

Данные таблицы 4 показывают, что при организации лихтеровки судовладелец получает больше дохода на 14,76%, что объясняется максимальным количеством принятого груза. Эксплуатационные расходы увеличились на 13,38%, с 135896,00 \$ до 154086,00 \$, на что повлияло добавление дополнительных затрат на операции по лихтеровке. Тайм-чартерный эквивалент, показывающий прибыль перевозчика в сутки, увеличился при использовании лихтеровки на 84,78%, с 1886,57 \$/сут до 3486,12 \$/сут.

Таким образом, можно сделать вывод, что применение операции по лихтеровке при организации рейса по направлению Роттердам – Архангельск (терминал «Бакарица»), является для судовладельца более прибыльным, чем схема с оптимизацией запасов.

#### Литература

1. Планирование лихтеровочных операций / [Электрон. ресурс] // Crew Traffic. URL: <https://crewtraffic.com/posts/10358-untitled.html> (дата обращения 16.07.2020).
2. Кодекс торгового мореплавания Российской Федерации / [Электрон. ресурс] // Консультант Плюс. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_22916/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22916/) (дата обращения 24.07.2020).
3. Лебедев, В.Н. Технология перевозок: учебник. – СПб.: ГУМРФ им. адмирала С.О. Макарова, 2015.

4. Леонов, В.Е. Пути повышения эффективности морских грузоперевозок: монография / В.Е. Леонов, В.И. Дмитриев, – М.: Моркнига, 2019.
5. Кондратьев С.И., Боран-Кешипьян А.Л., Попов В.В. Оптимизация надежности каналов обмена данных в связанных системах национальной концепции российского сегмента e-навигации азово-черноморского бассейна // Морские интеллектуальные технологии. – 2018. – № 3 (41). – С. 162 – 169.

#### REFERENCES

1. Planning of lighter operations / [Electron. resource] / Crew Traffic. URL: <https://crewtraffic.com/posts/10358-untitled.html> (accessed 16.07.2020).
2. Code of merchant shipping of the Russian Federation / [Electron. resource] // consultant plus. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_22916/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22916/) (accessed 24.07.2020).
3. Lebedev, V. N. Technology of transportation: textbook. - Saint Petersburg: GUMRF named after Admiral S. O. Makarov, 2015.
4. Leonov, V. E. Ways to improve the efficiency of sea cargo transportation: monograph / V. E. Leonov, V. I. Dmitriev, - Moscow: Morkniga, 2019.
5. Kondrat'ev S.I., Boran-Keshish'yan, A.L. Popov V.V. Optimizaciya nadezhnosti kanalov obmena dannyh v svyaznyh sistemah nacional'noj koncepcii rossijskogo segmenta e-navigacii azovo-chemomorskogo bassejna. // Morskie intellektual'nye tekhnologii. – 2018. – № 3 (41) T. –S. 162-169.

УДК 656.073

## ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ ТРАМПОВЫМИ СУДАМИ

*Я.Я. Эглит, доктор технических наук, профессор,  
К.Я. Эглите, доктор экономических наук, профессор  
Д.А. Глушко, лаборант кафедры УТС  
А.А. Ковтун, кандидат технических наук, доцент*

Главной задачей управления доставкой груза трамповыми судами является обеспечение бесперебойной и качественной доставки груза от грузоотправителя к грузополучателю трамповыми судами.

**Ключевые слова:** трамповая система судоходства, теория вероятностей, имитационное моделирование, оптимизация.

The main task of managing the delivery of cargo by tramp vessels is to ensure uninterrupted and high-quality delivery of goods from the consignor to the consignee by tramp vessels.

**Keywords:** tramp shipping system, probability theory, simulation modeling, optimization.

#### Введение

При функционировании трамповой транспортно-технологической системы необходимо оценивать, как натуральные, так и стоимостные показатели.

Анализ современного состояния теории и практики трамповых перевозок дает возможность выявить преимущества и недостатки, наметить оптимальные пути совершенствования исследуемой транспортной системы.

Чтобы решить задачи оптимизации экономической эффективности работы трамповой системы перевозок чаще всего используют имитационное моделирование, с помощью которого можно исследовать сложную модель любого типа. Данное моделирование заключается в имитации производственных процессов на компьютерах и путем воспроизведения явлений и актов процесса в последовательности, которая отражает реальные взаимосвязи. Благодаря возможности учета нелинейности и динамики

вероятной природы некоторых явлений мы и получаем имитационную (статическую) модель, которую дальше и используем для натурального эксперимента в ускоренном масштабе времени. Статическое моделирование функционирования транспортных процессов предполагает учет случайных возмущений, описываемых разными законами распределения. Статическое моделирование функционирования транспортных процессов предполагает учет случайных возмущений, описываемых разными законами распределения. Необходимость учета случайных возмущений путем многократного воспроизведения процесса работы системы вызвана несовпадением результатов такого воспроизведения расчетов по средним значениям [3, 4].

В некоторых случаях имитационное моделирование является одним из нескольких методов для исследования сложных систем. Статическое моделирование заключается в “традиционных” подходах, а именно: моделирование динамических систем, дискретно-событийное моделирование, системная динамика. Совсем недавно появилось новое направление имитационного моделирования – мультиагентное, которое на данное время является самым развитым направлением. Развитие в компьютерной технике способствовало созданию имитационного и мультиагентного моделирования. Появление различных технологий, большой рост в вычислительной мощности позволило заменить символьную форму описания моделей на визуальную, что, конечно же, облегчило во многом процесс создания моделей. Быстрая работа процессоров помогает работать с экспериментами с моделями, видеть и оценивать результаты, вмешиваться в ход эксперимента.

Также важнейшая особенность современного моделирования – это использование технологий объектно-ориентированного моделирования. Эта функция позволяет расширить границы исследования различных моделей. Большой опыт в уже новых технологиях помогает создавать все больше сложных моделей, при этом облегчая само создание моделей.

За границей процесс развития имитационного моделирования проходил намного быстрее, чем в России. В мире часто проходят конференции обсуждения и обменом информации на тему теории и практики статического моделирования и его направлений. Разработка имитационной модели, внедрение в нее различных вариантов решения является обязательным пунктом для создания или модернизации нового предприятия или технологического процесса.

Одним из современных и развитых продуктов имитационного моделирования – это российский пакет AnyLogic, успешно конкурирующий на рынке. Основа состоит в объектно-ориентированном подходе, благодаря чему можно представить модель как совокупность параллельно взаимодействующих объектов, в которую также могут быть включены другие объекты. Также эти объекты могут исчезать во время работы в соответствии с заданными условиями.

В пакете AnyLogic возможно реализовать различные модели, например, динамические, мультиагентные, дискретно-событийные и др. При этом в одном проекте может быть использовано несколько подходов. Графическая среда поддерживает анимацию, визуальное представление модели, эксперименты, связанные с моделью и различные виды анализов.

AnyLogic применяют в логистике, маркетинге, производственных, социальных и физических процессах, в бизнесе, телекоммуникациях и системах массового обслуживания и др.

#### **Использование имитационного моделирования**

В использовании имитационного моделирования есть некоторые трудности, а именно: изменчивость исходных данных, сложность моделей, многочисленность возмущающих факторов, отсутствие полноты данных и т.д.

Автор работы “Контейнерные перевозки”, Романовский Ф.Д., исследует перевозку и перевалку контейнеров. В данной работе изложены современные методы автоматизированного управления контейнерными перегружателями. Романовский Ф.Д. подводит данную работу выводом об обязательном вмешательстве в данную проблему. Это позволит эффективно использовать транспортную систему.

Лимонов Э.Л. и Кочан В.И. в работах “Организация работы линий и анализ эффективности линейного судоходства” и “Математическое моделирование эксплуатационных задач” представляет современные методы контейнерных перевозок, которые позволяют модернизировать работу контейнерных парков и терминалов.

Математическое моделирование эксплуатационных задач с предоставлением ряда задач и различных методов решает многие вопросы улучшения контейнерных вопросов на терминалах [3].

Баканов М.И., доктор технических наук, в работе “Теория экономического анализа” рассматривает экономическую деятельность и проводит анализ хозяйственно-финансовой работы в

условиях рыночной экономики. Особенно выделен микроуровень экономического анализа, что очень важно при строительстве новых специализированных терминалов.

Большое внимание на флоте играет необходимость ожидания обслуживания. Поэтому необходимо использовать специальные контейнерные терминалы для минимизации стояночного времени судов-контейнеров. Суточные нормы зависят не только от производительности перегрузочных механизмов, но и от количества механизированных линий на терминале, и от рабочего времени.

На сегодняшний день разработано и исследовано достаточное количество моделей сложных транспортных систем, благодаря которым можно рассматривать разные варианты выбора оптимального варианта [1, 5]. Именно эти разработки сделали большой шаг в будущие исследования.

Трамповая система относится к сложным системам, так как очень дорого стоит проведение натурального эксперимента. Но все же на данный момент исследование системы с целью оптимизации экономической эффективности работы очень актуально. Для этого нужно выбрать наиболее эффективный метод в соответствии с поставленными задачами.

Существующие методы оптимизации для транспортных задач способны решать только однократные задачи. Результатом решения является различные способы функционирования транспортной системы в соответствии с заданными критериями. Компьютеры служат инструментом исследования для человека, принимающего решения [2].

На сегодняшний день широко используются методы линейного программирования, по которым есть возможность рассредоточить грузопотоки по определенным портам, расставить суда по линиям и т.д. Однако оптимальное решение возможно при использовании ограничений типа неравенств между линейными функциями нескольких переменных [3, 4]. Что касается искомым переменных, например, отношения типа неравенств между нелинейными функциями искомым аргументов, - тут появляется более сложное отношение, ибо многие из них не могут использоваться при линейном программировании.

Поэтому задачи, с использованием нелинейных соотношений с искомыми аргументами и функциями следует решать с помощью случайного поиска. Эти методы учитывают ограничения любых видов. Они существуют для решения распределительных задач, создания расписания, находят

оптимальное решение сложных систем, планируют оптимальные структуры транспортных систем для любых ограничений в любых условиях.

Опыт использования рассматриваемых систем показывает интенсивную эффективность этих методов, которые помогают принять оптимальное решение для конкретной задачи.

При решении транспортной задачи наиболее большое значение получило имитационное моделирование. Оно применяется, когда аналитическое решение проблемы невозможно, а реальный эксперимент целесообразен на тех или иных условиях. За трудными и сложными системами всегда стоят непредсказуемые последствия решений, функциональных изменений, также различных воздействий со стороны окружающей среды [5].

На сегодняшний день математическое моделирование используется в следующих направлениях:

- средство изучения, анализа системы;
- для оценки функциональных и структурных схем с целью их модернизации;
- для проверки методов управления системами;
- для обучения специалистов по управлению системами;
- для прогноза поведения систем в различных условиях;
- для усовершенствования коммерческой деятельности системы.

Таким образом, выгодно использовать схему исследования режимов работы системы, которая построена на имитационном моделировании.

Математический аппарат, который применяется в статическом моделировании, почти ничем не ограничен. Так, для некоторых частей системы можно использовать аналитические подходы.

Так как имитационное моделирование – экспериментальный метод, то в основе лежит построение случайных явлений. В результате можно оценить те или иные характеристики данной системы. Работа, которая выполняется во время имитационного моделирования, делится на следующие этапы:

- Постановка задачи, определение цели исследования.
- Разработка системы при некоторых допущениях.
- План эксперимента на компьютерной технике.
- Испытание модели и получение результатов.
- Анализ полученных результатов имитации.

Достаточные трудности вызывает накопление информации. В моделирование входит орга-

низация сбора, обработка и накопление информации. Эффект от накопления информации не всегда оправдывает связанные с ним затраты [4].

Программа сбора и обработки результатов основывается на требуемых затратах и с некоторыми ущербами от недостатка информации.

Качество и результат решения определенной задачи можно проверить, сопоставив результаты, сделанные с помощью анализа модели, и результаты, установленные без использования модели. Данные оценки могут быть получены ретроспективно или на основе практических испытаний.

При определении цели исследования устанавливаются особые критерии, с помощью которых определяют направление эксперимента. Управление экспериментом проходит благодаря управляемым переменным.

Установка задачи – это один из самых ответственных этапов имитационного моделирования. По результатам данного этапа появляется набор показателей, которые могут охарактеризовать процесс, качество его организации и управления. Чтобы найти наиболее эффективное оптимальное решение, необходимо определить способ ведения моделирования, при котором критерии качества не превышают допустимую границу, а целевая функция достигает самого большого значения.

Математическая модель совсем неполно показывает реальность, делая акцент на отдельные ее части.

На сегодняшний день исследователи больше всех выделяют анализ следующих задач:

- массового обслуживания;
- управления запасами;
- установления замены оборудования;
- создание расписаний и календарного плана;
- конфликтных ситуаций.

Первый класс задач рассматривается в теории массового обслуживания, где исследуются статические закономерности в массовых операциях. Заявки обслуживаются в течении некоторых промежутков времени. Когда большое количество каналов обслуживания, то система имеет убытки из-за простоев каналов.

Предмет изучения износа и замены оборудования – это задачи, которые связаны с изменением состояния оборудования и его убытков на поддержание способности работать.

Модели распределения существуют для прогнозирования большого числа операций. Любая операция может быть выполнена любым способом, но все зависит от качества и количества оборудования. Задача исследования – это поиск

решения, при котором все деятельности выполняются целесообразно.

При создании календарного плана и расписания, должно быть, удовлетворен должный уровень качества процесса, определяющийся следующими критериями:

- суммарные убытки;
- общее время простоя;
- количество заявок, обработанных в период времени.

#### **Заключение**

Экономико-математическая модель исследования вариантов работы трамповой системы доставки грузов предоставляет рекомендации по улучшению оптимального решения по работе системы. Данная модель также может быть использована для развития трамповой системы.

Математическая модель предусматривает возможность составить рекомендации, которые позволяют принимать решения по управлению трамповых судов [1, 2]. Итак, можно выделить основные методы оптимального решения задачи эффективности работы трамповой транспортно-технологической системы:

- имитационное моделирование;
- метод линейного программирования;
- использование экономико-математических моделей существования сложных транспортных систем.

Подводя итог, лучшим является имитационное моделирование, потому что именно оно предоставляет возможность проделывать исследования транспортных систем с целью модернизации управления ими.

#### **Литература**

1. Бондаренко С.Н. Оптимизация методов оптимального управления на морском транспорте. – М.: Транспорт, 2011.– 185 с.
2. Брухис Г.Е. Коммерческая эксплуатация морского транспорта. – М.: Транспорт, 1995.– 210 с.
3. Эглит Я.Я. Технология перевозок грузов.– СПб.: АТР, 2012.– 115 с.
4. Эглит Я.Я., Прокофьев В.А. Управление транспортными системами.– СПб.: “Феникс”, 424 с.
5. Эглит Я.Я. Маркетинг и логистика. – СПб.: “Спектр”, 2012.– 312 с.
6. Ветренко Л.Д. Управление работой морского порта. – СПб.: “Строка”, 358 с.
7. Андронов Л.Н. Складские и стивидорные расчеты. – М.: Транспорт, 1986.– 352 с.
8. Астреин В.В. Структура системы безопасности судовождения [Текст] / В.В. Астреин, С.И. Кондратьев // Эксплуатация морского транспорта.– 2015.– № 3.– С. 38-47.

9. Студеникин Д.Е., Хекерт Е.В., Модина М.А. Прогнозирование движения судна с помощью иерархических систем нечеткой логики (на английском языке) // Морские интеллектуальные технологии.– 2018.– № 1-1 (39).– С. 205-208.
10. Шорохов В.Н., Осокин М.Ю., Хекерт Е.В. Организация сбора и распространения гидрометеорологической информации: учебное пособие для обучения курсантов (студентов).– Новороссийск: ФГБОУ ВПО "Морская государственная академия им. адм. Ф.Ф. Ушакова", 2010.
11. Каракаев А.Б., Луканин А.В., Хекерт Е.В. Разработка методологии, методов и моделей анализа влияния различных вариантов построения структуры и режимов поддержания и восстановления работоспособности судовых электроэнергетических систем (часть 1) //Эксплуатация морского транспорта.– 2016.– № 3(80).– С.54-60
12. . Бабурина О.Н., Ботнарюк М.В., Кондратьев С.И. Интеллектуальные проблемы реализации дорожной карты развития морской отрасли России («Marinet») в рамках национальной технологической инициативы // Морские интеллектуальные технологии.– 2018.– № 3 (41).– С. 190-198
5. Eglit Ya. ya. Marketing and logistics. - SPb, "Spectrum", 2012, 312 p.
6. Vetrenko L. D. Managing the work of the seaport, - SPb, "Stroka", 358 p.
7. Andronov L. N. Warehouse and stevedore calculations. - M.: Transport, 1986, 352 p.
8. Astrein V.V. Struktura sistemy bezopasnosti sudovozhdeniya [Tekst] / V.V. Astrein, S.I. Kondrat'ev // Ekspluatatsiya morskogo transporta.– 2015.– № 3.– S. 38-47.
9. Studenikin D.E., Hekert E.V., Modina M.A. Prognozirovanie dvizheniya sudna s pomoshch'yu ierarhicheskikh sistem nechetkoj logiki (na anglijskom yazyke).// Morskie intellektual'nye tekhnologii.– 2018.– № 1-1 (39).– S. 205-208.
10. Shorohov V.N., Osokin M.YU., Hekert E.V. Organizatsiya sbora i rasprostraneniya gidrometeorologicheskoy informatsii / Uchebnoe posobie dlya obucheniya kursantov (studentov) /FGOU VPO "Morskaya gosudarstvennayaakademiyaya im. adm. F.F. Ushakova", Novorossiysk, 2010.
11. Karakaev A.B., Lukanin A.V., Hekert E.V. Razrabotka metodologii, metodov i modelej analiza vliyaniya razlichnykh variantov postroeniya struktury i rezhimov podderzhaniya i voss-tanovleniya rabotosposobnosti sudovykh elektroenergeticheskikh sistem (chast' 1)/Ekspluatatsiya morskogo transporta.– 2016.– № 3(80).– S.54-60.
12. Baburina O.N., Botnaryuk M.V., Kondrat'ev S.I. Intellektual'nye problemy realizatsii dorozhnoy karty razvitiya morskoy otrasli Rossii («Marinet») v ramkah nacional'noj tekhnologicheskoy initsiativy.// Morskie intellektual'nye tekhnologii.– 2018.– № 3 (41) T.– S. 190 - 198.

#### REFERENCES

1. Bondarenko S. N. Optimization of optimal control methods in marine transport. – M.: Transport, 2011.– 185 p.
2. Brukhis G. E. Commercial exploitation of sea transport. – M.: Transport, 1995, 210 p.
3. Eglit Ya. ya. Technology of cargo transportation. Saint Petersburg, APR, 2012, 115 p.
4. Eglit Ya. Ya., Prokofiev V. A. Management of transport systems. Saint Petersburg, " Phoenix", 424 p.

УДК- 551.577.53

DOI: 10.34046/aumsuomt96/3

## К ВОПРОСУ ОБ УСТАЛОСТИ ПЕРСОНАЛА СУДОВ КАК ОДНОЙ ИЗ СУЩЕСТВЕННЫХ ПРИЧИН АВАРИЙ НА ТРАНСПОРТНЫХ СУДАХ

*А.Н. Томилин, доктор педагогических наук, профессор,  
А.Л. Боран-Кешешьян, кандидат технических наук, доцент,  
С.Н. Томилина, кандидат педагогических наук, доцент,  
Д.О. Яворская, аспирант.*

В статье на основе анализа руководящих документов ИМО и подходов отечественных ученых рассматривается сущность феномена «усталость» как одной из существенных причин аварий транспортных судов. Приводятся результаты опроса моряков об основных причинах усталости. Предпринята попытка дать авторское определение термину «усталость членов экипажа транспортного судна», предлагаются основные направления по снижению уровня усталости моряков.

**Ключевые слова:** аварии, аварийный случай, анализ, моряк, причины аварий, причины ошибок судоводителей, усталость, человеческий фактор.

Based on the analysis of IMO guidelines and approaches of Russian scientists, the article examines the essence of the phenomenon of "fatigue" as one of the significant causes of accidents of transport vessels. The results of a survey of seafarers on the main causes of fatigue are presented. An attempt is made to give the author's definition of the term "fatigue of crew members of a transport vessel", and the main directions for reducing the level of fatigue of seafarers are proposed.

**Keywords:** accidents: accident, analysis, seaman, causes of accidents, causes of boatmasters errors, fatigue, human factor.