Рис. 2. Устройство для сбора нефти под водой

Предлагаемые устройства обеспечивают превентивную защиту водоемов от аварийных разливов подводного нефтепровода, локализуя нефть непосредственно вблизи аварийного объекта, минимизируют или исключают вред, наносимый окружающей среде.

1. Мерициди И.А., Шлапаков А.В. Критерии выбора нефтяного сорбента для локализации аварийных разливов нефти на поверхности водоемов / Производственная необходимость. – М.: УКАНГ, 2007.- С.52-57.
2. Попов С.Н., Герасимов А.И., Морова Л.Я., Ефимов С.Е. Способ защиты водоемов при аварийных разливах нефти. – Патент РФ № 2435903, заявка № 2010123277 от 07.06.2010.
3. Попов С.Н., Герасимов А.И., Ефимов С.Е. Устройство для сбора нефти под водой. Патент РФ № 2471925, заявка № 2011123267 от 08.06.2011.

Захаров Е.А., Митюрин П.А., Зуб И.В.

Оптимизация технологических процессов обработки накатных грузов

*Государственный университет морского и речного флота
имени адмирала С.О. Макарова
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/lj-31-01-2018-51

idsp: 000001:lj-31-01-2018-51

Аннотация

Технология обработки накатных грузов используется для быстрой погрузки на суда и паромы горизонтальным способом без применения причальных перегрузочных устройств. Количество ролл-трейлеров на накопительной площадке терминала не достаточно для загрузки судна, из-за ограниченной площади. В тоже время, создание очередей перед терминалом, создаёт проблемы для движения городского транспорта. Целью работы является оптимизация работы терминала накатных грузов. Анализ полученной математической модели позволил выявить параметры, оптимизация которых позволит сократить время погрузки при минимальной накопительной площадке терминала.

Ключевые слова: Накатные грузы, математическая модель, оптимизирующие параметры, пропускная способность.

Abstract

Processing technology of rolling is used for quick loading on ships and ferries horizontal manner without the use of mooring cargo handling devices. The number of roll-trailers on the storage area of the terminal is not sufficient to load the vessel, due to the limited space. At the same time, creating queues in front of the terminal, creating problems for city traffic. The aim of this work is to optimize the operation of the terminal ro-ro cargoes. Analysis of the obtained mathematical model has allowed to identify the parameters, the optimization of which will allow to reduce time of loading at the minimum the storage area of the terminal.

Key words. Rolling loads, mathematical model, optimizing the parameters, the flowing ability.

Технология обработки накатных грузов в отличие от контейнерной технологии используется для быстрой погрузки на суда и паромы горизонтальным способом. Горизонтальный способ погрузки удобен тем, что в погрузочно-разгрузочных работах не задействованы причальные перегрузочные устройства. Погрузка-разгрузка судов типа «ро-ро» производится накатом через аппарель. Такой способ погрузки-выгрузки сокращает время стоянки судна под грузовыми операциями и снижает себестоимость перегрузочных работ.

Основу грузопотока для терминалов накатных грузов составляют самостоятельно передвигающиеся транспортные средства, генеральные грузы в ролл-трейлерах, а также длинномерные и негабаритные грузы, размещённые на специальных шасси, что позволяет перевозить технические объекты без их предварительной разборки.

Рис. 1. Технологическая схема погрузки

1 – судно, 2 – аппарель, 3 – ролл-трейлеры на погрузку, 4 – въезд на терминал, 5 – рентген установка, 6 – накопительная площадка.

Недостатком терминалов накатных грузов является отсутствие площадей для накопления судовой партии. После прохождения таможенного и пограничного контроля, ролл-трейлеры размещаются на накопительной площадке в ожидании погрузки на судно (рис. 1). Остальные ролл-трейлеры должны быть доставлены на терминал в заданное временное окно, определенное для погрузки судна.

Терминал (ТЕР) для накатных грузов состоит из взаимосвязанных и взаимодействующих между собой элементов посредством транзакций, в результате которых перемещаются грузы. Терминал, как любая организационная структура состоит из подсистем, которые связаны контурами управления и информационными потоками. К основным подсистемам терминала накатных грузов относятся: техническая система (Тех) технологическая система (Тсис); организационная система (ОС); информационная система (ИС), которая содержит информацию на находящихся на терминале ролл-трейлерах, а также ролл-трейлерах, которые должны быть погружены на судно, кроме этого некоторые корпоративные информационные системы содержат информацию о доходах и расходах терминала за прошедший период времени [1]:

$$ТЕР = \{Тех, Тсис, ОС, ИС\}. \quad (1)$$

С точки зрения оптимизации для каждой подсистемы формулируются критерии эффективности, оптимизационные модели и алгоритмы их реализации.

Внешней средой для терминала накатных грузов служат заявки на обработку (погрузку/выгрузку) ролл-трейлеров. Если входной поток ролл-трейлеров имеет стохастический характер, то это влияет на эффективность функционирования терминала, на его экономические показатели. Для определения оптимизирующих функций построим математическую модель функционирования терминала. Математическое моделирование

позволяет формализовать работу терминала. В процессе работы терминала могут возникнуть стохастические процессы, поэтому в математической модели представлены основные подсистемы терминала, второстепенные подсистемы в модели не рассматриваются.

Формализуем процесс функционирования терминала[2]. Для этого введём следующие обозначения:

Модельное время для суточного периода моделирования представим целочисленной переменной со значениями от 0 до 1080 (поминутная дискретизация).

V – максимально возможное количество ролл-трейлеров на накопительной площадке (емкость терминала).

N – количество единиц терминальных тягачей (ТТ) для обработки ролл-трейлеров.

$X(t) = \{x_1(t), \dots, x_V(t)\}$ – вектор состояний ролл-трейлеров в момент времени t . Состояние $x_i(t)$, описывается как набор переменных:

$$x_i(t) = \{v_i(t), \zeta_i(t), j_i(t), \pi_i(t), \mu_i(t), \tau_i(t), \alpha_j, \omega_i, \lambda_i(t), \sigma_i(t)\}, \quad (2)$$

где:

$v_i(t)$ – номер ролл-трейлера (если наличное количество ожидающих погрузки ролл-трейлеров $V(t)$ отвечает условию $V(t) < V$, то есть емкость терминала не исчерпана, то $v_i(t) = 0$ при $i > V(t)$);

$\zeta_i(t)$ – бинарный признак заявки на перемещение ролл-трейлера со значениями 1, -1, 0 в зависимости от того, предполагается ли установка ролл-трейлера на накопительную площадку, удаляется ли он с накопительной площадки или не перемещается;

$j_i(t)$ – номер единицы терминального тягача, обслуживающего i -й ролл-трейлер;

$\pi_i(t)$ – соответствующий $\zeta_i(t)$ бинарный признак состояния исполнения заявки со значениями 1, 0 в зависимости от того, начато ли исполнение или нет;

$\mu_i(t)$ – адрес положения ролл-трейлера на площадке;

$\tau_i(t)$ – длительность, оставшаяся до завершения погрузки ролл-трейлера на судно и освобождения места на накопительной площадке;

$\alpha_j \in \{1, \dots, T\}$ – момент поступления заявки на обслуживание i -го ролл-трейлера;

ω_i – нормативная длительность обслуживания по i -го ролл-трейлера;

$\lambda_i(t)$ – бинарный случайный процесс с дискретным временем, являющийся индикатором исправного (значение 1) или неисправного (значение 0) состояний ТТ. Моделируется по статистике частоты и длительности отказов ТТ;

$\sigma_i(t)$ – состояние документации на груз.

Внешней средой для терминала накатных грузов служат входные потоки заявок на обслуживание ролл-трейлеров. Если входной поток ролл-трейлеров имеет стохастический характер, что сказывается на эффективности функционирования терминала, и в конечном итоге на экономических показателях.

Для сокращения простоя судна под грузовыми операциями и уменьшения площади терминала, определим целевую функцию (C_p) и построим математическую модель.

Время грузовых операций (t_{gp}) должно быть минимальным:

$$C_t = f(t_{gp}) \rightarrow \min. \quad (3)$$

Площадь накопительной площадки (S_{np}), также должна иметь минимальные размеры:

$$S_{np} \rightarrow \min. \quad (4)$$

Данное ограничение вводится в связи с тем, что в настоящее время в период увеличения жилой застройки и сокращения площади терминалов, требуется максимально использовать ограниченное пространство терминала.

Данные ограничения могут быть выполнены при определенных условиях:

- зависимость вместимости накопительной площадки и вместимости судна (S_{vm}), учитывая ограничение (4), тождество будет иметь вид:

$$S_{np} \leq C_{vm}, \quad (5)$$

- пропускная способность аппарели (ПСап) должна обеспечивать возможность обработки судна за заданный период времени.

В самой общей постановке ПСапдолжна определяться как функция технологических и экономических параметров, так и внешних ограничений [3]:

$$ПСап = f(Q_{погр}, ПСПП, S_{пп}, тож, PPT), \quad (6)$$

где: $Q_{погр}$ – количество ролл-трейлеров необходимое для погрузки на судно;

ПСПП – пропускная способность подъездных коммуникаций;

$S_{пп}$ – вместимость терминала (в ролл-трейлерах);

тож – время ожидания обработки документации;

Робсл – ритмичность обслуживания ролл-трейлера;

PPT – ритмичность прибытия ролл-трейлеров на терминал.

Аргументы этой зависимости (факторы) можно разделить на внутренние {ПТТ, $S_{пп}$, Робсл} и внешние { $Q_{погр}$, ПСПП, тож, PPT}.

Заметим, что тож – фактор, который может выступать и как внешний, фиксированный, и как объект оптимизации. Для уменьшения объемов бумажного документооборота, предлагается использовать RFIDметку. Метка представляет собой транспондер, в который занесен идентификационный номер. Этот номер присваивается документам, отправленным в электронном виде. При въезде на территорию порта установлена система радиационного контроля. Таким образом, одновременно происходит проверка документов и контроль безопасности. В случае необходимости проведения дополнительного осмотра объект отправляется к рентгеновскому комплексу.

PPT – влияет на ПСап. Следствием динамики показателя PPT может быть колебание величины потока ролл-трейлеров, от минимального до максимального (который ограничивается текущим значением ПСПП).

Количество ролл-трейлеров, которые находятся на площадке хранения, должны быть погружены на судно за расчётное время ($t_{рас}$), так как суда типа «ро-ро» работают по расписанию. За $t_{рас}$ необходимо доставить для погрузки на судно ролл-трейлеры. Временной интервал ($t_{пост}$) поступление ролл-трейлеров на терминал будет:

$$t_{пост} = (Q_{погр} - S_{пп})/t_{рас}. \quad (7)$$

Для обеспечения ритмичной подачи ролл-трейлеров, при ограниченной площади накопительной площадки, требуется размещение ролл-трейлеров на внешнем терминале. Внешний терминал, вынесенный за черту города, обеспечит накопление судовой партии, предотвратит скопление ролл-трейлеров на подъездных путях к порту, что положительно скажется на экологии района, так как уменьшится количество одновременно работающих двигателей автомобилей. С внешнего терминала отправление ролл-трейлеров на погрузку, должна происходить через определенные временные интервалы, при этом не должно происходить задержки с оформлением документации, которая для исключения очередей переводится в электронный документооборот. Одним из вариантов оптимизации может быть применение принципа «fifo» (first in, first out – первым пришёл – первым ушёл), т.е. если один из ролл-трейлеров прибывает на погрузку раньше обозначенного временного промежутка, то он может быть погружен на судно, если это согласуется с карго планом и не окажет влияния на остойчивость судна.

1. Андрианов, А.А. Совершенствование принципов организации корпоративной информационной системы ро-ро линии/А.А. Андрианов//Эксплуатация морского транспорта. 2011, № 1 (63). – С. 23 – 27.
2. Зуб, И.В. К проблеме формализации критериев качества погрузочно-разгрузочной услуги контейнерного терминала/И.В. Зуб, М.Ю. Ястребов//Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право: Сборник науч. тр./Выпуск 1 (7)/Под ред. д.т.н. Истомина Е.П., д.т.н., проф. Марлей В.Е., д.э.н., проф. Скобелевой И.П., д.ю.н. Соблюль И.А. – СПб.: ООО «Андреевский издательский дом» - 2009. – 166 – 172.
3. Зуб, И.В. Пропускная способность контейнерного терминала как функция технологии управления/И.В. Зуб// Высокие технологии, фундаментальные исследования, образование. Т. 16 (2): сборник трудов Седьмой международной научно-практической конференции «Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности». 28-30.04.2009, Санкт-Петербург, Россия/Под ред. А.П. Кудинова, Г.Г. Матвиенко. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. – С. 176 – 181.