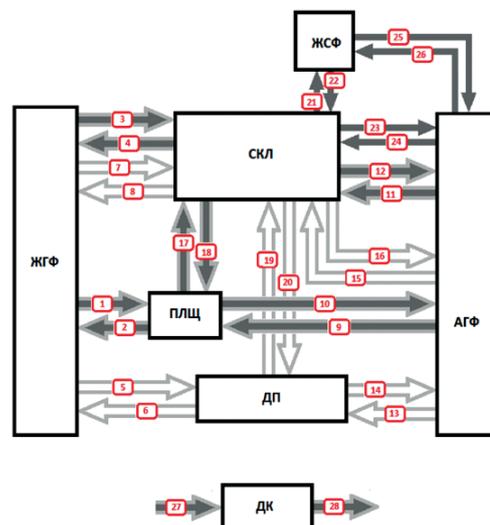


Рис. 4. Элементарные операции контейнерного терминала типа «сухой» порт

Полный список выделенных операций приведен в табл. 1.

Таблица 1

Список операций терминала типа «сухой» порт

№ п/п.	Операция
1	Груженный контейнер ЖГФ — ПЛЩ
2	Груженный контейнер ПЛЩ — ЖГФ
3	Груженный контейнер ЖГФ — СКЛ
4	Груженный контейнер СКЛ — ЖГФ
5	Порожний контейнер ДП — ЖГФ
6	Порожний контейнер ДП — ЖГФ
7	Порожний контейнер ЖГФ — СКЛ
8	Порожний контейнер СКЛ — ЖГФ
9	Груженный контейнер АГФ — ПЛЩ
10	Груженный контейнер ПЛЩ — АГФ
11	Груженный контейнер АГФ — СКЛ
12	Груженный контейнер СКЛ — АГФ
13	Порожний контейнер АГФ — ДП
14	Порожний контейнер ДП — АГФ
15	Порожний контейнер АГФ — СКЛ
16	Порожний контейнер СКЛ — АГФ
17	Груженный контейнер ПЛЩ — СКЛ
18	Груженный контейнер СКЛ — ПЛЩ
19	Порожний контейнер ДП — СКЛ
20	Порожний контейнер СКЛ — ДП

Следует отметить, что каждая операция выполняется с помощью того или иного технологического оборудования (рис. 5). Совокупность оборудования, используемого на контейнерном терминале для выполнения операций, составляет его *транспортно-технологическую схему*. Работа каждого вида оборудования может быть условно представлена в виде рис. 6.



Рис. 5. Примеры технологического оборудования



Рис. 6. Подъемно-транспортные движения, необходимые для выполнения операций

Использование каждого типа оборудования для выполнения конкретных операций описывается матрицей в виде табл. 2.

Таблица 2

Участие технологического оборудования в операциях

№ п/п.	Операция	Движение				
		<i>a-b</i>	<i>b-c</i>	<i>c-d</i>	<i>d-e</i>	<i>e-f</i>
1	Груженный контейнер ЖГФ — ПЛЩ	RS	RS	TT	RTG	RTG
2	Груженный контейнер ПЛЩ — ЖГФ	RTG	RTG	TT	RS	RS
3	Груженный контейнер ЖГФ — СКЛ	RS	RS	RS	RS	RS
4	Груженный контейнер СКЛ — ЖГФ	RS	RS	RS	RS	RS
5	Порожний контейнер ДП — ЖГФ	RS	RS	TT	ECH	ECH
6	Порожний контейнер ДП — ЖГФ	ECH	ECH	TT	RS	RS
7	Порожний контейнер ЖГФ — СКЛ	RS	RS	RS	ECH	ECH
8	Порожний контейнер СКЛ — ЖГФ	ECH	ECH	RS	RS	RS
9	Груженный контейнер АГФ — ПЛЩ	RTG				
10	Груженный контейнер ПЛЩ — АГФ					RTG
11	Груженный контейнер АГФ — СКЛ	RS	RS	RS	RS	RS
12	Груженный контейнер СКЛ — АГФ	RS	RS	RS	RS	RS
13	Порожний контейнер АГФ — ДП	ECH	ECH	ECH	ECH	ECH
14	Порожний контейнер ДП — АГФ	ECH	ECH	ECH	ECH	ECH
15	Порожний контейнер АГФ — СКЛ	ECH	ECH	ECH	ECH	ECH
16	Порожний контейнер СКЛ — АГФ	RS	RS	ECH	ECH	ECH
17	Груженный контейнер ПЛЩ — СКЛ	RS	RS	RS	RS	RS
18	Груженный контейнер СКЛ — ПЛЩ	RS	RS	RS	RS	RS
19	Порожний контейнер ДП — СКЛ	ECG	ECG	ECH	ECH	ECH
20	Порожний контейнер СКЛ — ДП	ECH	ECH	ECH	ECH	ECH

Очевидно, что все указанные в табл. 2 последовательности технологических операций представляют собой простейшие линейные бизнес-процессы. Соответствующая нотация бизнес-процесса образует характерную «лесенку», приведенную на рис. 7. В то же время такое описание не отражает участия самих исполнительных акторов — экземпляров технологического оборудования. Действительно, необходимость выполнения той или иной операции связана с перемещением ее между функциональными элементами терминала (например, грузовыми фронтами). Эта возникающая необходимость, по своей сути, является последовательностью запросов на технологическое оборудование, выполняющее выборку контейнера из исходной позиции, помещение его на средство транспортировки, перевозку, разгрузку и укладку в конечную позицию. Она может выполняться различными видами и разным количеством оборудования, которое в момент запроса может быть свободно или занято выполнением других операций.

Таким образом, окончание каждого действия представляет собой передачу управления ходом технологического процесса диспетчеру, обслуживающему поступающие заявки в соответствии с некоторой простотой (например, FIFO или близость расположения) или сложной (операционные приоритеты) дисциплиной. С учетом этого простая структура последовательности операций усложняется за счет добавления нового актора, диспетчера терминала и оборудования (рис. 8).

Каждый подпроцесс, происходящий на внутренней дорожке актора, инициируется завершением этапов соседних процессов. В свою очередь, завершение каждого процесса является информационным сигналом для запуска связанных с ним подпроцессов в рассматриваемом «бассейне».

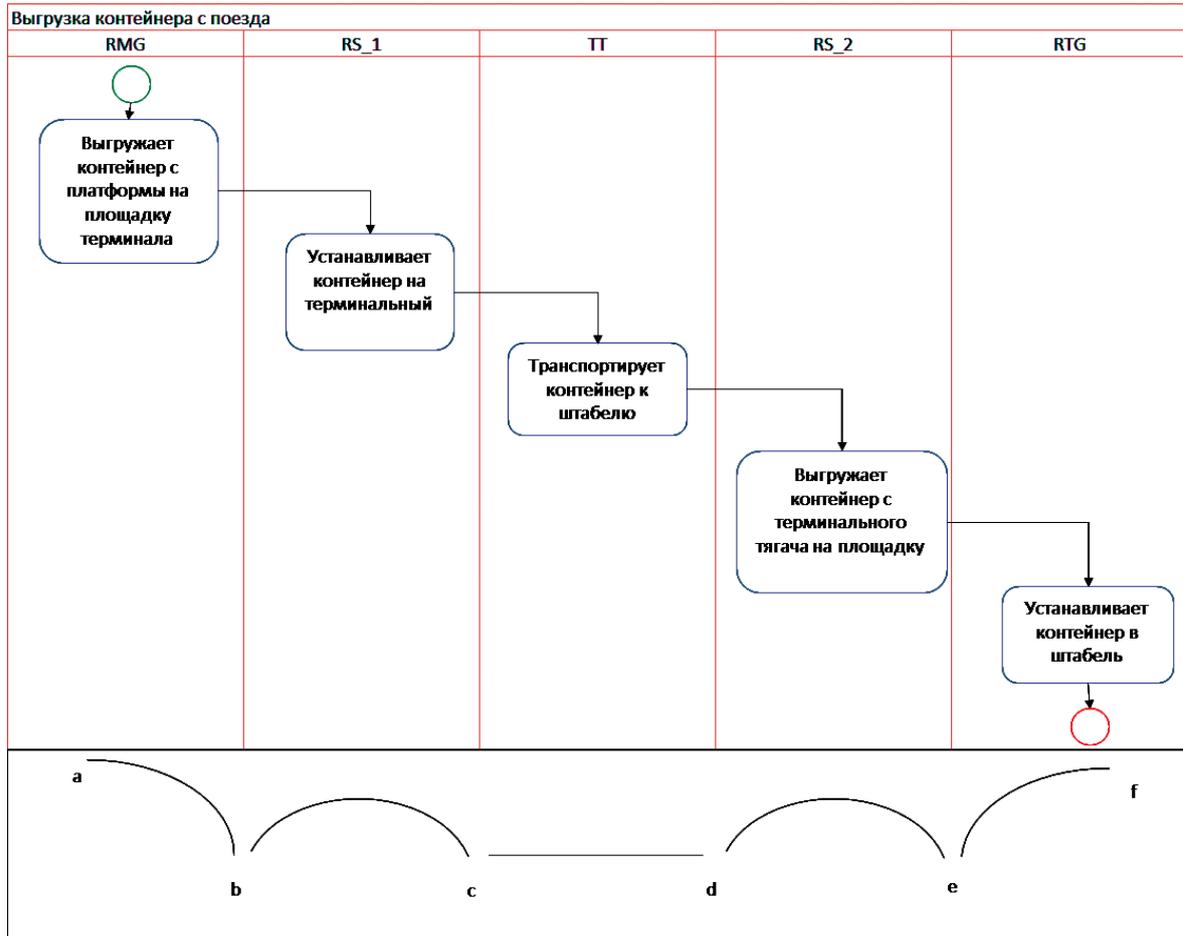


Рис. 7. Операция в простейшей нотации бизнес-процесса

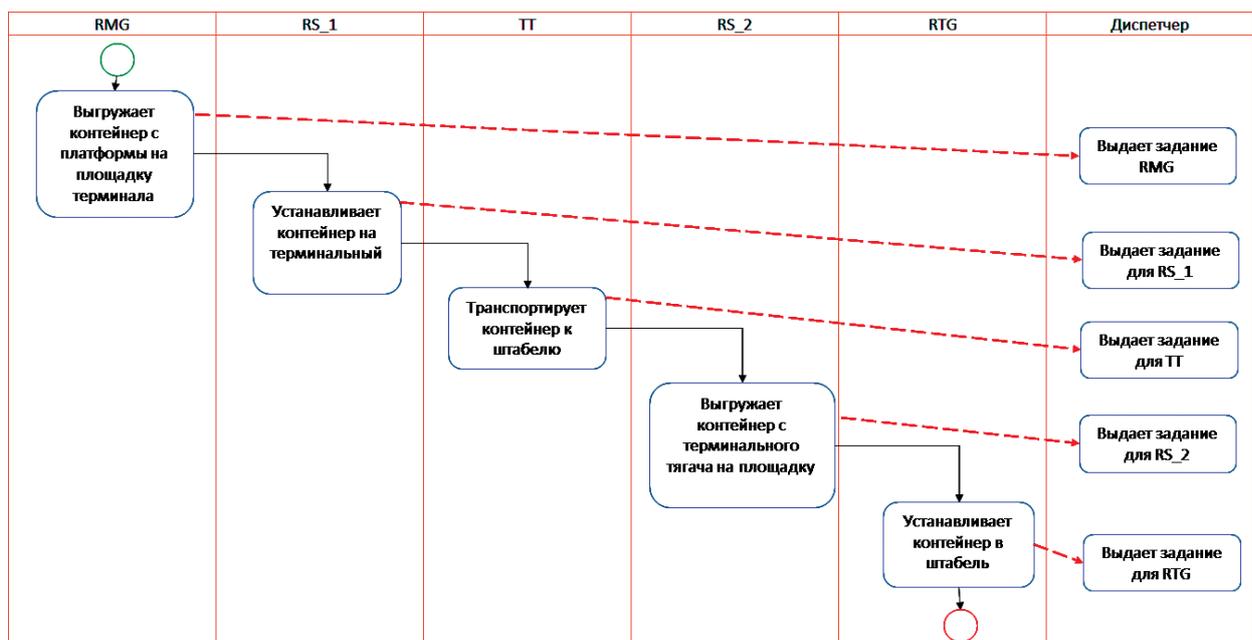


Рис. 8. Структура операции как бизнес-процесса

Если учесть, что по вертикальной оси условно отложено время протекания бизнес-процесса, то в данном случае указанные ранее взаимодействия считаются происходящими мгновенно. В то же

время эти управляющие и синхронизирующие воздействия могут иметь разный информационный носитель — от обновления данных внутри базы данных до переговоров по радиосвязи между операторами оборудования и диспетчером терминала. Как следствие, для анализа временных характеристик всего процесса важно иметь представление о природе и параметрах информационной «подложки», или платформы, на которой происходит обмен управляющими воздействиями. В этом случае отдельные звенья обмена сигналами обладают не только конечной, но и достаточно низкой скоростью передачи данных. Условно на рис. 8 это показано при помощи линий, имеющих различный наклон, характеризующий задержкой прохождения управляющей информации.

Результаты (Results)

Любое изучение выбранного составного бизнес-процесса сталкивается с операционной проблемой параллельного выполнения объектом — моделируемым терминалом — целого ансамбля экземпляров каждого процесса. Поскольку каждый из них задействует одни и те же ресурсы, их конкуренция за эти ресурсы оказывает существенное влияние на эффективность работы всей организации, одновременно выполняющей ту или иную совокупность бизнес-процессов.

В каждом отдельном бизнес-процессе участвует несколько акторов. В реальной деятельности выполнение каждого процесса не является линейной последовательностью всех шагов: закончив выполнение некоторого шага бизнес-процесса, актор может приступить к выполнению шага другого экземпляра такого процесса или шага иного процесса.

В случае, если возможности актора ограничены, то на время выполнения шага от становится недоступным для остальных нуждающихся в нем бизнес-процессов. Отложенные заявки на выполнение этапа вызывают приостановку выполнения соответствующих активированных бизнес-процессов. Задержки выполнения бизнес-процесса может вызывать как физическое отсутствие доступного оборудования, так и превышение пропускной способности обработки информации диспетчером. В любом случае этот механизм приводит к формированию очередей заявок, образующихся в физической среде протекания бизнес-процессов и внутри отображающей ее информационной платформы.

Каждый отдельный актор предполагает выполнение своих действий в оптимальном варианте, т. е. так, как это описывается эталонными процессами. Разброс параметров отдельных этапов и тем более нехватка ресурсов смежных акторов, участвующих в этих разделяемых процессах, приводят к невозможности оценить эффективность работы всей организации при выполнении параллельных действий. Эта проблема становится более сложной для изучения, когда каждый участник приближается к своей максимальной эффективности. Указанное противоречие может быть устранено только при помощи инструментов имитационного моделирования. В то же время имитационное моделирование должно реализовываться на новой основе, которая будет позволять учитывать как технологическую (материальную) структуру операций грузообработки, так и сопряженную с ней информационно-организационную структуру.

Моделирование бизнес-процессов контейнерного терминала позволяет оценить необходимое количество технологических и человеческих ресурсов на основании анализа очередей, возникающих на отдельных этапах бизнес-процесса. Кроме того, моделирование бизнес-процессов позволяет оценить время выполнения отдельных из них (рис. 9).

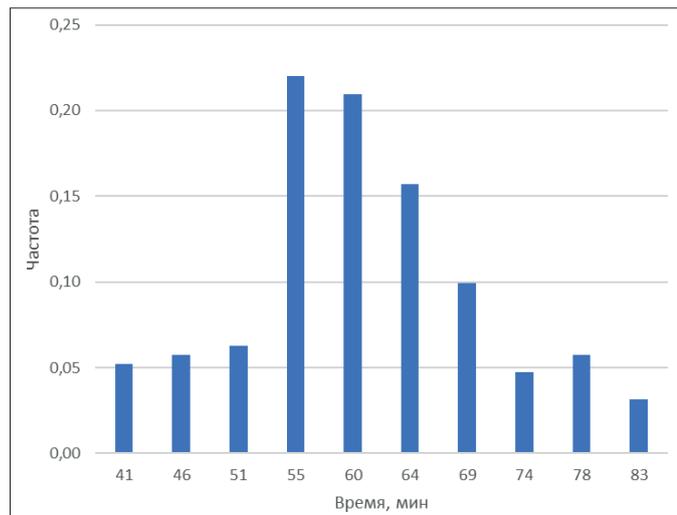


Рис. 9. Распределение времени выполнения бизнес-процесса

Выводы (Conclusions)

В результате выполненного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Современные системы моделирования, используемые при проектировании, планировании и управлении операционной деятельностью контейнерных терминалов, ориентированы на моделирование только технологических процессов.
2. Для изучения управленческих аспектов и повышения общей эффективности контейнерных терминалов необходимо использовать методы моделирования бизнес-процессов.
3. Моделирование работы контейнерного терминала с помощью бизнес-процессов позволяет не только выполнить оценку потребности в технологических и управленческих ресурсах, но и проанализировать влияние выбранного состава и количества этих ресурсов на показатели эффективности работы терминала.
4. Моделирование работы терминала, которое будет проводиться на основе сформулированных принципов, позволит получить новую степень адекватности и близости модели к изучаемому объекту.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Dragović B.* Simulation modelling in ports and container terminals: literature overview and analysis by research field, application area and tool / B. Dragović, E. Tzannatos, N. K. Park // Flexible Services and Manufacturing Journal. — 2017. — Vol. 29. — Is. 1. — Pp. 4–34. DOI: 10.1007/s10696-016-9239-5.
2. *Кузнецов А. Л.* Имитационное моделирование как инструмент расчета наземных контейнерных терминалов / А. Л. Кузнецов [и др.] // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. — 2018. — № 1. — С. 100–108. DOI: 10.24143/2073-1574-2018-1-100-108.
3. *Кузнецов А. Л.* Роль имитационного моделирования в технологическом проектировании и оценке параметров грузовых терминалов / А. Л. Кузнецов [и др.] // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. — 2017. — № 2. — С. 93–102. DOI: 10.24143/2073-1574-2017-2-93-102.
4. *Кузнецов А. Л.* Морские контейнерные перевозки: моногр. / А. Л. Кузнецов [и др.]. — М.: МОРКНИГА, 2019. — 412 с.
5. *Кузнецов А. Л.* Портоориентированная логистика: моногр. / А. Л. Кузнецов, А. В. Кириченко, О. В. Соляков, А. Д. Семёнов. — М.: Моркнига, 2021. — 247 с.
6. *Nakano H.* A study on the features of the evolution processes and business models of global enterprises in the transport sector / H. Nakano // Transportation research procedia. — 2017. — Vol. 25. — Pp. 3769–3788. DOI: 10.1016/j.trpro.2017.05.235.
7. *Sharmeen F.* A business model perspective to understand intra-firm transitions: From traditional to flexible public transport services / F. Sharmeen, D. Drost, H. Meurs // Research in Transportation Economics. — 2020. — Vol. 83. — Pp. 100959. DOI: 10.1016/j.retrec.2020.100959.
8. *Leviäkangas P.* From business models to value networks and business ecosystems—What does it mean for the economics and governance of the transport system? / P. Leviäkangas, R. Öörni // Utilities Policy. — 2020. — Vol. 64. — Pp. 101046. DOI: 10.1016/j.jup.2020.101046.
9. *Merkert R.* Emerging business models and implications for the transport ecosystem / R. Merkert, Y. Z. Wong // Research in Transportation Economics. — 2020. — Vol. 83. — Pp. 100911. DOI: 10.1016/j.retrec.2020.100911.
10. *Genzorova T.* How digital transformation can influence business model, Case study for transport industry / T. Genzorova, T. Corejova, N. Stalmasekova // Transportation Research Procedia. — 2019. — Vol. 40. — Pp. 1053–1058. DOI: 10.1016/j.trpro.2019.07.147.
11. *Williamsson J.* Business models for dedicated container freight on Swedish inland waterways / J. Williamsson, S. Rogerson, V. Santén // Research in Transportation Business & Management. — 2020. — Pp. 100466. DOI: 10.1016/j.rtbm.2020.100466.
12. *Vegter D.* Supply chains in circular business models: processes and performance objectives / D. Vegter, J. van Hillegerberg, M. Olthaar // Resources, Conservation and Recycling. — 2020. — Vol. 162. — Pp. 105046. DOI: 10.1016/j.resconrec.2020.105046.

13. Биккеньяев Р. Ф. Моделирование логистических бизнес-процессов предприятия / Р. Ф. Биккеньяев // Вестник Саратовского государственного технического университета. — 2009. — Т. 4. — № 1 (42). — С. 155–160.

14. Бурда А. Г. Совершенствование бизнес-процессов морского агентирования при транспортировке сельскохозяйственных грузов: моделирование и информационное обеспечение / А. Г. Бурда, И. О. Бедаков // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. — 2018. — № 1 (25). — С. 18–24.

15. Криворучко О. Н. Формирование бизнес-процессной модели автотранспортного предприятия / О. Н. Криворучко, Ю. А. Сукач // Экономика транспортного комплекса. — 2014. — № 23. — С. 91–103.

16. Михайлова Ж. В. Учетно-аналитическое обеспечение бизнес-процессов как инструмент реализации Стратегии развития транспортно-логистического Холдинга в условиях ресурсных ограничений / Ж. В. Михайлова // Транспортное дело России. — 2016. — № 2. — С. 148–151.

REFERENCES

1. Dragović, Branislav, Ernestos Tzannatos, and Nam Kuy Park. “Simulation modelling in ports and container terminals: literature overview and analysis by research field, application area and tool.” *Flexible Services and Manufacturing Journal* 29.1 (2017): 4–34. DOI: 10.1007/s10696-016-9239-5.

2. Kuznetsov, Alexander L’vovich, Alexander Viktorovich Kirichenko, Andrei Stanislavovich Tkachenko, and German Borisovich Popov. “Simulation modelling as a dry cargo terminals’ calculation tool.” *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Marine Engineering and Technologies* 1 (2018): 100–108. DOI: 10.24143/2073-1574-2018-1-100-108.

3. Kuznetsov, Alexander L’vovich, Alexander Viktorovich Kirichenko, Vladimir Alekseyevich Pogodin, and Victoria Nikolaevna Shcherbakova-Slyusarenko. “Importance of simulation modelling for technological design and evaluating parameters of cargo terminals.” *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Marine Engineering and Technologies* 2 (2017): 93–102. DOI: 10.24143/2073-1574-2017-2-93-102.

4. Kuznetsov, A. L., A. V. Kirichenko, O. V. Solyakov, and A. D. Semenov. *Morskie konteinernye perevozki: monografiya*. M.: MORKNIGA, 2019.

5. Kuznetsov, A. L., A. V. Kirichenko, O. V. Solyakov, and A. D. Semenov. *Porto-orientirovannaya logistika: monografiya*. M.: MORKNIGA, 2021.

6. Nakano, Hiroyuki. “A study on the features of the evolution processes and business models of global enterprises in the transport sector.” *Transportation research procedia* 25 (2017): 3769–3788. DOI: 10.1016/j.trpro.2017.05.235.

7. Sharmeen, Fariya, Denise Drost, and Henk Meurs. “A business model perspective to understand intra-firm transitions: From traditional to flexible public transport services.” *Research in Transportation Economics* 83 (2020): 100959. DOI: 10.1016/j.retrec.2020.100959.

8. Leviäkangas, Pekka, and Risto Öörni. “From business models to value networks and business ecosystems—What does it mean for the economics and governance of the transport system?.” *Utilities Policy* 64 (2020): 101046. DOI: 10.1016/j.jup.2020.101046.

9. Merkert, Rico, and Yale Z. Wong. “Emerging business models and implications for the transport ecosystem.” *Research in Transportation Economics* 83 (2020): 100911. DOI: 10.1016/j.retrec.2020.100911.

10. Genzorova, Tatiana, Tatiana Corejova, and Natalia Stalmasekova. “How digital transformation can influence business model, Case study for transport industry.” *Transportation Research Procedia* 40 (2019): 1053–1058. DOI: 10.1016/j.trpro.2019.07.147.

11. Williamsson, Jon, Sara Rogerson, and Vendela Santén. “Business models for dedicated container freight on Swedish inland waterways.” *Research in Transportation Business & Management* (2020): 100466. DOI: 10.1016/j.rtbm.2020.100466.

12. Vegter, Dennis, Jos van Hillegerberg, and Matthias Olthaar. “Supply chains in circular business models: processes and performance objectives.” *Resources, Conservation and Recycling* 162 (2020): 105046. DOI: 10.1016/j.resconrec.2020.105046.

13. Bikkennyayev, R. F. “Enterprise logistic business-processes’ modeling.” *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* 4.1(42) (2009): 155–160.

14. Burda, Alexey G., and Igor O. Bedakov. “Improving the marine agency business processes in the transportation of agricultural cargo: modeling and information support.” *Herald of Siberian Institute of Business and Information Technologies* 1(25) (2018): 18–24.

15. Kryvoruchko, O., and Yu. Sukach. "The formation of business-processes model of a motor transport enterprise." *Ekonomika transportnogo kompleksa* 23 (2014): 91–103.
16. Mikhaylova, Zh. "Accounting and analytical support of business processes as the instrument of realization of strategy of development of transport and logistics company in the context of resource constraints." *Transport business of Russia* 2 (2016): 148–151.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

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: thunder1950@yandex.ru, kaf_pgt@gumrf.ru

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: KirichenkoAV@gumrf.ru

Семенов Антон Денисович — диспетчер

ООО «Логистический парк «Янино»
Российская Федерация, Ленинградская область,
Всеволожский район, д. Янино-1,
Торгово-логистическая зона «Янино-1», № 1

e-mail: asemyonov054@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

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: thunder1950@yandex.ru, kaf_pgt@gumrf.ru

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: KirichenkoAV@gumrf.ru

Semenov, Anton D. — Dispatcher

Yanino Logistics Park LLC
Vsevolzhsky 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 14 декабря 2020 г.

Received: December 14, 2020.