

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО  
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И ЛОГИСТИКА

СМИ ЭЛ N ФС77-47019 от 18.10.2011

[www.salogistics.ru](http://www.salogistics.ru)

12+

ISSN 2077-5687

Специальное научное издание. Выпуск от 5 марта 2021 года

## Выпуск №1(27)



25 января 2021 года Федеральному государственному автономному образовательному учреждению высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения» (ГУАП) исполнилось 80 лет.



ул.Большая Морская д.67, ауд.13-06

[www.guap/k12](http://www.guap/k12)

[www.salogistics.ru](http://www.salogistics.ru)

<https://vk.com/kaf12guap>

1(27)/2021

Санкт-Петербург 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1

### СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

1. *Назаревич С. А., Винниченко А. В.* Методика повышения качества процесса анализа уровня зрелости развернутых процессов на основе моделей нечеткой логики.....3-9
2. *Пиль Э. А., Коджебаши Ф. Ф.* Анализ и прогноз количества личных автомобилей.....10-19

### ЛОГИСТИКА

3. *Майоров Н. Н.* Исследование изменений и управление развитием морского пассажирского порта.....20-30
4. *Свидинская Д. В.* Анализ организации движения поездов по расписанию.....31-36
5. *Сумманен А. В.* Дефектация блока цилиндров двигателей внутреннего сгорания.....37-43
6. *Трегуб М. А., Ярошенко-Соколовская К. А.* Перспективы развития Северного морского пути. Северный морской транзитный коридор.....44-48
7. *Мовчан Н. В.* Исследование загруженности перекрестков на основе использования круговых диаграмм интенсивностей.....49-58
8. *Эглит Я. Я., Эглите К. Я., Бальбин А. Р., Васильева Т. А.* Обоснование компоновки рефрижераторного склада.....59-64
9. *Васильев Ю. И., Шагин Н. С.* Особенности перевозки компрессорной установки на воздушном транспорте.....65-73
10. *Васильев Ю. И., Живило Т. А., Макарова Т. С.* Регулирование морских контейнерных перевозок в период пандемии.....74-78
11. *Акунец Е. И.* Конкурентоспособность стивидорных компаний в портовой отрасли.....79-84
12. *Акунец Е. И.* Анализ конкурентоспособности морского транспортного узла.....85-91

---

#### Редакционный совет

##### Председатель редакционного совета:

Оводенко А.А. – доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки Российской Федерации

##### Главный редактор:

Фетисов В.А. – доктор технических наук, профессор, доктор Академии наук Венгрии  
e-mail: fet1@aanet.ru

##### Заместитель главного редактора:

Майоров Н.Н.- к.т.н., доц.

##### Редакционная коллегия:

1. Кириченко А.В. – д.т.н., проф.;
2. Слободчиков Н.А. – к.в.н., проф.;
3. Уголков С.В. – к.т.н., доц.;
4. Сумманен А.В. – к.т.н., доц.;
5. Матьяш В.А. – к.т.н., доц.;
6. Лукинский В.С. – д.т.н., проф.;
7. Пиль Э.А. – д.т.н., проф.;
8. Ivan Berazhny – Senior Lecturer.

##### РЕДАКЦИЯ:

e-mail: journal@salogistics.ru  
<http://www.salogistics.ru/>

Кафедра системного анализа и логистики

Адрес: СПб., Большая Морская дом 67, ауд. 13-06, [www.salogistics.ru](http://www.salogistics.ru)

---

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При использовании материалов в других источниках ссылка на журнал обязательна.

---



## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

УДК 65.01

DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-3-9

### МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОЦЕССА АНАЛИЗА УРОВНЯ ЗРЕЛОСТИ РАЗВЕРНУТЫХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

**С. А. Назаревич, А. В. Винниченко**

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

*В работе представлены характеристики уровней зрелости процессов в соответствии с регламентацией, указанной в ГОСТ Р ИСО/МЭК 15504-2-2009. Описаны проблемы идентификации состояний процессов в течение их жизненного цикла, основываясь на рейтинге и косвенных признаках, характеризующих переход из одной классификационной группы в другую. Для дополнения методологии описания бизнес-процессов и идентификации уровня зрелости вновь развернутых процессов используется аппарат нечётких множеств с применением и обоснованием функции принадлежности трапецевидной формы. Методика позволит охарактеризовать состояния бизнес-процессов и создать обоснованное суждение о принадлежности их определенному уровню зрелости, что будет актуально в целях принятия решения о модернизации или реструктуризации бизнес-процесса.*

*Ключевые слова: нечёткая логика, мягкие вычисления, трапецевидная функция принадлежности, модель уровня процесса, анализ необходимости изменения течения процесса, ядро множества, классификационная группа.*

**Для цитирования:**

*Назаревич С. А., Винниченко А. В. Методика повышения качества процесса анализа уровня зрелости развернутых процессов на основе моделей нечеткой логики // Системный анализ и логистика: журнал.: выпуск №1(27), ISSN 2077-5687. – СПб.: ГУАП., 2021 – с. 3-9. РИНЦ. DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-3-9.*

### METHODOLOGY OF INCREASING THE QUALITY OF THE PROCESS OF ANALYSIS OF THE MATURE LEVEL OF DEPLOYED PROCESSES BASED ON FUZZY LOGIC MODELS

**S. A. Nazarewicz, A. V. Vinnichenko**

Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

*The paper presents the characteristics of the maturity levels of processes in accordance with the regulations specified in GOST R ISO / IEC 15504-2-2009. The problems of identifying the states of processes during their life cycle are described, based on the rating and indirect signs characterizing the transition from one classification group to another. To complement the methodology for describing business processes and identifying the level of maturity of newly deployed processes, the apparatus of fuzzy sets is used, with the use and justification of the trapezoidal membership function. The methodology will allow to characterize the state of business processes and create a reasoned judgment about their belonging to a certain level of maturity, which will be relevant in order to make a decision on the modernization or restructuring of the business process.*

*Keywords: fuzzy logic, soft computing, trapezoidal membership function, process level model, analysis of the need to change the flow of the process, the core of the set, the classification group.*

**For citation:**

*Nazarewicz S. A., Vinnichenko A. V. Methodology of increasing the quality of the process of analysis of the mature level of deployed processes based on fuzzy logic models // System analysis and logistics.: №1(27), ISSN 2077-5687. – Russia, Saint-Petersburg.: SUAI., 2021 – p. 3-9. DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-3-9.*

**Актуальность**

В соответствии с присущей нашему времени доктриной, популяризирующей тотальную интеграцию системы менеджмента качества (СМК) в основные виды деятельности организации, базирующуюся на основе международных стандартов по управлению качеством комитета по стандартизации ISO, появилась актуальная задача описания бизнес- процессов в реальном времени. Причём фактическое описание бизнес-процессов занимает не одну прикладную проблему, так как для разных организаций существуют разные масштабные модели, описывающие их деятельность, и прикладные пакеты, применимые к подобным видам деятельности и к подобным масштабам производства. Такие нотации по моделированию бизнес-процессов как IDEF0 и ARIS представляют



не менее известные рекомендации по условно графическому обозначению видов деятельности, составляющих ценность производственных процессов. Они являются широко распространенными на сегодняшний день. Однако необходимо иметь навык и опыт использования и понимания адекватности применения нотаций применительно к тем процессам, где действительно требуется фактическое моделирование.

### **Постановка проблемы**

Конечно, существует ряд проблем, связанных с описанием и моделированием бизнес-процессов, так как необходимо подготавливать соответствующих специалистов, обладающих необходимыми компетенциями и адекватным взглядом на производственные взаимосвязи. Также специалисты должны уметь определять межпроцессные барьеры и выявлять фактические связи между подразделениями, обращая при этом внимание на здравый смысл и логику той работы, которую ведут структурные подразделения по созданию ценности для как внутреннего, так и внешнего потребителя. Следовательно, необходимость моделирования и актуализации фактического описания бизнес-процессов имеет практическую прикладную значимость, однако есть существенная проблема: неопределённость в уровне зрелости описываемого процесса. Существующая неопределённость заключается в понимании того, какой перед нами процесс: осуществляемый, развернутый или устанавливаемый, а для его идентификации процесс должен соответствовать чётким критериям, которые необходимо установить и измерить. С этой проблемой нам позволит справиться ГОСТ Р ИСО/МЭК 15504-2-2009, который устанавливает уровни зрелости процесса и рейтинговые составляющие, характеризующие его потенциал.

Проблема пограничных состояний между уровнями процессов – это известная задача классификации, которая ведёт к нечёткости ситуации в понимании готовности потенциала процесса к следующему шагу в цикле непрерывного совершенствования. Подобные циклы положены в основу идеологии всеобщего управления качеством и принципов управления качеством, которые предписывают итерировать процесс непрерывного совершенствования, используя новые методики для достижения улучшения уровня качества и унификации всех процессов. Безусловно, подобного рода действия приводят к дестабилизации рабочего ритма персонала структурного подразделения и постоянной готовности к структурным изменениям и нововведениям. Вследствие этого персонал перестаёт воспринимать данное явление как значимые результаты управленческих действий, направленные на создание оптимальных условий протекания рабочего процесса. Следовательно, необходим механизм оценки потенциала бизнес-процесса для понимания готовности всей инфраструктуры процесса к изменениям [2].

Авторы настоящей статьи предложили способ классификации состояний бизнес-процессов по принципам центрирования рейтинговых состояний процесса, который полностью отвечает всем требованиям к уровню зрелости процессов в соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 15504-2-2009.

### **Практическая применимость**

Методика включает модель нечётких множеств, позволяющая купировать состояние неопределённости в межклассификационных областях. По совокупности своих свойств уровни зрелости процессов подробно описаны в [1], однако недостаточно ясным является значимый интервал, который характеризуют принадлежность к тому или иному уровню зрелости, поэтому было принято решение использовать аппарат нечёткой логики для более детального описания состояния перехода из одного уровня зрелости в другой. Модели нечёткой логики были описаны многими учёными [3-5] и используются на сегодняшний день в разных отраслях науки и техники как самый популярный способ «мягких вычислений» для процессов классификации и исследования поведения теоретических моделей на практике [6-10].



Таблица 1 – Уровень зрелости процессов в структурном подразделении

Уровень	Характеристика процесса	Рейтинговая оценка	Критерии	Интервалы
Уровень 1 Осуществленный процесс	Осуществление процесса (ОСП)	В основном или полностью	В П - 50%-100%	UCL – 100%
				CL - 75%
				LCL – 50%
Уровень 2 Управляемый процесс	Осуществление процесса Управление осуществлением (УО) Управление рабочим продуктом	Полностью В основном или полностью В основном или полностью	П - 85%-100% В П - 50%-100% В П - 50%-100%	UCL – 300%
				CL - 242%
				LCL – 185%
Уровень 3 Установленный процесс	Осуществление процесса Управление осуществлением Управление рабочим продуктом (УПП) Определение процесса (ОП) Развертывание процесса (РП)	Полностью Полностью Полностью В основном или полностью В основном или полностью	П - 85%-100% П - 85%-100% П - 85%-100% В П - 50%-100% В П - 50%-100%	UCL – 500
				CL - 427,5
				LCL – 355
Уровень 4 Предсказуемый процесс	Осуществление процесса Управление осуществлением Управление рабочим продуктом Определение процесса Развертывание процесса Измерение процесса (ИЗ) Контроль процесса (КП)	Полностью Полностью Полностью Полностью Полностью В основном или полностью В основном или полностью	П - 85%-100% П - 85%-100% П - 85%-100% П - 85%-100% П - 85%-100% В П - 50%-100% В П - 50%-100%	UCL – 700
				CL - 612,5
				LCL – 525
Уровень 5 Оптимизирующий процесс	Осуществление процесса Управление осуществлением Управление рабочим продуктом Определение процесса Развертывание процесса Измерение процесса Контроль процесса Инновация процесса (ИП) Оптимизация процесса (ИПТ)	Полностью Полностью Полностью Полностью Полностью Полностью В основном или полностью В основном или полностью	П - 85%-100% П - 85%-100% П - 85%-100% П - 85%-100% П - 85%-100% П - 85%-100% В П - 50%-100% В П - 50%-100%	UCL – 900
				CL - 797,5
				LCL – 695

Приведенная ниже упорядоченная шкала рейтингов должна быть использована для выражения уровней достижения атрибутов процессов.

Определенную выше упорядоченную шкалу рейтингов следует выражать в терминах процентной шкалы, представляющей собой степень достижения [1].

$УП_1 = \{(0,1; 10) (0,3; 30) (0,5; 50) (0,7; 70) (0,9; 90) (1,0; 100) (0,8; 110) (0,6; 130) (0,4; 150) (0,2; 170)\}$ ;

$УП_2 = \{(0,1; 150) (0,3; 180) (0,5; 210) (0,7; 240) (0,9; 270) (1,0; 300) (0,8; 330) (0,6; 360) (0,4; 390) (0,2; 420)\}$ ;

$УП_3 = \{(0,1; 355) (0,3; 385) (0,5; 415) (0,7; 445) (0,9; 475) (1,0; 500) (0,8; 530) (0,6; 560) (0,4; 590) (0,2; 620)\}$ ;

$УП_4 = \{(0,1; 525) (0,3; 560) (0,5; 595) (0,7; 630) (0,9; 665) (1,0; 700) (0,8; 735) (0,6; 770) (0,4; 805) (0,2; 840)\}$ ;

$УП_5 = \{(0,1; 695) (0,3; 735) (0,5; 775) (0,7; 815) (0,9; 855) (1,0; 900) (0,8; 940) (0,6; 980) (0,4; 1020)\}$



(0,2; 1060)}.

Таблица 2 – Характеристики уровня

<b>Н</b> - Не достигнут.	<b>Н</b> - 0%-15% достижения.	Свидетельств достижения результата процесса или появления атрибутов процесса
<b>Ч</b> - Частично достигнут.	<b>Ч</b> - 15%-50% достижения.	Достижение первых целей процесса, выполнение задач или основных функций процесса, документарность процесса
<b>В</b> - В основном достигнут.	<b>В</b> - 50%-85% достижения.	Систематическая итерация процесса и наличие регламента процесса для измерения основных достигнутых атрибутов на выходе. Измерение гибкости и жизнеспособности процесса.
<b>П</b> - Полностью достигнут.	<b>П</b> - 85%-100% достижения	Имеется свидетельство полного и систематического подхода к достижению и полного достижения определенного атрибута в оцениваемом процессе.

Таблица 3 – Взаимодействие характеристик уровня потенциала процесса и уровня зрелости процесса

Характеристика потенциала уровня									Характеристика уровня зрелости процесса
ОСП	УО	УПРП	ОП	РП	ИЗ	КП	ИП	ОПТ	
Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Уровень 0
Ч	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Уровень 0
В	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Уровень 1 Осуществленный процесс
П	Ч	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Уровень 1 Осуществленный процесс
П	В	Ч	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Уровень 1 Осуществленный процесс
П	П	В	Ч	Н	Н	Н	Н	Н	Уровень 2 Управляемый процесс
П	П	П	В	Ч	Н	Н	Н	Н	Уровень 2 Управляемый процесс
П	П	П	В	В	Н	Н	Н	Н	Уровень 3 Установленный процесс
П	П	П	П	В	Ч	Н	Н	Н	Уровень 3 Установленный процесс
П	П	П	П	П	В	Ч	Н	Н	Уровень 3 Установленный процесс
П	П	П	П	П	В	В	Н	Н	Уровень 4 Предсказуемый процесс
П	П	П	П	П	П	В	Ч	Н	Уровень 4 Предсказуемый процесс
П	П	П	П	П	П	П	В	Ч	Уровень 4 Предсказуемый процесс
П	П	П	П	П	П	П	В	В	Уровень 5 Оптимизирующий процесс
П	П	П	П	П	П	П	П	В	Уровень 5 Оптимизирующий процесс
П	П	П	П	П	П	П	П	П	Уровень 5 Оптимизирующий процесс

\*ОСП - Осуществление процесса, УО - Управление осуществлением, УПРП - Управление рабочим продуктом, ОП - Определение процесса, РП- Развертывание процесса, ИЗ - Измерение процесса, КП - Контроль процесса, ИП - Инновация процесса, ОПТ-Оптимизация процесса



Таблица 4 – Функции принадлежности для моделей нечёткой логики

Уровень 1 Осуществленный процесс	Уровень 2 Управляемый процесс	Уровень 3 Установленный процесс
$\mu_{уп1}$ $\begin{cases} y = 0, x < 10 \\ \frac{x-10}{90-10}, \text{ если } 10 < x < 90 \\ y = 1, 90 < x < 100 \\ \frac{170-x}{170-100}, \text{ если } 100 < x < 170 \\ y = 0, x > 170 \end{cases}$	$\mu_{уп2}$ $\begin{cases} y = 0, x < 150 \\ \frac{x-150}{270-150}, \text{ если } 150 < x < 270 \\ y = 1, 270 < x < 300 \\ \frac{420-x}{420-300}, \text{ если } 300 < x < 420 \\ y = 0, x > 420 \end{cases}$	$\mu_{уп3}$ $\begin{cases} y = 0, x < 355 \\ \frac{x-355}{475-355}, \text{ если } 355 < x < 475 \\ y = 1, 475 < x < 500 \\ \frac{620-x}{620-475}, \text{ если } 475 < x < 620 \\ y = 0, x > 620 \end{cases}$
Уровень 4 Предсказуемый процесс	Уровень 5 Оптимизирующий процесс	
$\mu_{уп4}$ $\begin{cases} y = 0, x < 525 \\ \frac{x-525}{665-525}, \text{ если } 525 < x < 665 \\ y = 1, 665 < x < 700 \\ \frac{840-x}{840-700}, \text{ если } 700 < x < 840 \\ y = 0, x > 840 \end{cases}$	$\mu_{уп5}$ $\begin{cases} y = 0, x < 695 \\ \frac{x-695}{855-695}, \text{ если } 695 < x < 855 \\ y = 1, 855 < x < 900 \\ \frac{1060-x}{1060-900}, \text{ если } 900 < x < 1060 \\ y = 0, x > 1060 \end{cases}$	

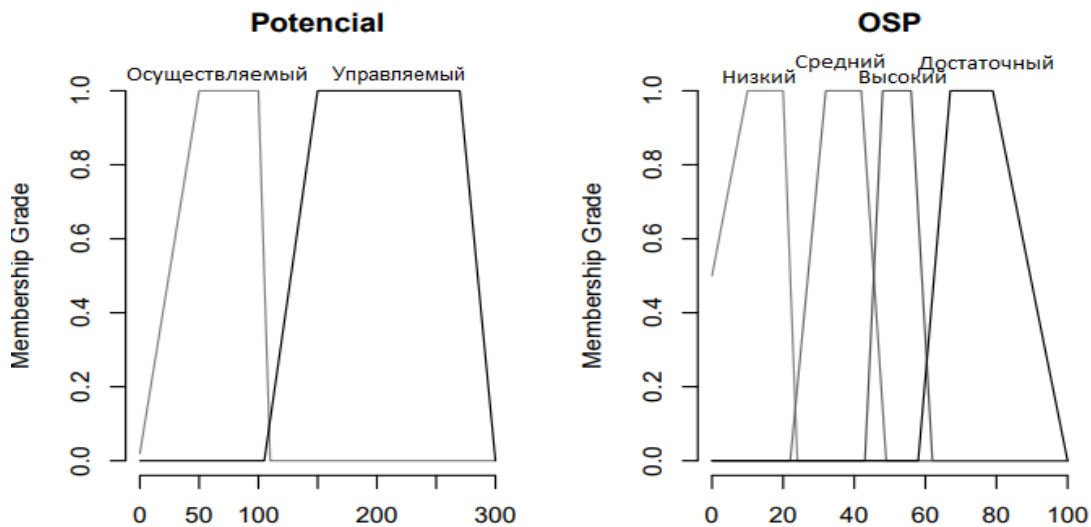


Рис. 1. Функции принадлежности для моделей нечеткой логики

```

1 library(sets)
2 u1<-seq(from = 0, to = 100, by = 0.1)
3 u2<-seq(from = 0, to = 200, by = 0.1)
4 u3<-seq(from = 0, to = 300, by = 0.1)
5 variables <-set(
6   OSP=
7     fuzzy_variable(Low=fuzzy_trapezoid_gset(corners=c(-10,10,20,24), universe=u1),
8                   Middle=fuzzy_trapezoid_gset(corners =c(22,32,42,49), universe=u1),
9                   Normal=fuzzy_trapezoid_gset(corners=c(43,48,56,62), universe=u1),
10                  high=fuzzy_trapezoid_gset(corners=c(58,67,79,100), universe=u1)
11 ),

```

Рис. 2. Функции принадлежности для моделей нечеткой логики



## Результаты

В работе был проведён анализ существующих моделей, описывающих функции принадлежности, и выбрана такая функция как «трапециод», что более детально описывает ядро множества, представляющегося чётким и уверенным интервалом, в рамках которого абсолютно определённо можем сказать, что эти значения соответствуют определённой классификационной группе.

Стоит отметить, что также были рассмотрены функции принадлежности: функции Гаусса, треугольная функция, волнообразная функция и S-образная функции. Все функции достаточно применимы касательно процесса, однако чёткий контроль интервальных значений демонстрирует только трапециевидная функция принадлежности. Ещё одним аргументом за использование функции трапеции является тот факт, что все способы и методы описания технологических изменений и технологических рывков, представленные в таких идеологиях как Кайро и Кайзен, то есть непрерывного и скачкообразного улучшения, описываются также с помощью трапецидальных функций, через графические обозначения представления данных.

## Заключение

Практическое применение данной методики используется при анализе необходимости модернизации или готовности существующих процессов к структурным изменениям, в течение которых основная функция процесса будет либо модернизирована, либо модифицирована. Также с точки зрения СМК существует необходимость документирования информации в целях подтверждения существования основных видов деятельности, их функциональности и верификации их результативности, поэтому использование практической методики позволит получать фактическое подтверждение актуализированных процессов СМК и представлять документальное свидетельство их существования после реструктуризации.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15504-2-2009 Информационная технология (ИТ). Оценка процесса. Часть 2. Проведение оценки – Стандартиформ, 2018. – 20 с.
2. *Назаревич С.А.* Модели и методики мониторинга процессов оценки новизны и конкурентоспособности продукции / автореферат дис. кандидата технических наук / С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. Санкт-Петербург, 2015
3. *Новиков Д.А., Суханов А.Л.* Модели и механизмы управления научными проектами в университетах. М.: Институт управления образованием, 2005.
4. *Винниченко А.В., Назаревич С.А.* Применение аппарата нечеткой логики для описания функций принадлежности параметров установки модели по переработке 3D материалов. В сборнике: Сборник статей XXI Международной научно-практической конференции. 2020. С. 27-32.
5. *Nazarevich S.A., Vinnichenko A.V., Kurlov V.V.* Applicability of the reverse engineering model for unification tasks in systems engineering processes of engineering enterprises. В сборнике: JOP Conference Series: Metrological Support of Innovative Technologies. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Krasnoyarsk, Russia, 2020. С. 52076.
6. *Korshunov G., Frolova E., Nazarevich S., Smirnov V.* Fuzzy models and system technical condition estimation criteria. *Advances in Intelligent Systems and Computing* . 2020. Т. 1041. С. 179-189.
7. *Тушавин В.А.* Выявление причин отклонений процесса на основе нечетко-логического моделирования Системы управления и информационные технологии. 2017. № 4 (70). С. 76-78.



8. *Тушавин В.А.* Информационные технологии и интегрированные системы менеджмента качества. В сборнике: Моделирование и ситуационное управление качеством сложных систем. Сборник докладов. 2015. С. 86-89.
9. *Варжанетян А.Г., Семенова Е.Г., Тушавин В.А., Смирнова М.С.* Повышение потребительской ценности продукции за счет оптимизации процесса туманных вычислений Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 10. С. 130-136.
10. *Семенова Е.Г., Фролова Е.А., Дмитриенков К.С.* Управление качеством продукции автопромышленного комплекса при проектировании производственных процессов. В сборнике: Моделирование и ситуационное управление качеством сложных систем. Сборник докладов Первой Всероссийской научной конференции. Санкт-Петербург, 2020. С. 162-167.

### **ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ**

**Назаревич Станислав Анатольевич –**

к.т.н., доцент

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»  
190000, Россия, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А

E-mail: Albus87@inbox.ru

**Винниченко Александра Валерьевна –**

ассистент кафедры

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»  
190000, Россия, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А

E-mail: alex23rain@gmail.com

### **INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

**Nazarevich Stanislav Anatolievich –**

cand. tech. sci., associate professor

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation  
SUAI, 67, Bolshaya Morskaya str., Saint-Petersburg, 190000, Russia

E-mail: Albus87@inbox.ru

**Vinnichenko Alexandra Valerievna –**

assistant of the department

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation  
SUAI, 67, Bolshaya Morskaya str., Saint-Petersburg, 190000, Russia

E-mail: alex23rain@gmail.com



УДК 658(075)

DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-10-19

## АНАЛИЗ И ПРОГНОЗ КОЛИЧЕСТВА ЛИЧНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

**Э. А. Пиль, Ф. Ф. Коджебаш**

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

В статье представлен анализ личных автомобилей на 1000 человек населения и их прогноз до 2030 года с применением программы Линия Тренда, входящей в качестве программного обеспечения базы данных MS Excel. Этот анализ был основан на статистике с 2000 по 2019 год. Полученные уравнения показали, что в прогнозе должны использоваться линейные, экспоненциальные, а также полиномиальные уравнения второго и третьего порядка, на основе которых проводился анализ до 2030 года.

*Ключевые слова:* личные автомобили, Санкт-Петербург, анализ, прогноз.

### *Для цитирования:*

*Пиль Э. А., Коджебаш Ф. Ф. Анализ и прогноз количества личных автомобилей // Системный анализ и логистика: журнал.: выпуск №1(27), ISSN 2077-5687. – СПб.: ГУАП., 2021 – с. 10-19. РИНЦ. DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-10-19.*

## ANALYSIS AND FORECAST OF THE NUMBER OF PERSONAL CARS IN ST. PETERSBURG

**E. A. Pil, F. F. Kodzhebash**

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

*The article presents an analysis of personal cars per 1000 people of the population and their forecast until 2030 using the Trend Line program, which is included in the MS Excel database software. This analysis was based on statistics from 2000 to 2019. The obtained equations showed that the forecast should use linear, exponential, and also polynomial equations of the second and third order, on the basis of which the analysis was made until 2030.*

*Keywords:* personal cars, St. Petersburg, analysis, forecast.

### *For citation:*

*Pil E. A., Kodzhebash F. F. Analysis and forecast of the number of personal cars in St. Petersburg // System analysis and logistics.: №1(27), ISSN 2077-5687. – Russia, Saint-Petersburg.: SUAI., 2021 – p. 10-19. DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-10-19.*

В 2016 году российские автомобилисты отметили 120-летие отечественного автотранспорта. Начало этому знаменательному событию было положено Постановлением Министра путей сообщения царской России от 11.09.1896 г., которое определяло условия и порядок перевозки пассажиров и тяжестей в самодвижущихся экипажах. А вот началом автомобильной эпохи в целом принято считать 1895 г., когда К. Бенц и чуть позже его соотечественник Г. Даймлер построили самодвижущие экипажи с бензиновым двигателем внутреннего сгорания (ДВС).

В 1884 году Е. А. Яковлев основал в Петербурге первое производство отечественных двигателей собственной конструкции. В 1891 г. его завод приступил к серийному выпуску бензиновых и керосиновых двигателей. Параллельно с паровыми машинами и ДВС велись работы в области электротехники и рассматривались варианты использования ее в автомобилестроении. В России работами по созданию электрических экипажей занимался инженер Романов. Им были созданы электромобили типа коляски (кэба) и омнибуса. Двухместный кэб Романова 1899 г. использовался для «извозного промысла». В электромобилях Романова были по 2 электродвигателя и 2 системы торможения. Строились электромобили акционерным обществом П. А. Фрезе. Большой вес, частая подзарядка и чувствительность к сотрясениям затрудняла эксплуатацию электромобилей [1]. После этого в двадцатых годах прошлого века в России стал развиваться свой отечественный автопром, и были построены такие известные заводы как завод имени Лихачева в Москве (ЗИЛ) и Горьковский автомобильный завод (ГАЗ).



В представленной ниже таблице 1 сведена статистика количества собственных автомобилей на 1000 человек населения в г. Санкт-Петербург с 2000 по 2019 годы [2].

Таблица 1 – Статистика количества собственных автомобилей на 1000 человек населения в г. Санкт-Петербург с 2000 по 2019 годы

№	Год	Количество автомобилей	№ п/п	Год	Количество автомобилей
1	2	3	4	5	6
1	2000	180,3	11	2010	281,0
2	2001	168,1	12	2011	288,9
3	2002	190,6	13	2012	288,8
4	2003	199,8	14	2013	318,4
5	2004	205,2	15	2014	298,8
6	2005	213,7	16	2015	296,4
7	2006	232,6	17	2016	299,6
8	2007	255,0	18	2017	301,4
9	2008	272,2	19	2018	301,6
10	2009	277,8	20	2019	303,7

На основе таблицы 1 был построен рисунок 1 с отображением зависимости количества собственных автомобилей на 1000 человек населения в г. Санкт-Петербурге, начиная с 2000 года и заканчивая 2019 годом. Как видно из рисунка 1, построенная кривая имеет спады количества собственных автомобилей в 2001 году и в 2014 и 2015 годах после всплеска купленных автомобилей в 2013 году. Спад количества собственных автомобилей на 1000 человек населения в г. Санкт-Петербурге в 2014 году можно объяснить изменением курса рубля по отношению к доллару в два раза и тем самым, соответственно, увеличением стоимости автомобилей, произведенных за рубежом также в два раза. Это можно объяснить присоединением Крыма к России и началом санкций западных стран против нашей страны.

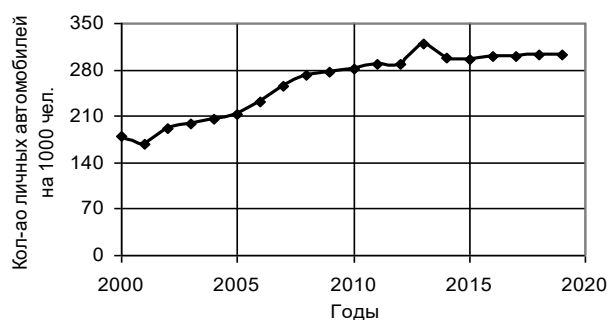


Рис. 1. График зависимости собственных автомобилей на 1000 человек населения в г. Санкт-Петербург по годам

Теперь произведём анализ количества собственных автомобилей на 1000 человек населения в г. Санкт-Петербург по годам, для чего воспользуемся параметром «Линия тренда» в MS Excel. На основе линии тренда были построены следующие девять графиков, которые представлены на рисунках 2-10. Для того, чтобы лучше воспринимались виды полученных уравнений, они были сгруппированы и сведены в отдельную таблицу 2 по степени уменьшения достоверности величины аппроксимации  $R^2$ . Для выбора уравнения, позволяющего произвести прогноз собственных автомобилей на 1000 человек населения в г. Санкт-Петербург на следующие годы, были также



произведены такие расчеты как: среднее значение всех полученных результатов по девяти уравнениям, среднее квадратичное отклонение  $\sigma$  и коэффициент вариации  $V$ .

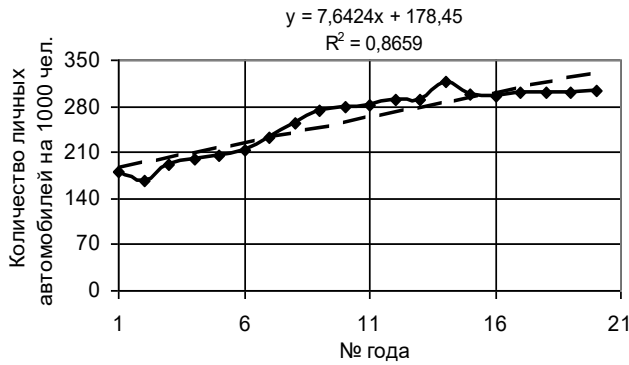


Рис. 2. Линейное уравнение

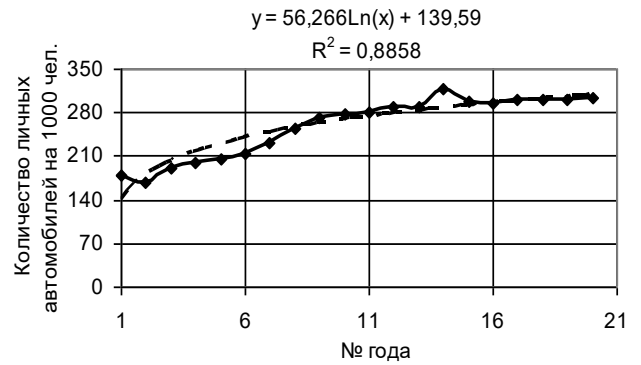


Рис. 3. Логарифмическое уравнение

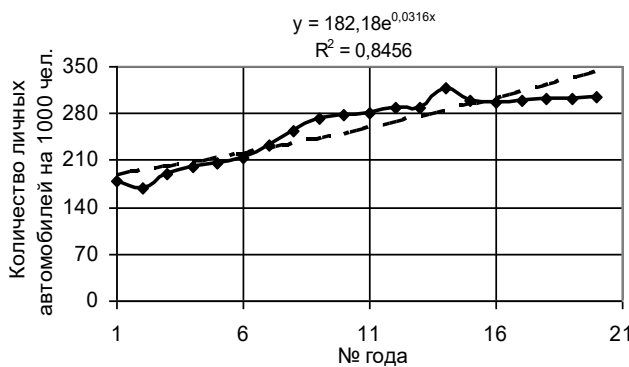


Рис. 4. Экспоненциальное уравнение

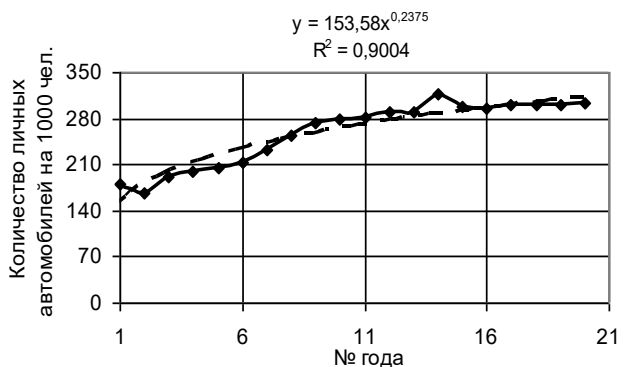


Рис. 5. Степенное уравнение

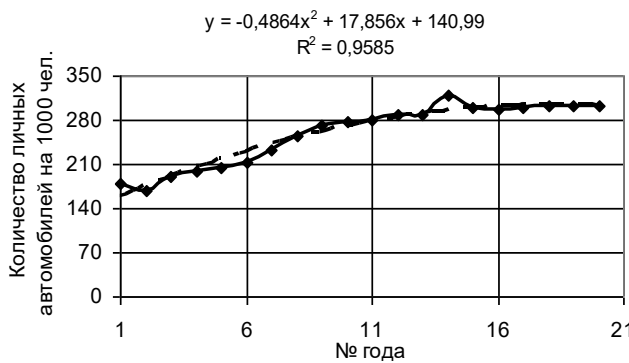


Рис. 6. Полиномиальное уравнение  $n = 2$

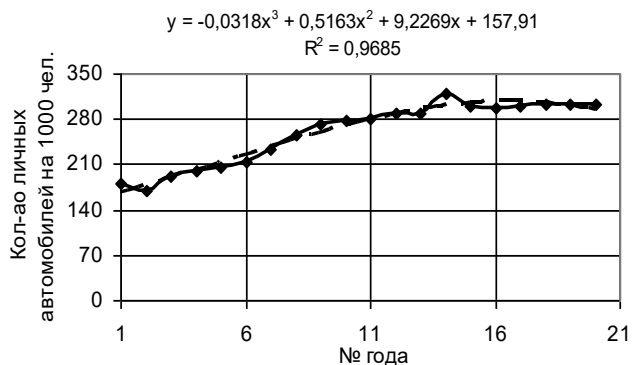


Рис. 7. Полиномиальное уравнение  $n = 3$

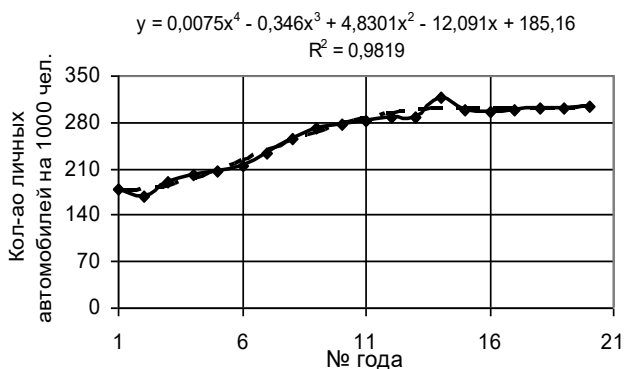


Рис. 8. Полиномиальное уравнение  $n = 4$

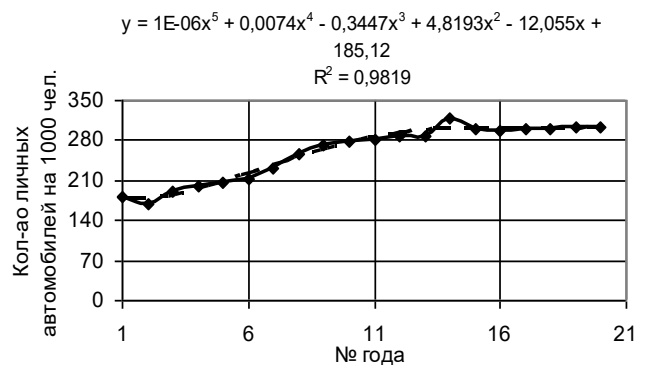


Рис. 9. Полиномиальное уравнение  $n = 5$

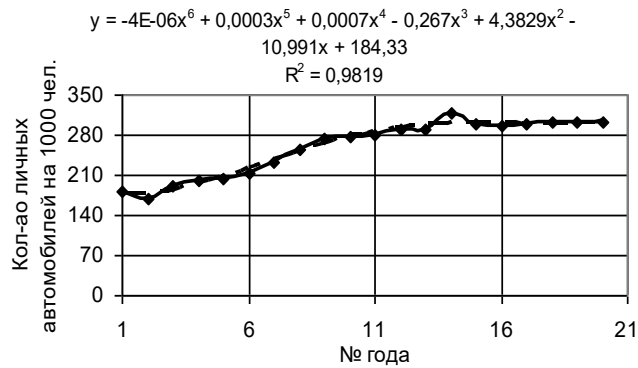


Рис. 10. Полиномиальное уравнение  $n = 6$

Как видно из представленных данных, величины аппроксимации  $R^2$  в столбце 4 для полиномиальных уравнений приняли одинаковые значения равные 0,9819 для степеней  $n = 6 - 4$  и 0,9685 для степеней  $n = 3 - 2$  соответственно. Все остальные величины аппроксимации  $R^2$  имеют также достаточно высокие значения, что позволяет использовать их для прогноза и сделать вывод о стабильности сложившегося рынка легковых автомобилей в г. Санкт-Петербург в рассматриваемый период времени с 2000 по 2019 гг.

Таблица 2 – Сводная таблица уравнений и величин аппроксимаций  $R^2$  по степени уменьшения

№	Уравнение	Вид уравнения	величины аппроксимации $R^2$
1	2	3	4
1	полиномиальное $n = 6$	$y = -4E-06x^6 + 0,0003x^5 + 0,0007x^4 - 0,267x^3 + 4,3829x^2 - 10,991x + 184,33$	0,9819
2	полиномиальное $n = 5$	$y = 1E-06x^5 + 0,0074x^4 - 0,3447x^3 + 4,8193x^2 - 12,055x + 185,12$	0,9819
3	полиномиальное $n = 4$	$y = 0,0075x^4 - 0,346x^3 + 4,8301x^2 - 12,091x + 185,16$	0,9819
4	полиномиальное $n = 3$	$y = -0,0318x^3 + 0,5163x^2 + 9,2269x + 157,91$	0,9685
5	полиномиальное $n = 2$	$y = -0,4864x^2 + 17,856x + 140,99$	0,9585
8	степенное	$y = 153,58x^{0,2375}$	0,9004
9	логарифмическое	$y = 56,266\ln(x) + 139,59$	0,8858
6	линейное	$y = 7,6424x + 178,45$	0,8659
7	экспоненциальное	$y = 182,18e^{0,0316x}$	0,8456

Полученные результаты расчетов количества зависимости собственных автомобилей на 1000 человек населения в г. Санкт-Петербург по годам по девяти уравнениям были сведены в таблицу 3, которая представлена ниже.

Таблица 3 – Сводная таблица расчетов количества зависимости собственных автомобилей на 1000 человек населения в г. Санкт-Петербург по годам

№ п/п	Год	Кол-во автомоб.	Лин	Лог	Эксп	Степ	n=2	n=3	n=4	n=5	n=6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12



1	2000	180,3	186,1	139,6	188,0	153,6	158,4	167,6	177,6	177,5	177,46
2	2001	168,1	193,7	178,6	194,1	181,1	174,8	178,2	177,7	177,6	177,76
3	2002	190,6	201,4	201,4	200,3	199,4	190,2	189,4	183,6	183,6	183,72
4	2003	199,8	209,0	217,6	206,7	213,5	204,6	201,0	193,9	193,8	193,87
5	2004	205,2	216,7	230,1	213,4	225,1	218,1	213,0	206,9	206,9	206,89
6	2005	213,7	224,3	240,4	220,2	235,0	230,6	225,0	221,5	221,4	221,55
7	2006	232,6	231,9	249,1	227,3	243,8	242,1	236,9	236,5	236,4	236,83
8	2007	255,0	239,6	256,6	234,6	251,7	252,7	248,5	251,1	251,0	251,85
9	2008	272,2	247,2	263,2	242,1	258,8	262,3	259,6	264,6	264,3	265,96
10	2009	277,8	254,9	269,1	249,9	265,4	270,9	270,0	276,3	275,9	278,71
11	2010	281,0	262,5	274,5	257,9	271,4	278,6	279,6	285,9	285,4	289,86
12	2011	288,9	270,2	279,4	266,2	277,1	285,2	288,0	293,2	292,5	299,42
13	2012	288,8	277,8	283,9	274,7	282,4	290,9	295,2	298,3	297,3	307,63
14	2013	318,4	285,4	288,1	283,6	287,4	295,6	301,0	301,3	299,9	314,98
15	2014	298,8	293,1	292,0	292,7	292,2	299,4	305,2	302,5	300,7	322,18
16	2015	296,4	300,7	295,6	302,1	296,7	302,2	307,5	302,5	300,1	330,20
17	2016	299,6	308,4	299,0	311,7	301,0	304,0	307,7	302,0	298,9	340,24
18	2017	301,4	316,0	302,2	321,8	305,1	304,8	305,8	301,9	298,0	353,71
19	2018	301,6	323,7	305,3	332,1	309,1	304,7	301,5	303,3	298,4	372,25
20	2019	303,7	331,3	308,1	342,7	312,8	303,6	294,6	307,4	301,3	397,67

Но здесь следует сразу оговориться, что представленные расчеты прогноза являются теоретическими ввиду широкого распространения коронавируса по всему миру. Так, например, аналитики предполагают, что ВВП страны упадет на 4,5% из-за коронавируса [3, 4]. Поэтому кривая, построенная на рисунке 1, будет расти замедленными темпами ввиду закрытия компаний и, в первую очередь, это затронуло индустрию туризма, а также общепита. Кроме того, много компаний сократили свой штат и зарплату сотрудникам.

Ниже представлена таблица 4, в которую сведены все расчеты по прогнозу количества собственных автомобилей на 1000 человек населения в г. Санкт-Петербург на период с 2020 по 2030 годы. Здесь жирным шрифтом выделены те уравнения и полученные расчетные значения, которые можно рекомендовать при прогнозе. В ближайшее время ожидается появление статистических данных по количеству собственных автомобилей 1000 человек населения в г. Санкт-Петербург – тогда можно будет сравнить эти данные с полученными расчетными данными и таким образом подсчитать погрешность наших расчетов.

Таблица 4 – Прогноз количества собственных автомобилей на 1000 человек населения в г. Санкт-Петербург до 2030 года

№ п/п	Год	линейная	лог	эксп	степ	n=2	n=3	n=4	n=5	n=6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	2020	331,3	<b>308,1</b>	342,7	<b>312,8</b>	303,6	294,6	307,4	301,3	397,7
2.	2021	338,9	<b>310,9</b>	353,8	<b>316,5</b>	301,5	284,9	315,6	308,3	432,0
3.	2022	346,6	<b>313,5</b>	365,1	<b>320,0</b>	298,4	272,2	329,6	320,7	477,4



4.	2023	354,2	<b>316,0</b>	376,8	<b>323,4</b>	294,4	256,3	351,2	340,6	536,2
5.	2024	361,9	<b>318,4</b>	388,9	<b>326,7</b>	289,4	237,1	382,3	369,7	610,7
6.	2025	369,5	<b>320,7</b>	401,4	<b>329,9</b>	283,4	214,4	425,1	410,3	703,6
7.	2026	377,2	<b>322,9</b>	414,3	<b>333,0</b>	276,4	187,9	482,0	464,6	817,2
8.	2027	384,8	<b>325,0</b>	427,6	<b>336,0</b>	268,5	157,5	555,3	535,2	954,3
9.	2028	392,4	<b>327,1</b>	441,3	<b>338,9</b>	259,6	123,0	647,9	624,7	1117,4
10.	2029	400,1	<b>329,1</b>	455,5	<b>341,7</b>	249,8	84,1	762,6	736,1	1308,9
11.	2030	407,7	<b>331,0</b>	470,1	<b>344,5</b>	238,9	40,8	902,5	872,2	1531,2

На основе представленной таблицы 4 была построена таблица 5 в качестве окончательного результата.

Таблица 5 – Прогноз количества собственных автомобилей на 1000 человек населения в г. Санкт-Петербург до 2030 года с использованием выбранных уравнений

№	Год	Логарифмическая	Степенная
1	2	3	4
1	2020	308,1	312,8
2	2021	310,9	316,5
3	2022	313,5	320,0
4	2023	316,0	323,4
5	2024	318,4	326,7
6	2025	320,7	329,9
7	2026	322,9	333,0
8	2027	325,0	336,0
9	2028	327,1	338,9
10	2029	329,1	341,7
11	2030	331,0	344,5

Используя значения в таблице 5, был построен рисунок 11. Этот рисунок показывает область, в которой могут варьироваться количество собственных автомобилей на 1000 человек населения в г. Санкт-Петербург до 2030 года.

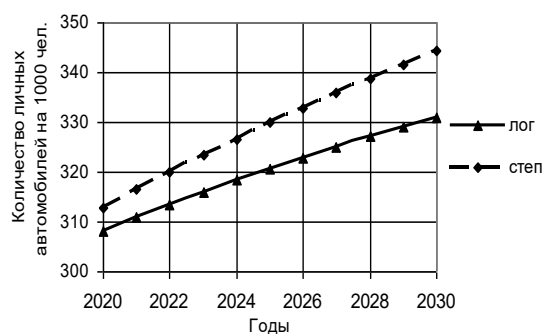


Рис. 11. Область прогноза количества собственных автомобилей на 1000 человек населения в г. Санкт-Петербург до 2030 с использованием логарифмической и степенной зависимостей

Теперь рассмотрим вопрос, на каком месте находится г. Санкт-Петербург по количеству



собственных автомобилей на 1000 человек населения среди других городов Российской Федерации. В таблице 5 представлены основные города Российской Федерации по количеству собственных автомобилей по степени уменьшения по состоянию на 2019 год. Как видно г. Санкт-Петербург находится на 50 месте по количеству собственных автомобилей на 1000 человек населения. Из данной таблицы видно, что Москва не попала в неё, потому что она находится лишь на 56 месте, в которой количество собственных автомобилей на 1000 человек населения составляет 297,2 хотя ранее была в десятке лидирующих.

Таблица 5 – Основные города Российской Федерации по количеству собственных автомобилей на 1000 человек населения (по убыванию)

№	Город	Кол-во автомобилей	Номер места	№	Город	Кол-во автомобилей	Номер места
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Камчатский край	510,6	1	26.	Алтайский край	330,5	26
2.	Приморский край	443,1	2	27.	Тамбовская область	330,3	27
3.	Республика Адыгея	438,3	3	28.	Ростовская область	330,2	28
4.	Волгоградская область	433,8	4	29.	Орловская область	329,8	29
5.	Республика Хакасия	403,6	5	30.	Мурманская область	328,4	30
6.	Тверская область	396,4	6	31.	Республика Калмыкия	327,4	31
7.	Свердловская область	395,1	7	32.	Новгородская область	327,2	32
8.	Республика Карелия	392,1	8	33.	Челябинская область	324,9	33
9.	Рязанская область	391,5	9	34.	Ленинградская область	322,9	34
10.	Псковская область	383,6	10	35.	Белгородская область	321,8	35
11.	Оренбургская область	380,1	11	36.	Республика Мордовия	321,1	36
12.	Калининградская область	376,8	12	37.	Пензенская область	320,6	37
13.	Тульская область	369,9	13	38.	Новосибирская область	320,2	38
14.	Магаданская область	367,2	14	39.	Сахалинская область	319,4	39
15.	Нижегородская область	360,2	15	40.	Тюменская область без авт. округов	319,3	40
16.	Республика Башкортостан	358,3	16	41.	Калужская область	318,3	41
17.	Воронежская область	355,5	17	42.	Ямало-Ненецкий	315,3	42



					автономный округ		
18	Московская область	355,5	18	43.	Самарская область	314,4	43
19	Ханты-Мансийский автономный округ	354,2	19	44.	Кемеровская область	312,6	44
20	Курганская область	349,9	20	45.	Курская область	312,3	45
21	Липецкая область	347,5	21	46.	Республика Коми	310,4	46
22	Пермский край	338,3	22	47.	Архангельская область без авт.округа	307,8	47
23	Вологодская область	337,6	23	48.	Республика Северная Осетия-Алания	307,6	48
24	Саратовская область	336,6	24	49.	Краснодарский край	305,2	49
25	Тюменская область	334,3	25	50.	<b>г. Санкт-Петербург</b>	<b>303,7</b>	<b>50</b>

Как видно из представленной выше таблицы 5, на первом месте находится Камчатский и Приморский края. Это можно объяснить тем, что они располагаются близко к Японии и Южной Корее, откуда в начале перестройки стали массово ввозить, в первую очередь, дешевые подержанные иномарки, включая так называемые «конструкторы», т.е. автомобили в разобранном виде – чтобы меньше платить налоги.

Теперь давайте сравним наш автопарк личного транспорта с 10 странами, которые имеют самое большое количество легковых машин. Как видно из таблицы 6, первые четыре места занимают страны, расположенные в Европе, с небольшим числом населения.

На первом месте расположено государство Сан-Марино площадью 62 кв.м., которое является одним из самых маленьких государств в мире. Эта страна практически окружена Северной Италией, а население составляет всего 32576 человек. При этом в Сан-Марино всего одна автострада длиной 9 км, вот почему жители по выходным дням ездят на автомобилях туда-сюда по шоссе [5]. В России этот показатель равен 315,5 на 2019 год, т.е. значительно отстает даже от Литвы. Литва в этом случае выбилась вперед за счет появления компаний, которые дешево скупают битые машины за рубежом и восстанавливают их. Надо сразу отметить значительный рост личного автотранспорта в России. Так, например, в 2009 году этот показатель был 219,4, т.е. прирост в 2019 году составил почти 50% за 10 лет.

Таблица 6 – Лидирующие страны по количеству легковых автомобилей на 1000 человек

№	Страна	Количество легковых автомобилей на 1000 человек
1.	Сан-Марино	1139
2.	Лихтенштейн	744
3.	Монако	729
4.	Люксембург	667
5.	Исландия	646
6.	Пуэрто-Рико	629



7.	Италия	605
8.	Новая Зеландия	597
9.	Мальта	595
10.	Литва	565

На последнем рисунке 12 представлена круговая диаграмма структуры парка легковых автомобилей в России в 2015 году. Из данного рисунка видно, что наша отечественная модель Lada заняла лидирующее место, потеснив даже известные западные марки автомобилей [6].

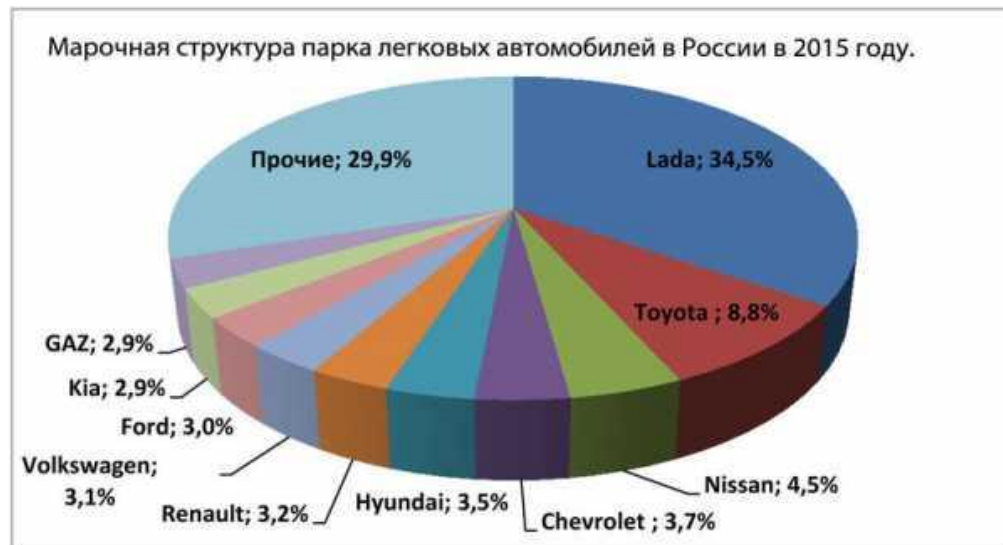


Рис. 12. Круговая диаграмма структура парка легковых автомобилей в России в 2015 году

Здесь следует особо отметить, что наше правительство всячески поддерживает отечественный автопром, осуществляя господдержку при покупке автомобиля в 2020 году. Так, например, правительство РФ на 2020 год выделило 10,5 млрд. рублей на субсидирование программ льготного кредитования на покупку россиянами машин для личного пользования. Из них 6 млрд. пойдет на реализацию программ «Первый автомобиль» и «Семейный автомобиль», и 4 млрд. на льготный лизинг легкового и грузового автотранспорта. На 2021 и 2022 год из бюджета выделяют только по 5 млрд. рублей на все виды автокредитования [7].

Как отметил замглавы Минпромторга Александр Морозов, правительство выделило больше 45 миллиардов рублей на погашения части ссуд по автокредитам россиян, и в рамках программы было реализовано уже 122 тысячи машин при прогнозе более 200 тысяч. По условиям программы потребитель может получить скидку 10% при покупке новой машины при условии:

- машина стоит до 1,5 миллиона рублей;
- машина собирается в России с высоким уровнем локализации производства;
- машина приобретается в кредит;
- это первый автомобиль в жизни покупателя;
- это автомобиль для семьи с одним ребенком и более.

Также в 2020 году по программе льготного автокредитования машину со скидкой могли купить работники медицины. Для стимулирования рынка услуг каршеринга Минпромторг ввел программу льготного лизинга «Доступная аренда» [8].

Таким образом, наш отечественный автопром с достоинством выстоял, несмотря на экономические неурядицы, связанные с коронавирусом.

Напоследок хочется особо отметить достигнутый большой успех наших грузовиков производства ПАО «КАМАЗ», чьи автомобили регулярно завоевывают первые места на престижных международных автогонках Париж–Дакар на протяжении многих лет.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

11. История русских автомобилей [Электронный ресурс]. –URL: <https://retroavtoclub.ru/istoriya-russkix-avtomobilej> (дата обращения: 11.02.2021).
12. Статистический справочник России. 2005-2019
13. Причины экономического кризиса в России в 2008 году [Электронный ресурс]. – URL: [https://vuzlit.ru/762600/prichiny\\_ekonomicheskogo\\_krizisa\\_rossii\\_2008\\_godu](https://vuzlit.ru/762600/prichiny_ekonomicheskogo_krizisa_rossii_2008_godu) (дата обращения: 11.02.2021).
14. Аналитики предсказали падение ВВП РФ на 4,5% из-за коронавируса [Электронный ресурс]. –URL: <https://zaimisrochno.ru/news/4861-analitiki-predskazali-padenie-vvp-rf-na-45-iz-za-koronavirusa> (дата обращения: 11.02.2021).
15. 10 стран с самым большим количеством легковых машин [Электронный ресурс]. – URL: <https://novate.ru/blogs/160914/27721/> (дата обращения: 11.02.2021).
16. Количество автомобилей в России по годам [Электронный ресурс]. –URL: <https://1auto-master.ru/raznoe/kolichestvo-avtomobilej-v-rossii-po-godam.html> (дата обращения: 11.02.2021).
17. Господдержка при покупке автомобиля в 2020 году [Электронный ресурс]. – URL: <https://brobank.ru/gospodderzhka-pri-pokupke-avtomobilya/> (дата обращения: 11.02.2021).
18. Будут ли льготные автокредиты в 2021 году? [Электронный ресурс]. – URL: <https://matador.tech/news/budut-li-igotnye-avtokredity-v-2021-godu> (дата обращения: 11.02.2021).

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

### **Пиль Эдуард Анатольевич —**

д.т.н., профессор кафедры системного анализа и логистики  
Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения  
190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А  
E-mail: [epyle@rambler.ru](mailto:epyle@rambler.ru)

### **Коджабаш Федор Федорович —**

бакалавр кафедры системного анализа и логистики  
Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения  
190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А  
E-mail: [Kodzhebash.99@mail.ru](mailto:Kodzhebash.99@mail.ru)

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

### **Pil Eduard Anatolyevich —**

Dr. Sc., professor of the department of system analysis and logistics  
Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation  
67, Bolshaya Morskaya str., Saint-Petersburg, 190000, Russia  
E-mail: [epyle@rambler.ru](mailto:epyle@rambler.ru)

### **Kodzhebash Fedor Fedorovich —**

bachelor of the department of system analysis and logistics  
Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation  
67, Bolshaya Morskaya str., Saint-Petersburg, 190000, Russia  
E-mail: [Kodzhebash.99@mail.ru](mailto:Kodzhebash.99@mail.ru)



## ЛОГИСТИКА

УДК 656.025.2, 656.072, 656.6

DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-20-30

### ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ И УПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЕМ МОРСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ПОРТА

**Н. Н. Майоров**

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

*Морской пассажирский порт или терминал выступает точкой развития и изменения инфраструктуры, изменения позиционирования города в регионе моря. Особенно актуальны вопросы развития в условиях восстановления пассажирополюта после снятия ограничений из-за Covid-19. При этом каждый морской пассажирский порт обладает набором уникальных параметров, отличным от наборов других портов в регионе моря, обусловленные наличием множества моделей развития. В статье показано, что проект строительства нового или модернизации существующего пассажирского порта должен основываться на научном анализе текущего и финального состояний и на процедуре перехода между этими состояниями в пространстве оцениваемых параметров. В статье показано, что для каждого морского пассажирского порта есть движущие силы и ограничения. Особое внимание уделено вопросу интеграции морского пассажирского порта в транспортную систему мегаполиса и переход к оценке эффективности работы через взаимодействие систем «морской пассажирский порт-наземная транспортная инфраструктура мегаполиса». Сформулированы методологические принципы проектирования развития морских пассажирских портов на основе использования комплексного анализа и имитационного моделирования с учетом влияния внешней среды. Выводы подкреплены примерами развития морских пассажирских портов и терминалов Санкт-Петербурга. Представлены вопросы дальнейшего исследования.*

*Ключевые слова: морской пассажирский порт, пассажирские перевозки, паромные маршруты, прогнозирование развития, развитие порта, методология, обработка пассажиров, инфраструктура, Балтийское море.*

**Для цитирования:**

*Майоров Н. Н. Исследование изменений и управление развитием морского пассажирского порта // Системный анализ и логистика: журнал.: выпуск №1(27), ISSN 2077-5687. – СПб.: ГВАП., 2021 – с. 20-30. РИНЦ. DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-20-30.*

### RESEARCH OF CHANGE AND MANAGEMENT OF SEA PASSENGER PORT DEVELOPMENT

**N. N. Maiorov**

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

*The passenger sea port or terminal acts as a point of development and change of infrastructure, changes in the positioning of the city in the sea region. Development issues are especially relevant in terms of restoring passenger traffic after the restrictions are lifted due to Covid-19. Moreover, each sea passenger port has a set of unique parameters that differ from other ports in the sea region, due to the presence of many development models. The article shows that a project for the construction of a new or modernization of an existing passenger port should be based on a scientific analysis of the current and final states and the procedure for the transition between these states in the space of estimated parameters. The article shows that there are driving forces and constraints for every passenger sea port. Particular attention is paid to the issue of integration of the sea passenger port into the transport system of the megalopolis and the transition to the assessment of the efficiency of work through the interaction of the systems "sea passenger port-land transport infrastructure of the megalopolis". Methodological principles of designing the development of sea passenger ports are formulated based on the use of complex analysis and simulation modeling, taking into account the influence of the external environment. The conclusions are supported by examples of the development of sea passenger ports and terminals in St. Petersburg. Questions for further research are presented.*

*Key words: sea passenger port, passenger traffic, ferry routes, development forecasting, port development, methodology, passenger handling, infrastructure, Baltic Sea.*

**For citation:**

*Maiorov N. N. Research of change and management of sea passenger port development // System analysis and logistics. №1(27), ISSN2077-5687. – Russia, Saint-Petersburg.: SUAI., 2021 – p. 20-30. DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-20-30.*



## Введение

С общих позиций на развитие морских и речных портов и терминалов оказывает влияние множество факторов различной природы. Одним из новых факторов в 2020-2021 годах, оказывающих влияние на всю круизную индустрию, являются ограничения, вызванные Covid-19. Данное обстоятельство сформировало новые требования, которые вызывают изменение внутренних процессов, безопасность пассажиров в терминале и, конечно, на борту круизного или паромного судна. Все данные факторы оказывают влияние друг на друга, они очень тесно связаны между собой, что образует более сложную взаимодействующую систему. Результат такого взаимодействия может найти свое отражение в позиции и положении морского пассажирского порта в сфере пассажирских перевозок региона моря относительно других портов и изменений в маршрутных сетях. При условии стремления к максимизации пассажиропотока и увеличения интенсивности круизных и паромных судов руководителям портов необходимо решать задачи стратегического развития, принимать решения на основе личного опыта, что не всегда приводит к стратегически правильному развитию порта в регионе. Для принятия решений необходим комплексный анализ технологий транспортировки, уровень развития информационных технологий, региональная и мировая обстановка, исторические вопросы развития каждого региона, оценка сегмента туристического сервиса и оценка изменений в интересах общества. Статистика пассажиропотока показывает уровень взаимодействия таких систем.

Модернизация и строительство новых морских пассажирских портов и терминалов определена в «Транспортной стратегии РФ на период до 2030 г.» как на долгосрочную перспективу, так и в виде программы развития на ближайшие годы [1]. На основе источника [1], основной вектор развития сконцентрирован на увеличении пропускной способности российских морских портов, обеспечении роста пассажиров и грузов на социально значимых маршрутах. В данном аспекте речь идет об уже имеющихся маршрутах круизных и паромных линий. Поэтому сегодня видится наиболее актуальным разработка новых методов прогнозирования перспективных маршрутных сетей инфраструктуры морских портов, что приведёт к дополнительному развитию портов и терминалов.

Если рассматривать аналитические отчеты, как, к примеру, отчеты «2020 Cruise Industry 101», «МНА 35th Special Magazine», то несмотря на временную остановку в развитии из-за пандемии Covid-19, компании прогнозируют значительное увеличение ёмкости рынка и увеличение спроса в секторе круизных и паромных пассажирских перевозок. Согласно аналитическому отчету, представленному в [2], прогноз количества круизных судов и ёмкость рынка будут следующие (см. рис. 1, 2).



Рис. 1. Прогнозные данные по мировому количеству круизных судов



Рис. 2. Прогнозные данные по ёмкости рынка

Если прогнозные данные по количеству круизных судов взяты на основе планов по вводу новых круизных судов в эксплуатацию, то прогноз по ёмкости рынка (рис. 2), скорее всего, не в полной мере соответствует текущей ситуации из-за ограничений по причине Covid-19. Увеличение спроса и восстановление будут постепенными, но при этом процессы обработки пассажиров изменятся из-за новых требований для безопасности пассажиров. Согласно рисунку 2 можно сказать, что портам и терминалам необходимо модернизировать инфраструктуру, если они стремятся к изменению своей роли в регионах морей и на рынке пассажирских перевозок, что особенно актуально при условии перезапуска индустрии.

При принятии решения о модернизации морского пассажирского порта или терминала оценивается не только эффективность вложений, но и риск их частичной или даже полной потери. Причем для существующего порта уже есть набор аналитических данных, данных по работе служб и процессов, по его производительности, мощности и степень загрузки отдельных устройств, интервалы простоя транспортных средств и поломки портового оборудования. Тогда задача модернизации сводится к формированию набора целевых функций, исследованию возможностей их достижения и последующему решению на основе сценарного моделирования и принятия решения при неопределенности [4, 5].

### **Вопросы развития морского пассажирского порта в регионе моря на основе синергетического подхода**

В данной статье поднимаются вопросы развития морских пассажирских портов и терминалов. Существуют различные подходы к раскрытию понятия «развития» системы. В ряде источников развитие соответствует фиксации определенных стадий в изменении системы или определенных переходов из одного режима работы в другой. Применительно к морским пассажирским портам, как сложным системам (на основе подходов к системам, представленных в [6]), можно применить следующие трактовки:

1. состояние морского пассажирского порта — это фиксация значений параметров работы портовой системы на определённый момент времени;
2. поведение (стратегии работы и позиционирования) — это определенные закономерности перехода портовой системы из одного состояния в другое, определяемые как взаимодействием с внешней средой, так и целями самой системы, внутренними изменениями;
3. развитие, эволюция морского пассажирского порта — это закономерное изменение портовой системы во времени, при котором может меняться не только её структура, поведение на рынке, модель, стратегия.

В отношении формирования состояний портовой системы можно утверждать, что оно в определенный момент представимо в виде множества переменных, соотношенных с конкретными объектами инфраструктуры, пропускными способностями в виде уравнений [7]:



$$\begin{aligned}
 x_0(t=0) &= \{a_{01}, a_{02}, \dots, a_{0n}; b_{01}, b_{02}, \dots, b_{0n}\}, \\
 x_1(t=1) &= \{a_{11}, a_{12}, \dots, a_{1n}; b_{11}, b_{12}, \dots, b_{1n}\}, \\
 &\dots \\
 x_n(t=n) &= \{a_{n1}, a_{n2}, \dots, a_{nn}; b_{n1}, b_{n2}, \dots, b_{nn}\},
 \end{aligned} \tag{1}$$

где  $x_n(t=0, 1, \dots, n)$  – конкретные дискретные состояния системы морского пассажирского порта;  $t$  – значения времени, в которые производится наблюдения или производятся замеры по обработке пассажиропотока;  $a_{11}, \dots, a_{nn}$  – количественные переменные, отражающие число объектов транспортной инфраструктуры, которые были задействованы в процессе обработки пассажиров;  $b_{11}, \dots, b_{nn}$  – количественные переменные, отражающие количество работающих паромов и круизных судов.

В уравнение (1) можно теоретически добавлять такие переменные как изменение городской транспортной инфраструктуры, влияние внешней среды или, к примеру, параметр количества самих терминалов.

Согласно анализу численности морских паромов в городе Санкт-Петербург (в прошлом Ленинграде) была построена графическая зависимость, представленная на рисунке 4. Данные по количеству паромов были взяты с начала 1990-х годов, т.е. в момент работы Балтийского морского пароходства.

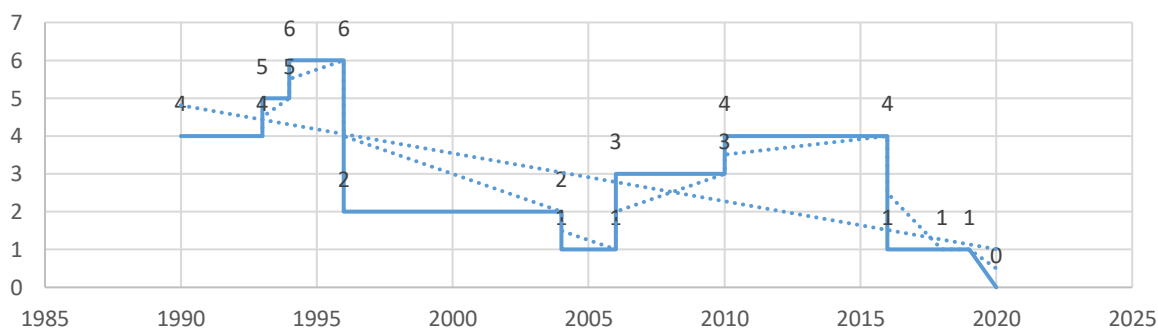


Рис. 4. Количество морских пассажирских паромов, выполняющих регулярные рейсы из Санкт-Петербурга (Ленинграда). Примечание: на 2021 год данные взяты на основе начала года)

Применительно к морским пассажирским портам оправдано применение синергетического подхода. Поясним данное положение на следующих примерах. Согласно принципу спонтанного возникновения И. Пригожина в сложных системах, к которым можно отнести систему морского пассажирского порта, возможны особые критические состояния, когда малейшие колебания или отклонения в работе могут внезапно привести к появлению новых структур, полностью отличающихся от обычных. Ввиду развития и усложнения системы можно применить принцип несовместимости Л. Заде [8], когда при росте сложности системы уменьшается возможность её точного описания вплоть до некоторого порога. Данное положение полностью соответствует стадиям в развитии морского пассажирского порта. В отношении изменений морского пассажирского порта можно сказать, что, с позиций системного анализа, развитие сложной системы многовариантно и альтернативно, существует «спектр» или группа путей её эволюции. Тогда некоторый переломный момент неопределенности будущего развития сложной системы морского пассажирского порта или терминала связан с наличием зон бифуркации – «разветвления» возможных



путей эволюции портовой системы. Значительный вклад в изменения портовой системы вносит влияние внешней среды.

Необходимо отметить уникальность морских пассажирских портов и терминалов и их непохожесть друг на друга. На современном этапе существует множество систем их классификации и различных моделей развития [9]. Характеристики и параметры любого порта определяются его геополитическим положением, географическими характеристиками, положением в регионе, уровнем развитости наземных транспортных систем, предписанной роли в национальных и региональных планах развития, достигнутой стадией развития в той или иной его модели, стратегией продвижения на рынке пассажирских перевозок.

Конечно, любой пассажирский порт не существует сам по себе. Любой порт является элементом транспортной системы, который должен быть включен в единую транспортную систему мегаполиса, тем самым, к примеру, улучшая транспортную доступность терминала.

Необходимо сказать, что для принятия решений необходимо наличие данных. Но, наличие их не позволяет в полной мере решить задачу оперативного принятия решений по прогнозированию развития [5]. Влияние внешней среды и вызываемые последствия достаточно сложно оперативно просчитать и внести единственно правильные для данного региона изменения в системы морского пассажирского порта. Механизмом адаптации системы к внешней среде является отрицательная обратная связь, позволяющая противодействовать воздействию внешней среды за счёт его уменьшения. Но для систем, которые зависят от совокупности взаимодействующих систем, этого эффекта достичь достаточно сложно. К таким системам можно отнести внешние системы-компании перевозчики, которые зависят от пассажиропотока и внешней среды.

### **Развитие и изменение инфраструктуры морского пассажирского порта на примере пассажирского порта «Морской вокзал» (Санкт-Петербург)**

Рассмотрим траекторию развития пассажирского терминала на основе порта «Морской вокзал». Порт Ленинград был связан пассажирским регулярным сообщением с портами Западной Европы (в частности, с Лондоном, хотя были и другие рейсы) с конца 20-х годов XX века. Об этом факте упоминается во многих источниках. Первоначально на этих линиях стояли грузопассажирские пароходы дореволюционной постройки, но потом их сменили «лондонские рефрижераторы» – грузопассажирские теплоходы типа "Мария Ульянова" (рис. 5). Загрузка данного судна составляла 316 пассажиров, 106 членов экипажа. Судно построено на верфях Mathias Thesen Werft в Висмаре в 1959 году. Судно находилось на балансе Северного морского пароходства в 1959-1963 год. В 1963 году передан в Балтийское морское пароходство.



Рис. 5. Грузопассажирский теплоход типа "Мария Ульянова"



В Ленинграде исторически пассажирские суда швартовались у набережных Лейтенанта Шмидта и Английской. В 1930-е годы был построен морской вокзал, который он находился на набережной Лейтенанта Шмидта. В 1963 году был открыт первый морской вокзал в гавани на Васильевском острове. Фотографии того времени пассажирского порта представлены на рисунке 6. Согласно историческим фотографиям (Ленинград. Фотоальбом. Сост. В. И. Николаев Л., Лениздат, 1964) рассмотрим порт того времени (рис. 7).

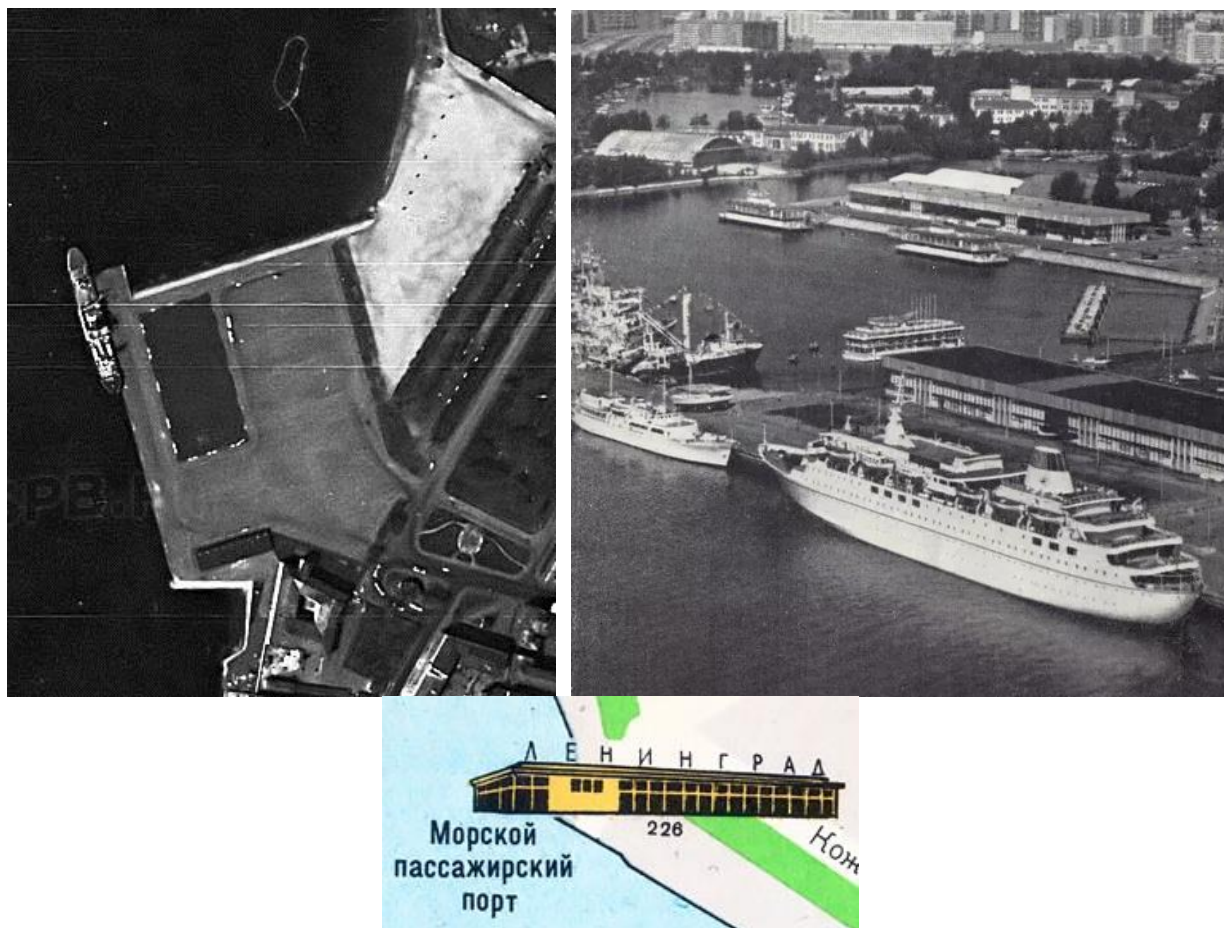


Рис. 6. Морской пассажирский порт на карте Ленинграда 1966 года из космоса и на фрагменте карты достопримечательностей Ленинграда 1967 года



Рис. 7. В морском пассажирском порту 1962–1963, Россия, Санкт-Петербург, Василеостровский район



От внешней среды поступает запрос на строительство более крупных круизных судов. С другой стороны, недалеко от Галерной гавани, там, где Большой пр. Васильевского острова выходит к заливу, в 1977-1982 гг. было возведено новое на тот момент времени здание Морского вокзала. Для данных судов потребовалось углубление канала до Морского вокзала. Для адаптации переходного процесса пассажирские суда «А. Пушкин», «М. Лермонтов» тогда швартовались на причале №7 морского грузового порта, где прямо в пакгаузе было сделано подобие пассажирского морвокзала (рис. 8). Помимо этого, суда швартовались у грузовых причалов Морского порта Санкт-Петербург №№ 29, 30, 32 и 34.



Рис. 8. Круизные суда пришвартованные в морском грузовом порту Санкт-Петербурга

После углубления канала до Морского вокзала в начале 1980-х эти суда смогли швартоваться на Васильевском острове. На изображениях 1992 года видно сразу два здания морского пассажирского терминала (рис. 9) и паромное судно «Анна Каренина».



Рис. 9. Два терминала морского пассажирского порта в Ленинграде

Морской вокзал был единственный специализированным портом до 2008 года. Строительство нового порта в Невской губе началось в 2005-м году, а уже в сентябре 2008-го порт принял первое судно с пассажирами на борту. Строительство нового порта обусловлено ответом на быстрый рост туризма и расширение его географии. В подтверждение данного тренда ярко говорит статистика. В 1995 г. в порту Санкт-Петербург было зарегистрировано 144 судозаходов круизных судов с суммарным количеством 64958 туристов. В 2003 г. количество судозаходов и туристов составило



соответственно 250 и 225498 [10]. Без строительства порта Санкт-Петербург потерял бы значительный поток туристов. На тот момент было прописано условие об ограничении длины судов до 200 метров. Строительство паромно-пассажирского комплекса в Санкт-Петербурге рассматривалось не просто как экономически выгодный проект, а, главным образом, как создание «парадного входа» в г. Санкт-Петербург для развития культурных связей с народами Европы и других континентов.

Сегодня АО «Пассажирский Порт Санкт-Петербург «Морской фасад» – единственный оператор морского терминала в Пассажирском порту Санкт-Петербурга. В 2018 году в доверительное управление АО "ПП СПб МФ" был передан имущественный комплекс Морского вокзала. Решение было принято совместно с Комитетом по транспорту на Морском совете при Правительстве Санкт-Петербурга от 19.09.2017. Помимо этого, в ответ на увеличение длины круизных судов потребовалось увеличить причалы для швартовки судов длиной 333 метров. Реализация инфраструктурного проекта предусматривает реконструкцию причала № 7 путём возведения трёх выносных швартовных палов с соединительными мостиками и увеличение длины причалов №№ 6 и 7 (причального фронта) на 108,6 м [11].



Рис. 10. АО "Пассажирский Порт Санкт-Петербург "Морской фасад"

На основании представленного исторического анализа развития и изменений в сфере морских круизных и паромных перевозок в Ленинграде можно отметить, что сейчас в Санкт-Петербурге фиксируется наличие определенных переломных моментов в развитии и временные моменты неопределенности будущего развития сложной системы. Моменты времени, когда в ответ на изменения внешней среды формируются инфраструктурные изменения, которые представляют эволюцию и дальнейшее развитие морской портовой системы.

#### **Модель представления переходных состояний развития морских портов и терминалов**

На основании представленного примера (морской пассажирский порт Морской вокзал) и используя синергетические подходы и принципы в исследовании систем, необходимо произвести фиксацию некоторых переломных моментов или выполнить выделение соответствующих мировых событий, которые вынуждают изменять портовую инфраструктуру. Процедура перехода состоит в формировании последовательности мер, ориентированных на постепенное сконцентрированное движение в выбранном направлении, выбор системы параметров управления и границ их значений, позволяющих принимать решение о достижении определенного состояния или этапа либо о необходимости пересмотра выбранной процедуры [12, 13]. На каждом этапе развития необходима процедура фиксации, оценки достижения требуемых параметров.

Модель изменения (развития) морского пассажирского порта может быть представлена следующим графиком (рис. 11)

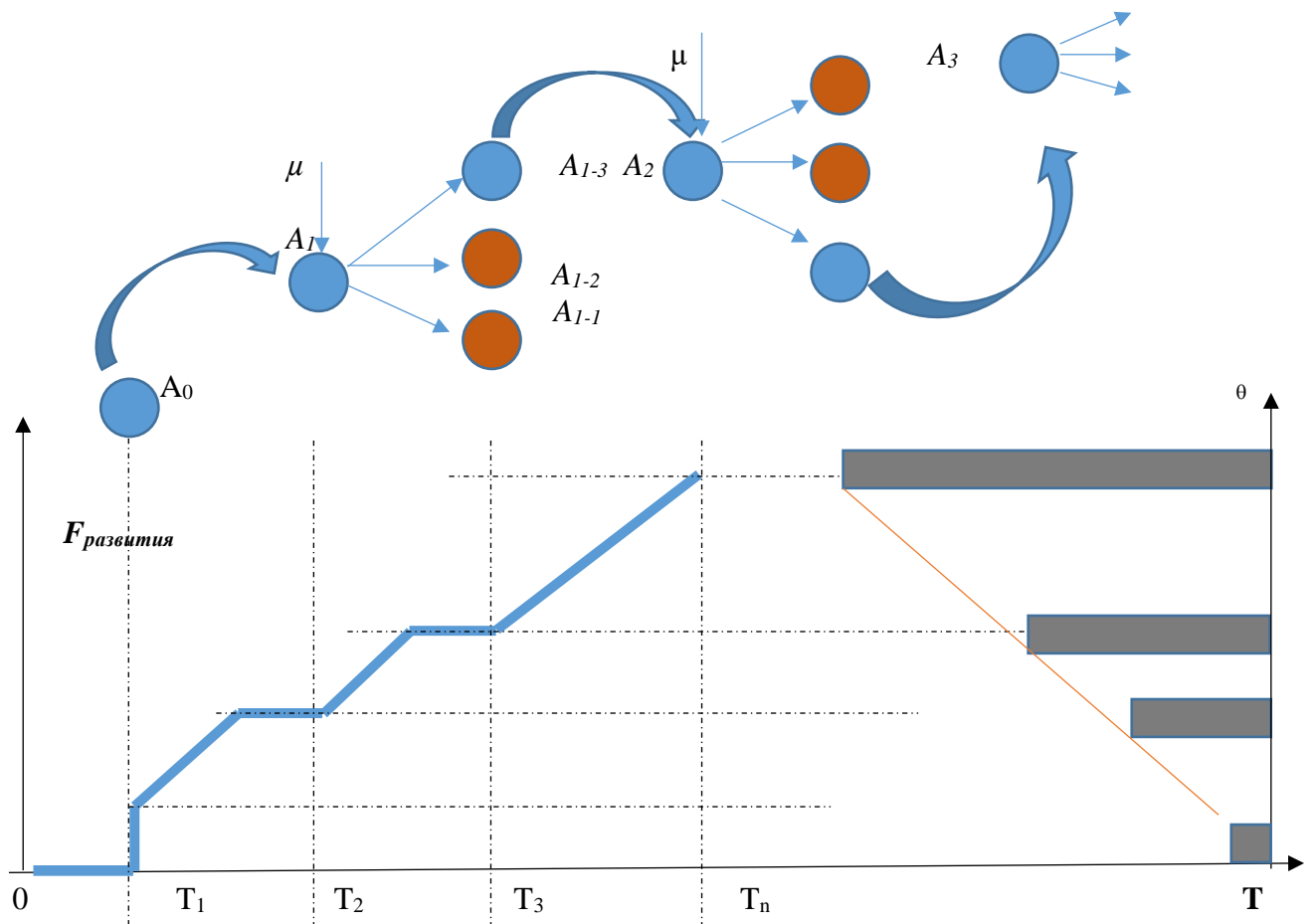


Рис. 10. График изменения, эволюции и управления развития системы морского пассажирского порта

На рисунке 10  $T_i$  – моменты времени фиксации состояний порта;  $A_0, A_1, A_2, \dots$  – новые состояния морского пассажирского порта;  $A_{1-1}, A_{1-2}, \dots$  – альтернативные варианты развития порта;  $F_{развития}$  – развитие системы морского пассажирского порта, как графика увеличение пассажиропотоков и интенсивности работы с чередованием стабильных временных этапов развития;  $\theta$  – возрастающий уровень сложности структуры и инфраструктуры морского пассажирского порта;  $\mu$  – источник изменений, к примеру, влияние внешней среды, влияние трендов.

Согласно рисунку 10 моменты принятия решений формируются в точках  $A_1, A_2, \dots$ . Однако для принятия наиболее правильного решения необходимо моделировать различные сценарии и формировать систему принятия решений. При этом сценарии или варианты развития не должны быть жестко привязаны к времени, датам, некоторым конкретным точкам, но должны отражать некоторую базовую логику развития города или региона вокруг морского пассажирского порта, и, конечно, учитывать возможную позитивную и негативную динамики изменения внешнеэкономического фона развития, региональные приоритеты и планы. Именно в данных точках необходимо производить прогнозирование, основанное на изучении сценариев наступления тех или иных событий [5, 14]. Прогнозирование осуществляется моделированием некоторой ситуации с последующим многокритериальным анализом. В представленном примере на основе морского пассажирского порта Морской вокзал явно видна чёткая зависимость изменений от стремления города не потерять пассажиропоток, изменять инфраструктуру для круизных и паромных судов нового поколения, и, как следствие, выступать одним из крупных игроков в регионе Балтийского моря.



## Заключение

Для прибрежных городов морской пассажирский порт является стратегическим объектом, работа которого позиционирует город в регионе моря относительно других терминалов и портов. Морской пассажирский порт является сложной технической системой, которая зависит от влияния внешней среды и вызовов отрасли, которым необходимо стратегически отвечать, изменяя и модернизируя инфраструктуру. В статье обосновывается эффективность применения синергетического подхода, правильность которого подтверждена на основе эволюции и развития морского пассажирского порта Морской вокзал. На основе проведенного анализа и определения условий влияния на систему морского пассажирского порта предлагается модель развития морского пассажирского порта с фиксацией точек бифуркации. Ввиду наличия большого количества переменных и параметров для достижения правильной оценки потенциала пассажирского порта необходим тщательно выполненный многосторонний событийный анализ развития сил и факторов, воздействующих на порт, а также своевременно принятая и реалистичная программа развития порта. Данные шаги могут не только полностью изменить транспортную систему в регионе расположения порта, но и изменить положение порта как в регионе моря, так и на мировом уровне. Представленный материал раскрывает этапы развития для города Санкт-Петербург и является одной из отправных точек для анализа развития и изменений других морских пассажирских терминалов в регионе Балтийского моря для выявления системных факторов, влияющих на весь регион Балтийского моря.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стратегия развития морской портовой инфраструктуры России до 2030 года. Одобрена на совещании членов Морской коллегии при Правительстве Российской Федерации 28 сентября 2012 года. М.: 2013. – 190 с.
2. МНА 35th Special Magazine. Cruise industry 2020. — Режим доступа: <https://www.cruiseindustrynews.com/pdf/> (дата обращения: 09.01.2021).
3. Левит А. «Максим Горький»: Встреча в верхах / А. Левит // Морской флот. — 1990. — № 4. — С. 20–23.
4. Бродецкий Г.Л. Системный анализ в логистике. Выбор в условиях неопределенности / Г.Л. Бродецкий – М.: Academia, 2010. - 336 с.
5. Майоров Н. Н. Прогнозирование процессов морского пассажирского терминала в классе полиномиальных моделей // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология, 2018. – №. 3. – С. 113-122. DOI: <https://doi.org/10.24143/2073-1574-2018-3-113-122>.
6. Волкова В. Н., Денисов А. А. Теория систем и системный анализ: учебник для академического бакалавриата. — 2-е. — М.: Юрайт, 2014. — 616 с. — ISBN 978-5-9916-4213-2.
7. Майоров Н. Н. Моделирование состояний морского терминала на основе дискретизации процессов / Н.Н. Майоров // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. – 2018. – №1(47). – С. 20–29.
8. Ильясов Б. Г. Основы теории систем и системного анализа: учебное пособие / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа: РИК УГАТУ, 2016. – 217 с.
9. Кузнецов А. Л. Генезис моделей развития портов в современной транспортной науке / А. Л. Кузнецов, А. В. Галин // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2015. — № 2 (30). — С. 141–153.
10. Морской фасад. Описание концепции. URL: [https://www.dp.ru/a/2005/07/08/Morskoj\\_fasad\\_\\_Opisanie\\_k](https://www.dp.ru/a/2005/07/08/Morskoj_fasad__Opisanie_k) (Дата обращения: 11.01.2021).
11. Инвестиционные проекты. URL: [https://www.portspb.ru/O\\_porte/about/invest\\_programm](https://www.portspb.ru/O_porte/about/invest_programm) (Дата обращения: 13.01.2021)



12. *Галин А. В.* Разработка модели специализированного порта на основе приоритета грузопотоков / А. В. Галин // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2016. — № 2 (36). — С. 27–33.
13. *Brida J-G et al* (2013). Cruise Passengers in a Homeport: A Market Analysis. *Tourism Geographies: An International Journal of Tourism Space, Place and Environment*, Vol 15, pp. 68-87. DOI: 10.1080/14616688.2012.675510.
14. *Дуброва Т.А.* Статистические методы прогнозирования в экономике / Т.А. Дуброва. — М., 2004. — 136 с.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

**Майоров Николай Николаевич –**

доцент, к.т.н.

«Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения  
190000, Россия, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А

E-mail: nnm@guar.ru

### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Maivorov Nikolai Nikolaevich –**

PhD, associate professor, Department of System Analysis and Logistics  
Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

SUAI, 67, Bolshaya Morskaia str., Saint-Petersburg, 190000, Russia

E-mail: nnm@guar.ru



УДК 656.22

DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-31-36

## АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ ПО РАСПИСАНИЮ

**Д. В. Свидинская**

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

*В данной статье рассмотрен один из эффективных способов организации движения грузовых поездов по «твёрдому» графику. Представлен анализ использования технологии отправления грузовых поездов по расписанию, как в Российской Федерации, так и за рубежом. Также приведен обзор способов оптимизации грузовых перевозок по твёрдым «ниткам» графика.*

*Ключевые слова: организация движения, железнодорожный транспорт, график движения грузовых поездов, твердые «нитки» графика.*

### **Для цитирования:**

*Свидинская Д. В. Анализ организации движения поездов по расписанию // Системный анализ и логистика: журнал.: выпуск №1(27), ISSN 2077-5687. – СПб.: ГУАП., 2021 – с. 31-36. РИНЦ. DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-31-36.*

## ANALYSIS OF THE ORGANIZATION OF FREIGHT TRAINS ON SCHEDULE

**D. V. Svidinskaya**

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

*In this article considers one of the effective ways to organize the movement of freight trains on a "solid" schedule. An analysis of the use of the technology of departure of freight trains on schedule both in the Russian Federation and abroad is presented. There is also an overview of how to optimize freight traffic on the hard "threads" of the schedule.*

*Keywords: traffic organization, rail transport, schedule of freight trains, solid "threads" of the schedule.*

### **For citation:**

*Svidinskaya D. V. Analysis of the organization of freight trains of schedule // System analysis and logistics.: №1(27), ISSN 2077-5687. – Russia, Saint-Petersburg.: SUAI., 2021 – p. 31-36. DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-31-36.*

### **Введение**

Твёрдый график движения поездов является основой эффективной работы железной дороги, что подразумевает в себе организацию, технологический процесс и алгоритм действий в различных ситуациях. Движение поездов по твёрдому графику складывается из организации работы, точного выполнения технологического процесса различными подразделениями, связанными с движением поездов.

### **1. Организация движения поездов по твердым «ниткам» графика**

На российских железных дорогах, как правило, грузовые составы отправляются «по готовности». В основе данной технологии заложено отправление состава при суммировании следующих факторов: составление вагонов с различными грузами для перемещения в попутном направлении; наличие локомотивов, способных перемещать готовый подвижной состав имеющегося тоннажа; наличие в графике движения поездов свободной «нитки» (графическое отображение маршрута движения поезда на графике). Пропуск составов в таком случае осуществляется в зависимости от сложившегося поездного положения.

При совокупности вышеизложенных факторов движение состава осуществляется по твердой «нитке» графика с учётом направления движения и времени следования, при этом состав обеспечивается локомотивом и локомотивной бригадой.

Составление плана формирования составов на сутки определяет время их накопления и дальность их перемещения на максимальное расстояние без переработки. В условиях соблюдения твёрдого графика движения грузовых составов станет возможным установление точного времени



прибытия на станции назначения групп вагонов.

От объёмов перевозок по месяцами и времени суток зависит количество «ниток» графика движения грузовых поездов с технических станций. Несоблюдение учёта фактора неравномерности приведёт к неучтенному увеличению планируемых «ниток» графика, что вызовет рост заявок на локомотивы и локомотивные бригады. Это явилось одной из причин создания единых диспетчерских центров управления.

«Нитка» движения грузового состава в нормативном графике отображает в себе маршрут следования от станции отправления до станции назначения и станции проследования с указанием времени отправления, прибытия, стоянок и времени хода с учетом технологических параметров состава, то есть длиной состава, массой состава и техническими характеристиками локомотивов. Из-за невозможности пропуска по участку грузовых составов, длина которых превышает длину станционных путей, происходит пересортировка грузового состава по длине и весу, что приводит к простоям состава и снижению маршрутной скорости вагонопотока. На практике происходит наложение на «нитку» графика изменения по отправлению грузовых составов с участков и грузовых станций по мере их готовности вне запланированного времени из-за неравномерности движения, задержками на участках движения, режима работы локомотивных бригад и других факторов, оказывающих совокупное влияние на работу в целом.

Вышеперечисленные факторы создают пиковые периоды в «нитках» движения составов, характеризующиеся повышением интенсивности движения в 1,5–2,0 раза. Это приводит к скоплению грузовых составов на технических станциях и подходах к ним, увеличению времени приёма и обработки грузов. После прохождения пикового режима происходит снижение движения грузовых составов, и «нитка» нормативного графика используется в обычном режиме [1].

Нередко на технических станциях происходят простои грузовых составов в ожидании встречных поездов, которые задерживаются из-за отсутствия свободных приёмо-отправочных путей на этих станциях. Одним из решений данной проблемы было бы увеличение количества приёмо-отправочных путей на технических станциях, обеспечение приёма грузовых составов без задержек по фактическому прибытию.

На соблюдение графика движения грузовых составов влияет выполнение машинистами нормативных перегонных времён хода из-за устаревания железнодорожных путей, условий их содержания, географические характеристики маршрута. Решением может стать увеличение уровня содержания пути, при котором устанавливается постоянный режим скорости, по отношению к заданной пропускной способности участка на весь период нормативного графика.

Одним из основных факторов на движение грузовых составов является принятие решения диспетчерами их пропуска в интервале между пассажирскими поездами, на что влияет возможность прохождения участка грузовым составом с максимальной скоростью хода [2].

## **2. Использование технологии отправления грузовых поездов по расписанию за рубежом**

В основе движения грузовых поездов во многих странах мира, для сравнения возьмем Северную Америку и страны Европейского союза, лежит технология движения по расписанию. То есть в заранее составленный упорядоченный график отправления грузовых составов могут вноситься не более 20% изменений, связанных с отменой каких-либо маршрутов по причине выполнения регламентных работ на путях движения, перегонах, внесение корректировок в уже намеченные маршруты. Все это происходит для стабилизации установленного графика и создания гибкости принятия решений для выполнения грузоперевозок. В основе постоянного графика лежит перевозка скоропортящейся продукции и продуктов первой необходимости, а также продукции горнодобывающей промышленности, металлургии и предприятий, взаимодействующих с железнодорожным транспортом на постоянной основе. Железнодорожные составы со сборными грузами формируются по принципу вертикального разделения рынка железнодорожных перевозок и свободного доступа перевозчиков к инфраструктуре железнодорожного транспорта. Выполнение



требований различных перевозчиков производится за счет распределения пропускной способности и прохода грузовых составов по выделенным «ниткам» графика.

При рассмотрении зарубежного движения грузовых поездов по твердым «ниткам» графика можно сказать, что организация такого движения в России практически ничем не отличается.

### 3. Использование технологии отправления грузовых поездов по расписанию на территории Российской Федерации

Приведенная на рисунке 1 структура грузооборота по видам транспорта показывает, что на протяжении уже достаточно протяженного времени (по исследуемым данным с 2011 года на территории Российской Федерации (РФ) железнодорожный транспорт имеет очень важную роль в грузоперевозках страны. Он занимает лидирующие позиции по грузообороту на территории России.

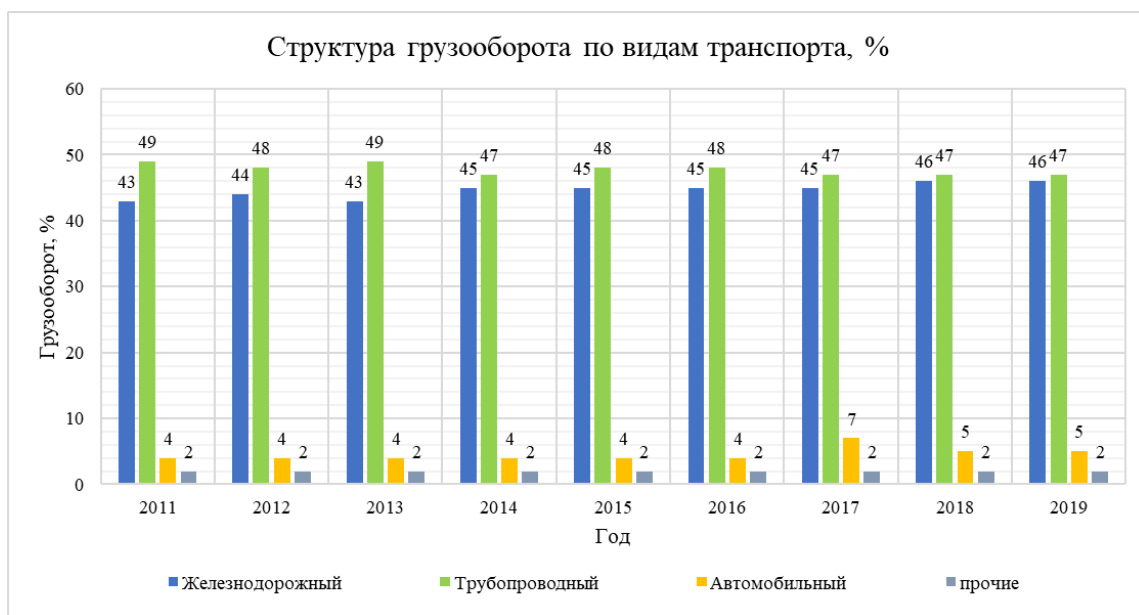


Рис. 1. Структура грузооборота по видам транспорта

В основном осуществляется доставка таких грузов как: каменный уголь, нефть и нефтепродукты, руда и строительные грузы (табл. 1). Они имеют самые высокие показатели грузооборота за рассматриваемый период: январь-февраль 2019 и 2020 годов. По твердым «ниткам», как правило, курсируют поезда с углем, рудно-металлургическим сырьём, контейнерами; рефрижераторные поезда.

С августа 2011 года на Октябрьской железной дороге с целью повышения качества транспортного обслуживания и клиентоориентированности, направленную на оптимизацию эксплуатационной работы дороги, запущена комплексная программа организации движения грузовых поездов по расписанию. В данной программе задействованы логистические операторы, грузоотправители и организаторы движения грузовых поездов по расписанию. Их интересы объединяются в повышение эффективности управления парком вагонов и достижения рентабельности для оператора, что ведёт к снижению стоимости перевозок грузов. Результатом программы является оптимизация числа операторов, работающих на станциях погрузки. Целью мероприятий является упорядочение технологии грузоперевозок, упрощение схемы вагонопотоков, предотвращение скопления вагонов.



Таблица 1 – Грузовые перевозки

Показатели	Январь-февраль 2019 г.	Январь-февраль 2020 г.	Динамика
Погрузка (млн тонн)	205,4	199,6	- 2,8%
Каменный уголь	63,1	57,8	- 8,4%
Кокс	1,862	1,742	- 6,4%
Нефть и нефтепродукты	39,55	38,71	- 2,1%
Руда железная и марганцевая	19,11	19,65	+ 2,8%
Черные металлы	12,7	12,1	- 4,9%
Лом черных металлов	1,386	1,808	+ 30,5%
Удобрения	10,16	10,11	- 0,5%
Цемент	2,591	2,683	+ 3,6%
Лесные грузы	7,05	6,53	- 7,4%
Зерно	4,1	3,4	- 17,1%
Строительные грузы	16,85	17,8	+ 5,7%
Руда цветная и серное сырьё	2,96	3,01	- 1,8%
Химикаты и сода	4,32	4,29	- 0,7%
Промсырьё	5,0	4,3	- 14,3%
Остальные	14,60	15,67	+ 7,3%
Грузооборот тарифный (млрд тарифных тонно-км)	420,5	406,8	- 3,3%
Грузооборот с учетом пробега вагонов в порожнем состоянии (млрд тарифных тонно-км)	537,4	516,5	- 3,9%

В соответствии с «Инструкцией по организации поездной работы при отправлении грузовых поездов по твердым ниткам графика» за счет дополнительных резервов времени хода обеспечено выполнение графика движения грузовых составов. При пропуске поездов унифицированного веса необходимо предусмотреть пропуск тяжеловесных поездов и поездов с дифференцированным весом при наличии резервов времени. Резервное время исчисляется из расчета увеличения перегонного времени в графике на 3-5%, на последнем перегоне работа локомотивной бригады увеличивается на 2-4 минуты. Также учитывается исключение передачи опозданий от одних поездных бригад к другим по эстафете и разброс времени составления поездов на сортировочных станциях. Соблюдение вышеперечисленных моментов экономии режима времени позволит закрепить локомотивные бригады за определёнными нитками графика, что повысит показатели использования локомотивов и локомотивных бригад [3].

#### 4. Обзор способов оптимизации грузовых перевозок по твердым «ниткам» графика

Принимая во внимание человеческий фактор при планировании отправления поездов по твердому графику, в источнике [4] предлагается максимально исключить присутствие человека в цепочке с момента включения в «нитку» графика движения, определения локомотива и локомотивной бригады, определения маршрута движения в пункт назначения до момента разгрузки.



Данное решение исключит негативное влияние человеческого фактора при планировании поездной работы и разгрузит персонал станции.

Данное предложение, с одной стороны, хорошо отразится на режиме работы и процессе планирования. С другой стороны, исключать в полном объёме влияние человека на процесс работы и слаженность действий от момента планирования и включения в твёрдый график до момента разгрузки нельзя по причине наложения различных негативных моментов на определённых этапах работы.

В источнике [5] проблему доставки грузов на большие расстояния предлагается решить объединением в единый маршрут свободных «ниток» графиков отдельных диспетчерских участков путём разработки информационной системы автоматизированного процесса подсчёта для заданного маршрута количества согласованных «ниток» графика в единицу времени. Данное предложение даёт возможность оптимизировать имеющийся процесс доставки грузов по твёрдым «ниткам» графика.

В источнике [6] отмечается, что средний вес грузовых поездов сети железных дорог при движении по твёрдым «ниткам» графика происходит без повышения. Это влияет на установление рационального соотношения между показателями эксплуатационной работы железнодорожного транспорта с учётом роста объемов перевозок и необходимых капитальных вложений в техническое оснащение станций и магистральных линий. Для этого предлагается устанавливать вес грузовых поездов отдельно для транзитных и для местных. Из-за простоя вагонов на станциях погрузки и выгрузки движение поездов дальнего назначения по жёсткому графику не целесообразно и наоборот, формирование местных грузовых поездов меньшего веса и длины сокращает простой вагонов на станциях погрузки и разгрузки.

Данный метод применим для движения грузовых поездов местного значения и вызывает повышение коэффициента трудозатрат при составлении поездов транзитного движения.

### **Заключение**

Организация движения транзитных, контейнерных и отдельных маршрутов на всех магистралях страны осуществляется по твёрдому графику, что положительно сказывается на эксплуатационных показателях. Но для ее соблюдения необходимо выполнение требований формирования составов по длине и весу. Несоблюдение данных требований приведет к отказам технических средств, несоблюдению предоставления «нитки», сбоям графиков движения.

Движение грузовых поездов по твёрдому графику повышает эффективность использования инфраструктуры и конкурентоспособности железнодорожных перевозок, предоставляет возможность использования вагонов с их ритмичной подачей под погрузку со значительным улучшением.

По новой модели движения по твёрдой «нитке» эффективная эксплуатация грузовых составов может быть достигнута при условии перехода всех видов поездов на твёрдую «нитку».

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Твёрдый график - мечта или реальность? [Электронный ресурс]. – URL: <https://gudok.ru/newspaper/?ID=756188> (дата обращения: 25.12.2020 г.).
2. Козаченко Д. Н. Резервы времени при организации движения грузовых поездов по расписанию/ Д. Н. Козаченко, Н. И. Березовый, В.О. Баланов, В. В. Журавель// Наука и прогресс транспорта. -2015.-№2.-С. 105-115.
3. Шапкин И. Н. Технология движения грузовых поездов по твёрдым ниткам графика/ И.Н. Шапкин// МГУПС.-С.25.
4. Бадажков М.А. Автоматизация планирования отправления поездов по твёрдым ниткам графика/ М. А. Бадажков// Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. - 2017. - № 2. – С. 14 – 21.
5. Додонов М.В. Разработка информационной системы учета маршрута движения поездов по



твердым ниткам графика/ М.В. Додонов, Е.А. Жданова// Наука и образование транспорту. - 2014. -№1.- С. 156-159.

- б. *Дмитренко А.В.* Оценка эффективности движения грузовых поездов по жёсткому графику / А.В. Дмитренко // Вестник транспорта. - 2011.-№8.-С. 31-36.

### **ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ**

**Свидинская Дарья Вадимовна –**

студент кафедры системного анализа и логистики

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»

190000, Россия, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А

E-mail: [daria19682@yandex.ru](mailto:daria19682@yandex.ru)

### **INFORMATION ABOUT THE AUTHOR**

**Svidinskaya Darya Vadimovna –**

student of the system analysis and logistics department

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

SUAI, 67, Bolshaya Morskaya str., Saint-Petersburg, 190000, Russia

E-mail: [daria19682@yandex.ru](mailto:daria19682@yandex.ru)



УДК 621.432.3, 656.09

DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-37-43

## ДЕФЕКТАЦИЯ БЛОКА ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

**А. В. Сумманен**

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

*В данной статье рассмотрены вопросы оценки технического состояния блока цилиндров, определены необходимые параметры для оценки состояния. Подробно представлено, как и чем измерить и рассчитать тот или иной параметр. Представлены методы расчета параметров. Предложена схема измерения и методика построения эюры износа внутреннего диаметра цилиндра, чтобы визуально оценить износ и его вид. Представлена методика расчета ремонтного размера. Рассмотрены вопросы влияния данных параметров на работоспособность блока цилиндров и двигателя внутреннего сгорания в целом.*

*Ключевые слова: методика, блок цилиндров, исследование, техническое состояние.*

**Для цитирования:**

*Сумманен А. В. Дефектация блока цилиндров двигателей внутреннего сгорания // Системный анализ и логистика: журнал.: выпуск №1(27), ISSN 2077-5687. – СПб.: ГУАП., 2021 – с. 37-43. РИНЦ. DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-37-43.*

## DEFECTIVE CYLINDER BLOCK OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES

**A. V. Summanen**

Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

*This article discusses the issues of assessing the technical condition of the cylinder block. The necessary parameters for assessing the technical condition of the cylinder block have been determined. How and how to measure and calculate this or that parameter is presented in detail. Methods for calculating the parameters are presented. A measurement scheme and a technique for constructing a wear diagram of the inner diameter of a cylinder are proposed in order to visually assess the wear and its appearance. The method for calculating the repair size is presented. The questions of the influence of these parameters on the operability of the cylinder block and the internal combustion engine as a whole are considered.*

*Key words: technique, block of cylinders, research, technical condition.*

**For citation:**

*Summanen A. V. Defective cylinder block of internal combustion engines // System analysis and logistics.: №1(27), ISSN 2077-5687. – Russia, Saint-Petersburg.: SUAI., 2021 – p. 37-43. DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-37-43.*

**Введение**

Долговечность двигателей в значительной мере определяется состоянием деталей цилиндро-поршневой группы. В частности, блока цилиндров.

В процессе эксплуатации двигателей наряду с износом поршней и поршневых колец изнашивается и внутренняя поверхность блока цилиндров. Износ поверхности происходит вследствие истирающего действия поршневых колец, протекающего при высоких температурах; давления; присутствия в зонах трения коррозионно-активных веществ – продуктов сгорания топлива, абразивных частиц, попадающих в цилиндры с воздухом и топливом. В результате износа увеличивается диаметр поверхности цилиндра. При нормальных условиях эксплуатации износ поверхности цилиндра по длине имеет форму неправильного конуса с большим основанием в верхней части цилиндра. Неравномерно изнашивается поверхность и в диаметральной плоскости: наибольший износ наблюдается в плоскости качания шатуна. При этом более интенсивно изнашивается поверхность цилиндра, расположенная по направлению действия нормальной составляющей силы давления газов.

Вследствие износа поверхностей трения деталей цилиндро-поршневой группы, в том числе внутренней поверхности цилиндра, уменьшается компрессия в цилиндрах двигателя, падает его мощность, увеличивается расход моторного масла на угар, увеличивается количество газов, прорывающихся в картер и вызывающих окисление масла и, как результат, ухудшение его смазочных



своих свойств и сокращение срока службы.

Восстановление работоспособного состояния цилиндрично-поршневой группы при капитальном ремонте осуществляется путём обработки до ремонтного размера поршнями и поршневыми кольцами соответствующего размера.

### Основные параметры блока цилиндров

Перед дефектацией тщательно вымойте блок цилиндров и осмотрите масляные каналы. Продуйте и просушите блок цилиндров сжатым воздухом, особенно масляные каналы.

Осмотрите блок цилиндров. Если в опорах или в других местах блока цилиндров имеются трещины, то блок подлежит замене.

1. Осмотрите блок цилиндров, особенно внимательно — опоры коленчатого вала. Трещины в любых местах блока цилиндров не допускаются. Если есть подозрение на наличие трещин в блоке (попала охлаждающая жидкость в картер или масло в охлаждающую жидкость), то проверьте герметичность блока на специальном стенде. Проверку проводите соответствующим оборудованием.
2. Осмотрите цилиндры с обеих сторон. Царапины, задиры и трещины не допускаются. При осмотре цилиндров рекомендуем освещать зеркала цилиндров переносной лампой — при этом дефекты видны значительно лучше.

Основные размеры блока цилиндров на примере двигателя ВАЗ 2105 указаны на рисунке 1 [1].

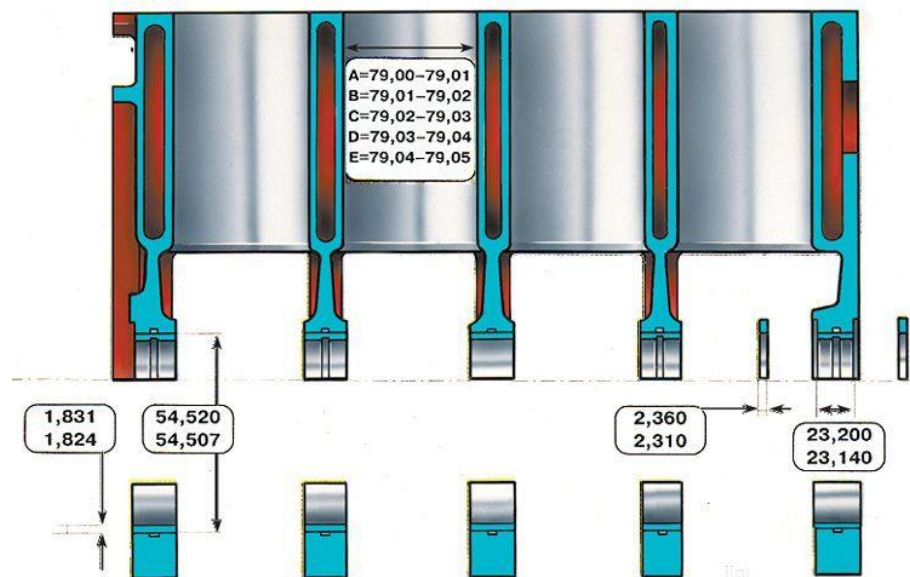


Рис. 1. Основные размеры блока цилиндров

Если имеется подозрение на попадание охлаждающей жидкости в картер, то на специальном стенде проверьте герметичность блока цилиндров. Для этого, заглушив отверстия охлаждающей рубашки блока цилиндров, нагнетайте в нее воду комнатной температуры под давлением 0,3 МПа (3 кгс/см). В течение двух минут не должна наблюдаться утечка воды из блока цилиндров.

Если наблюдается попадание масла в охлаждающую жидкость, то без полной разборки двигателя проверьте, нет ли трещин у блока цилиндров в зонах масляных каналов. Для этого слейте охлаждающую жидкость из системы охлаждения, снимите головку цилиндров, заполните рубашку охлаждения блока цилиндров водой и подайте сжатый воздух в вертикальный масляный канал блока цилиндров. В случае появления пузырьков воздуха в воде, заполняющей рубашку охлаждения, замените блок цилиндров.

Проверьте, не превышает ли износ цилиндров максимально допустимый — 0,15 мм.



Диаметр цилиндра измеряется нутромером в четырех поясах, как в продольном, так и в поперечном направлении двигателя (рис. 2) [2]. Для установки нутромера на ноль применяется калибр 67.8125.9501.

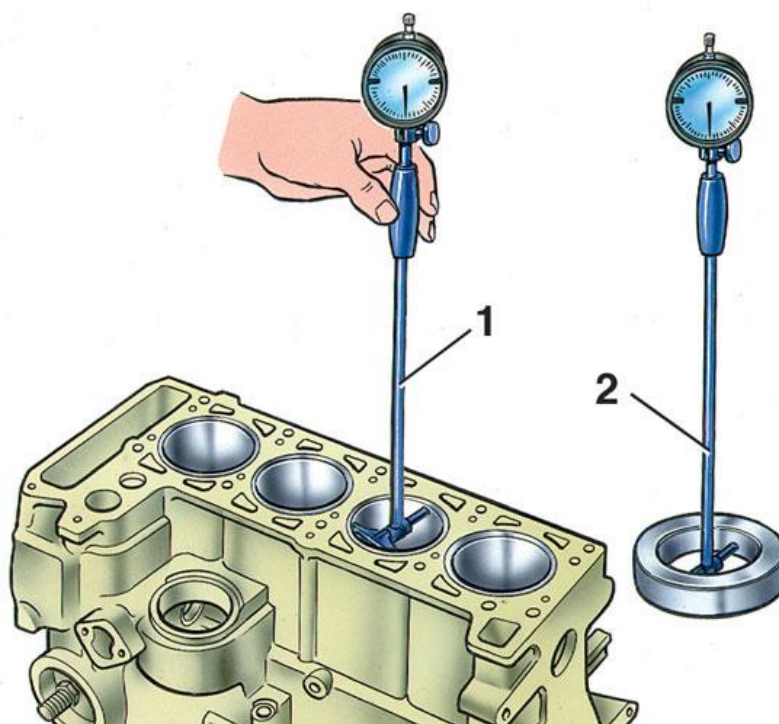


Рис. 2. Измерение цилиндров нутромером:  
1 – нутромер; 2 – установка нутромера на ноль по калибру

Примечание: цилиндры блока по диаметру разбиты через 0,01 мм на пять классов: А, В, С, D, Е. Класс цилиндра помечен на нижней плоскости блока (рис. 3) [2]. На этой же плоскости, а также на крышках коренных подшипников клеймится условный номер блока цилиндров, который указывает на принадлежность крышек к данному блоку.

В зоне пояса 1 цилиндры практически не изнашиваются. Поэтому по разности замеров в первом и остальных поясах можно судить о величине износа цилиндров.

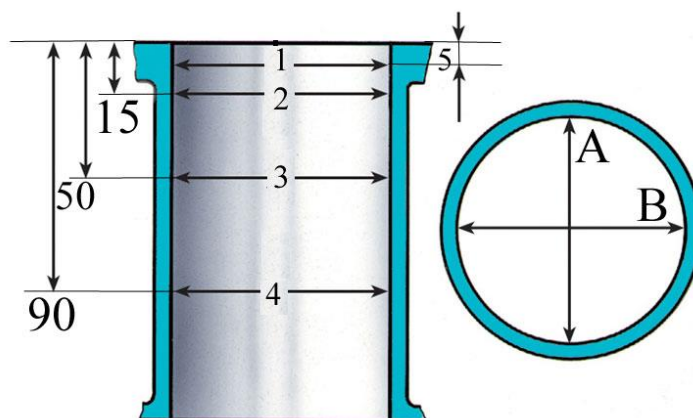


Рис. 3. Схема измерения цилиндров:  
А и В направления измерений; 1, 2 и 3 - номера поясов

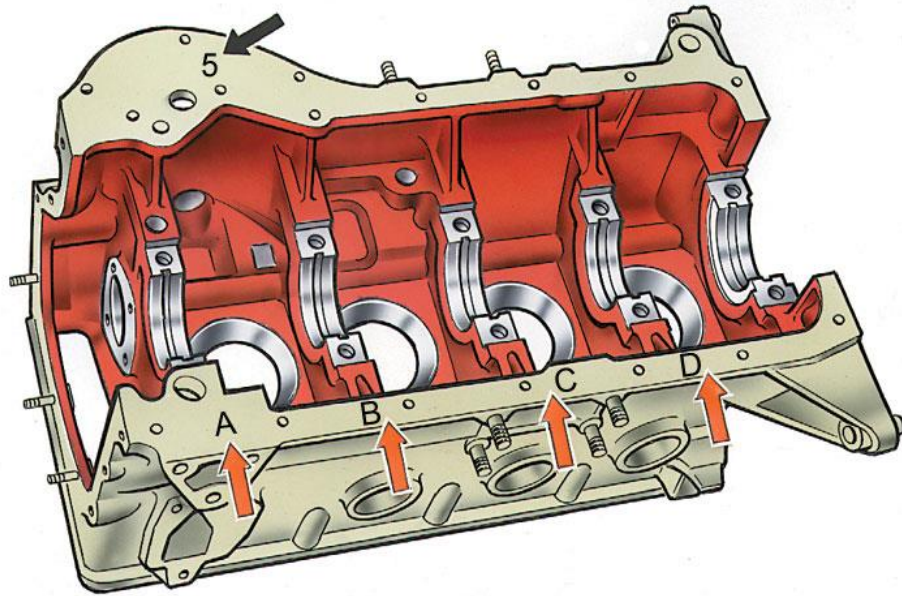


Рис. 4. Маркировка размерной группы цилиндров на блоке: (красные стрелки) и условного номера блока цилиндров (черная стрелка)

Если максимальная величина износа больше 0,15 мм—расточите цилиндры до ближайшего ремонтного размера поршней (увеличенного на 0,4 или 0,8 мм), оставив припуск 0,03 мм на диаметр под хонингование. Затем отхонингуйте цилиндры, выдерживая такой диаметр, чтобы при установке выбранного ремонтного поршня расчетный зазор между ним и цилиндром был 0,06–0,08 мм. (с 1989 г. зазор составляет 0,05–0,07 мм).

На плоскости разъема блока цилиндров с головкой могут быть деформации. Поэтому проверьте плоскость разъема с помощью линейки и набора щупов. Линейка устанавливается по диагоналям плоскости и в середине в продольном направлении и поперек. Если неплоскостность превышает 0,1 мм, блок цилиндров замените [3, 4].

#### Порядок измерения и расчета параметров

1. При оценке технического состояния блока цилиндров заключение о его годности, либо необходимости восстановления или выбраковке, следует делать по каждому контролируемому параметру.
2. Внешним осмотром выявить наличие (или отсутствие) трещин, раковин, сколов.
3. Проконтролировать размеры посадочных поясков и бурта блока цилиндров в двух взаимоперпендикулярных плоскостях при помощи микрометра соответствующего типоразмера.
4. Путем измерения индикаторным нутромером внутреннего диаметра блока цилиндров на разных уровнях установить зону ее максимального износа (как правило она располагается в области верхнего компрессионного кольца при положении поршня в ВМТ).
5. Определить ремонтный размер, под который может быть обработан блок цилиндров. Для этого необходимо:
  - а) в зоне максимального износа «зеркала» цилиндра измерить внутренний диаметр цилиндра в шести сечениях (рис.5) и определить величины износов  $U_i$  для каждого из сечений по зависимости



$$U_i = D_{ui} - D_{H\min}, \quad (1)$$

где  $D_{H\min}$  – минимальный исходный диаметр блока цилиндров, определяемый по техническими требованиями на капитальный ремонт, либо путём измерения в её верхней изношенной части, мм;  
 $D_{ui}$  – диаметр изношенной поверхности в  $i$ -ом сечении, мм;

- б) по результатам измерений построить эпюру износа внутренней поверхности цилиндра (см. рис. 5), откладывая на лучевых линиях от окружности, соответствующий исходному диаметру блока цилиндров, значения одностороннего износа, соблюдая последовательность 1-1, 2-2, 6-6, 3-3, 5-5, 4-4; при этом сечение наибольшего износа целесообразно располагать по линии 1-1.

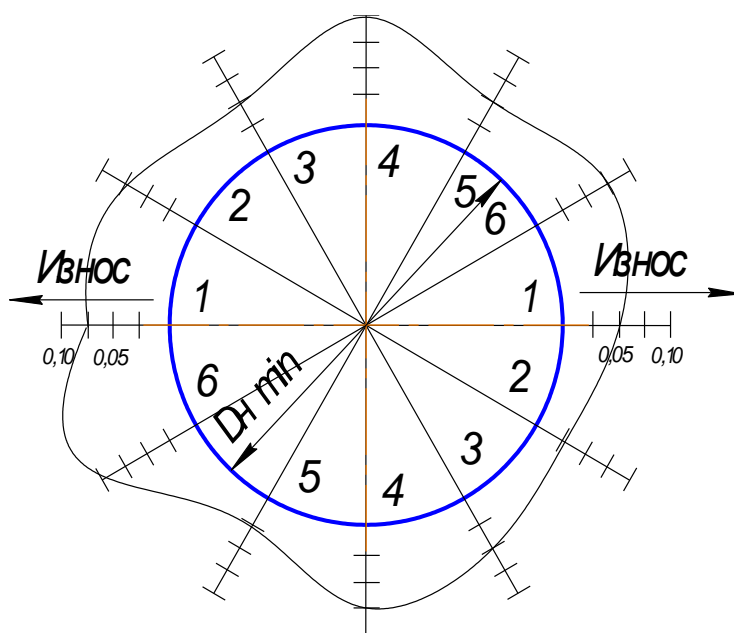


Рис. 5. Схема измерения и построения эпюры износа внутреннего диаметра цилиндра: 1-1, 2-2, 3-3, 5-5, 6-6 – обозначение сечения измерения

Значения одностороннего износа поверхности цилиндра, расположенной справа и слева от центра окружности, определяем по зависимостям, соответственно:

$$W_i = \rho \cdot U_i, \quad (2)$$

$$W_i = (1 - \rho) \cdot U_i, \quad (3)$$

где  $\rho$  – коэффициент, учитывающий неравномерность износа внутренней поверхности блока цилиндров в плоскости качания шатуна вследствие дополнительного воздействия на нее нормальной составляющей силы давления газов; обычно  $\rho = 0,60-0,65$ ;

- в) рассчитать теоретический ремонтный размер, используя геометрические построения (рис. 6);

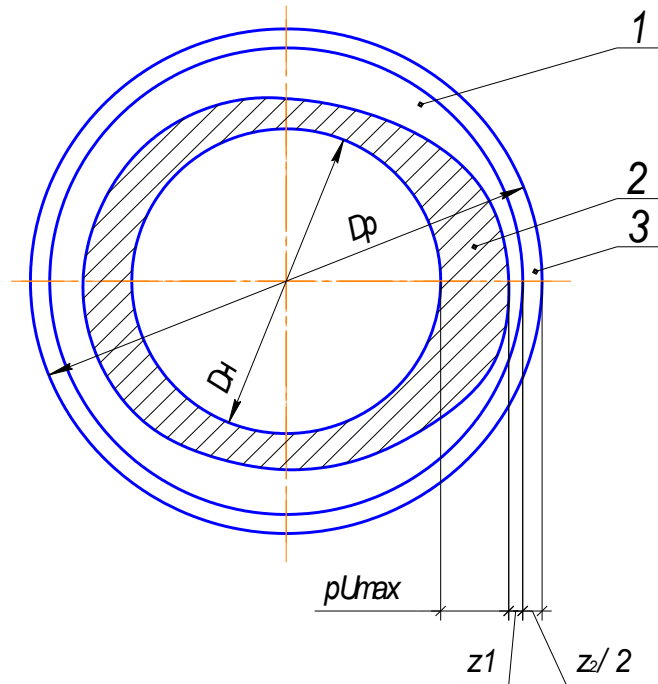


Рис.6. Схема определения ремонтного размера цилиндра:  
1 – слой металла, снимаемый при растачивании; 2 – эпюра износа; 3 – слой металла, снимаемый при хонинговании

$$D_p^m = D_H + 2 \cdot (\rho \cdot U_{\max} + Z_1 + Z_2), \quad (4)$$

где  $D_H$  – исходный размер внутренней поверхности цилиндра (номинальный или ремонтный), мм;  $U_{\max}$  – максимальный общий износ внутренней поверхности цилиндра, мм;  $Z_1$  – минимальный односторонний припуск на растачивание, так называемый припуск на «невыход» резца; принимаем равный 0,05-0,10 мм;  $Z_2$  – припуск на чистовое хонингование; принимают равным 0,03-0,04 мм;

- г) исходя из расчетного значения  $D_p^m$  по рис. 6 принять рекомендуемый ТУ ремонтный размер  $D_p$ .

### Заключение

По данной методике можно провести исследование технического состояния блока цилиндров. Рассчитать и измерить необходимые параметры и сравнить с нормативными значениями. Рассчитать ремонтный размер, построить эпюру износа цилиндра.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Размеры блока цилиндров [Электронный ресурс]. – URL: <http://vazclub.com/vaz/2104-2105-2107/remont/dvigatel/blok-tsilindrov/razmeri-bloka.html> (дата обращения: 18.01.2021).
2. Устройство блока цилиндров ВАЗ [Электронный ресурс]. – URL: [https://yandex.ru/images/search?text=Карта%20дефектации%20блока%20цилиндров%20ваз%202105&stypе=image&lr=2&source=wiz&p=1&pos=35&rpt=simage&img\\_url=https%3A%2F%2Fcheljabinsk.instrument-e.ru%2Fwa-data%2Fpublic%2Fshop%2Fproducts%2F86%2F76%2F7686%2Fimages%2F28888%2F28888.970.jpg](https://yandex.ru/images/search?text=Карта%20дефектации%20блока%20цилиндров%20ваз%202105&stypе=image&lr=2&source=wiz&p=1&pos=35&rpt=simage&img_url=https%3A%2F%2Fcheljabinsk.instrument-e.ru%2Fwa-data%2Fpublic%2Fshop%2Fproducts%2F86%2F76%2F7686%2Fimages%2F28888%2F28888.970.jpg) (дата обращения: 18.01.2021).



3. Дефектовка деталей двигателя [Электронный ресурс]. –  
URL: <https://tuningtaza.ru/Дефектовка-деталей-двигателя-ВА3-2106.html>(дата обращения: 18.01.2021).
4. Блок цилиндров [Электронный ресурс]. –  
URL: <http://vazik.ru/plugins/content/content.php?content.10> (дата обращения: 18.01.2021).

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

**Сумманен Александр Викторович** –  
доцент кафедры системного анализа и логистики  
Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения  
190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А  
E-mail: 89215728754@mail.ru

### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Summanen Alexander Viktorovich** –  
Associate Professor of the Department of Systems Analysis and Logistics  
Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation  
190000, St. Petersburg, st. Bolshaya Morskaya, 67, lit. A  
E-mail: 89215728754@mail.ru



УДК 656.022

DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-44-48

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ. СЕВЕРНЫЙ МОРСКОЙ ТРАНЗИТНЫЙ КОРИДОР

**М. А. Трегуб, К. А. Ярошенко-Соколовская**

Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова

*В работе представлен сравнительный анализ морских международных транспортных маршрутов: Северного морского пути (СМП) и Южного морского пути (ЮМП). Производится анализ конкурентных преимуществ и недостатков Северного морского пути в сравнении с Южным морским путём. На основе исследования основных логистических характеристик морских артерий: длины, климата, экономических рисков на северном и южном направлениях морских грузоперевозок, делается вывод о потенциале Северного морского пути. Рассматривается возможность перераспределения на это направление части международных грузоперевозок, осуществляемых в настоящее время по Южному морскому пути.*

*Ключевые слова: СМП, Северный морской путь, транзит, транзитный коридор, Арктика, СМТК, Северный морской транзитный коридор.*

### **Для цитирования:**

*Трегуб М. А., Ярошенко-Соколовская К. А. Перспективы развития Северного морского пути. Северный морской транзитный коридор // Системный анализ и логистика: журнал.: выпуск №1(27), ISSN 2077-5687. – СПб.: ГУАП, 2021 – с. 44-48. РИНЦ. DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-44-48.*

## PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF THE NORTHERN SEA ROUTE. NORTHERN SEA TRANSIT CORRIDOR

**M. A. Tregub, K. A. Iaroshenko-Sokolovskaia**

The Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping

*The article presents a comparative analysis of international maritime transport routes – the Northern Sea Route (NSR) and the Southern Sea Route (SMP). The article analyzes the competitive advantages and disadvantages of the Northern Sea Route in comparison with the Southern Sea Route. Based on the study of the main logistics characteristics of sea arteries: length, climate, economic risks in the northern and southern directions of sea cargo transportation, a conclusion is made about the potential of the Northern Sea Route. The possibility of redistributing part of the international cargo transportation currently carried out along the Southern Sea Route to this direction is being considered.*

*Keywords: NSR, Northern Sea Route, transit, transit corridor, Arctic, SMTK, Northern Sea Transit Corridor.*

### **For citation:**

*Tregub M. A., Iaroshenko-Sokolovskaia K. A. Prospects for development of the Northern Sea Route. Northern Sea transit corridor // System analysis and logistics.: №1(27), ISSN 2077-5687. – Russia, Saint-Petersburg.: SUAI, 2021 – p. 44-48. DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-44-48.*

### **Введение**

История освоения Северного морского пути берет свое начало ещё в первой половине XVI века и продолжается в настоящее время. Представляя собой важную и перспективную водную артерию, Северный морской путь (СМП) протянулся от незамерзающего порта Мурманск до бухты Провидения, проходя через Баренцево море, Карское море, море Лаптевых, Восточно-Сибирское море, Чукотское море. СМП можно условно разделить на западный сектор, который простирается от Мурманска до Дудинки. Обслуживание этого сектора осуществляется ледоколами Росморфлота. Восточный сектор, располагающийся от Чукотки до Дудинки, обслуживается ледоколами Дальневосточного морского пароходства. На пути следования судов, идущих Северным морским путём, встречается порядка семидесяти перевалочных пунктов и портов, располагающихся как по береговой линии, так и в глубине континента. Северный морской путь простирается между двумя транспортными коридорами: Баренцево-Евроарктическим и Азиатско-Тихоокеанским (рис. 1).



Рис.1 Российский транспортный коридор Северный морской путь в системе международных транспортных коридоров Запад-Восток-Запад

Перспективы развития Северного морского пути во многом связаны с конкурентоспособными показателями артерии транзитного коридора по отношению к Южному морскому пути.

Оптимизация логистических процессов и оценка внешних факторов помогают в выборе маршрута транспортировки груза. В ходе анализа рассматриваются: протяженность маршрута, климатические условия, физико-географические факторы, постоянные и переменные затраты на транспортировку.

Процесс разработки схемы транспортировки груза предполагает чёткий расчёт расходов. Важно оптимизировать и минимизировать постоянные и переменные затраты таким образом, чтобы это не повлияло на качество транспортировки. К постоянным затратам относятся эксплуатационные расходы, косвенные и прочие навигационные расходы, последние из которых напрямую зависят от выбранного маршрута. К переменным, в свою очередь, можно отнести затраты на топливо и смазку, которые меняются в зависимости от того, находится судно на ходу или на стоянке, а также в каких условиях осуществляется транспортировка.

Одним из важнейших условий является период навигации, который на СМП длится с июля по ноябрь, то есть до 5 месяцев в год – беспрепятственно, остальное время – в сопровождении атомных ледоколов, что непосредственно влияет на переменные затраты. По данным статьи, опубликованной в Российской газете, уровень ледовитости на СМП падает, и в дальнейшем изменение климатической ситуации позволит уменьшить расходы на специальное оборудование, ледоколы, соответствующий экипаж, оснащение береговых объектов [1]. В связи с этим можно прогнозировать увеличение грузопотока по Северному морскому пути в долгосрочной перспективе. В дальнейшем и расширение периода навигации с годами положительно скажется на грузопотоке. Богатства Арктики, в виде минеральных, биологических и природных ресурсов, интересуют не только представителей России, но и Международное сообщество. СМП является исключительной экономической зоной России, и используется в качестве стратегической ресурсной базы.

В периоды навигации можно говорить о возможной экономии на фрахте, но это касается судов, не имеющих ледокольного класса и не предназначенных для хождения в районах, где возможен лёд. На данный момент для обеспечения прохождения СМП требуются суда более мощного ледокольного класса, способные регулярно обеспечивать прохождение судов в сложных ледовых условиях. Согласно «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности» планируется строительство не менее пяти универсальных атомных



ледоколов проекта 22220, трёх атомных ледоколов проекта "Лидер", 16 аварийно-спасательных и буксирно-спасательных судов различной мощности, трех гидрографических и двух лоцмейстерских судов [2]. Стоит отметить, что в труднодоступных районах Арктики практически отсутствуют автодороги и железнодорожные пути. Согласно данным аналитического управления Аппарата Совета Федерации, на данный момент стоит задача по восстановлению, оснащению, модернизации большинства аэродромов и посадочных площадок в Арктической зоне России [3]. Для создания полноценной инфраструктуры на СМП потребуются немалые капитальные вложения, связанные со строительством, оборудованием и обслуживанием портов, располагающихся на пути.

Стоит отметить, что при движении по СМП не взимается плата за проход судов. Администрация Суэцкого канала берет же плату в размере от 6 до 10 долларов за тонну перевозимого груза. Стоимость прохода через канал зависит от веса груза, осадки судна, высоты груза на палубе, даты подачи заявки. Правила плавания определяет Египет, бюджет которого во многом зависит от судооборота через Суэцкий канал. Некоторые судовладельцы принимают решение о проложении маршрута через мыс Доброй Надежды, пытаясь сэкономить на сборах Суэцкого канала. Однако этот маршрут грозит большими рисками, связанными захватом судна сомалийскими пиратами.

На СМП крайне низка возможность физической потери груза. Безопасность транзита связана с отсутствием пиратства в арктическом регионе. Как следствие, удастся сэкономить на охране судов. За счет климатического фактора удастся создать лучшие условия для перевозки некоторых грузов. Например, для наливного груза, которому свойственна испаряемость, транспортировка Северным Ледовитым океаном потребует подогрева груза в танках и существенно не повлияет на количество груза и его качественные характеристики.

Рассмотрим таблицу сравнительных характеристик СМП и ЮМП (табл. 1).

Таблица 1 – Сравнительные характеристики СМП и ЮМП

Критерии	Северный Морской путь	Южный морской путь	Оценка перспективности СМП
Проходимость	40 тыс. тонн.	990 млн тонн.	В 25 тысяч раз меньше
Время прохождения	7-15 дней	22-30 дней	Почти на 50% быстрее
Время нахождения в порту	-	14 часов	
Возможность навигации	5-6 месяцев	круглогодично	
Экономические потери из-за пиратства	-	80%, до 1 млрд. долл.	
Средний расход топлива при преодолении маршрута из Европы до Китая	625 тонн	875 тонн	В 1,4 раз меньший расход топлива
Стоимость прохода по каналу	Не имеет прямых сборов	250 000 долл.	
Затраты на специальное сопровождение	Ледоколы – 380 000 долл.	Военное сопровождение – около 520 000 долл.	В 1,3 раза меньше траты на преодоление пути
Страховка	70 000 долл.	120 000 долл.	На 50% дешевле

Подводя итоги, преимуществами Северного морского пути перед другими путями доставки грузов из Европы в Азию, являются:

1. Протяженность маршрута
2. Время доставки
3. Затраты на топливо



4. Климатически выгодные условия для транспортировки грузов зависимых от температурного режима (повышения температур)
5. Отсутствие непредсказуемых явлений природы, подвергающих риску целостность и сохранность груза и судна
6. Отсутствие рисков гибели груза, товаров при АНВ
7. Более низкие ставки на страхование грузов.

Основываясь на вышеперечисленных преимуществах, сделаем выводы. Северный морской путь является основным конкурентом другим водным артериям, соединяющим регионы Азии с Европой, при условии развития высокоуровневой инфраструктуры, а именно современно оборудованных северных морских портов, способных увеличить пропускную способность. Учитывая климатические исследования, в долгосрочной перспективе можно говорить об увеличении навигационного периода, также за счёт расширения атомного ледокольного флота. В дальнейшем представляется возможность перераспределения морских грузопотоков с южных маршрутов на СМП. Безусловно, увеличение грузопотока на трассе Северного морского пути за счёт освоения арктических месторождений будет способствовать привлечению новых инвестиций и повысит интерес местных властей к магистрали. Очевидно, что использование трассы не ограничится только вывозом извлекаемых ресурсов. Появится возможность осуществлять так называемый северный завоз – товары, необходимые для обеспечения жизнедеятельности местного населения и функционирующих предприятий [4].

Россия как страна, располагающая таким значимым ресурсом, как Северный Ледовитый океан, может стать значимым участником международных морских грузоперевозок при условии должного развития транспортной системы Арктики и ледокольного флота. Транспортные услуги на СМП могут стать высокодоходной статьёй экспорта в Арктической зоне.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Тихонов С.* Российская газета - Федеральный выпуск № 270(8324) // 30.11.2020
2. Указ Президента РФ от 26 октября 2020 г. № 645 "О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года"
3. Аналитическое управление Аппарата Совета Федерации // Развитие инфраструктуры Северного морского пути как элемента единой Арктической транспортной системы России. -2016.-с. 7.
4. *Башмакова Е. П.* Опорные зоны как основа транспортной связанности Российской Арктики // Технологии построения когнитивных транспортных систем: материалы всероссийской научнопрактической конференции. СПб: ИПТ РАН. – 2018. – С. 203–209.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Трегуб Маргарита Александровна** –  
магистр  
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова»  
199106, Россия, Санкт-Петербург, Косая линия, д. 15, лит. А  
E-mail: [tregub.margo@yandex.ru](mailto:tregub.margo@yandex.ru)

**Ярошенко-Соколовская Ксения Александровна** –  
магистр  
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова»  
199106, Россия, Санкт-Петербург, Косая линия, д. 15, лит. А  
E-mail: [ys.ksenia@gmail.com](mailto:ys.ksenia@gmail.com)



## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Tregub Margarita Aleksanrovna –**

master

The Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping

15A, Kosaya line, Saint-Petersburg, 199106, Russia

E-mail: [tregub.margo@yandex.ru](mailto:tregub.margo@yandex.ru)

**Iaroshenko-Sokolovskaia Kseniia Aleksanrovna –**

master

The Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping

15A, Kosaya line, Saint-Petersburg, 199106, Russia

E-mail: [ys.ksenia@gmail.com](mailto:ys.ksenia@gmail.com)



УДК 656.021

DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-49-58

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГРУЖЕННОСТИ ПЕРЕКРЕСТКОВ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КРУГОВЫХ ДИАГРАММ ИНТЕНСИВНОСТЕЙ

**Н. В. Мовчан**

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

*Развитие мегаполисов приводит к изменениям в существующей улично-дорожной сети и к повышению автомобилизации. В работе приведен анализ транспортной системы г. Санкт-Петербург и динамика основных показателей. Рассмотрено влияние автомобилизации на перекрестки и на светофоры как на объекты цепи поставок. Приведён обзор основных инструментов исследования загруженности перекрестков, а также предложены способы вычисления “узких” мест при помощи круговых диаграмм интенсивностей. В качестве исходных данных для исследования были собраны показатели интенсивности движения в утренние, дневные и вечерние часы пик.*

*Ключевые слова: дорожное движение, перекресток, светофор, круговые диаграммы интенсивностей, цепь поставок.*

### **Для цитирования:**

*Мовчан Н. В. Исследование загруженности перекрестков на основе использования круговых диаграмм интенсивностей // Системный анализ и логистика: журнал.: выпуск №1(27), ISSN 2077-5687. – СПб.: ГУАП., 2021 – с. 49-58. РИНЦ, DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-49-58.*

## INTERSECTION CONGESTION STUDY USING CIRCULAR INTENSITY DIAGRAMS

**N. V. Movchan**

National Research University Higher School of Economics

*The development of megacities leads to changes in the existing street and road network and an increase in motorization. This paper provides an analysis of the transport system of St. Petersburg and the dynamics of the main indicators. The effect of motorization on intersections and on traffic lights as objects of the supply chain is considered. An overview of the main tools for studying intersection congestion is given, and ways to calculate bottlenecks using circular intensity diagrams are proposed. Traffic volumes during morning, afternoon, and evening rush hours were collected as input data for the study.*

*Keywords: traffic, intersection, traffic lights, circular diagrams of intensities, supply chain.*

### **For citation:**

*Movchan N. V. Intersection congestion study using circular intensity diagrams // System analysis and logistics.: №1(27), ISSN 2077-5687. – Russia, Saint-Petersburg.: SUAI., 2021 – p. 49-58. DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-49-58.*

### **Введение**

Развитие транспортных систем является одной из основных задач современных мегаполисов. Личные автомобили остаются самым популярным видом транспорта для перемещений по городу, что ведёт к увеличению интенсивности движения и повышению загруженности дорог и транспортных узлов. Определение и исследование наиболее загруженных участков является ключевым шагом на пути к улучшению транспортной обстановки.

### **1. Анализ улично-дорожной сети г. Санкт-Петербурга**

Население современных мегаполисов ежегодно растёт, люди переезжают в крупные города в поисках работы и возможностей улучшения текущих условий жизни. Так, согласно данным «Петростат», численность постоянного населения Санкт-Петербурга на 1 января 2020 года составила 5398 тыс. человек, что на 14 тыс. больше по сравнению с показателем предыдущего года (5383 тыс. чел.) [5].

Развитие мегаполисов ведёт к изменениям УДС (улично-дорожной сети): увеличивается площадь и протяженность текущих дорог, создаются новые маршрутные линии. Для обеспечения планомерного развития УДС Комитет по развитию транспортной инфраструктуры Санкт-Петербурга подготовил Концепцию развития транспортной системы Санкт-Петербурга 2017-2038 гг с



перспективой до 2048 г. Среди материалов концепции приведена динамика изменения количественных характеристик УДС (рис. 1) [6].

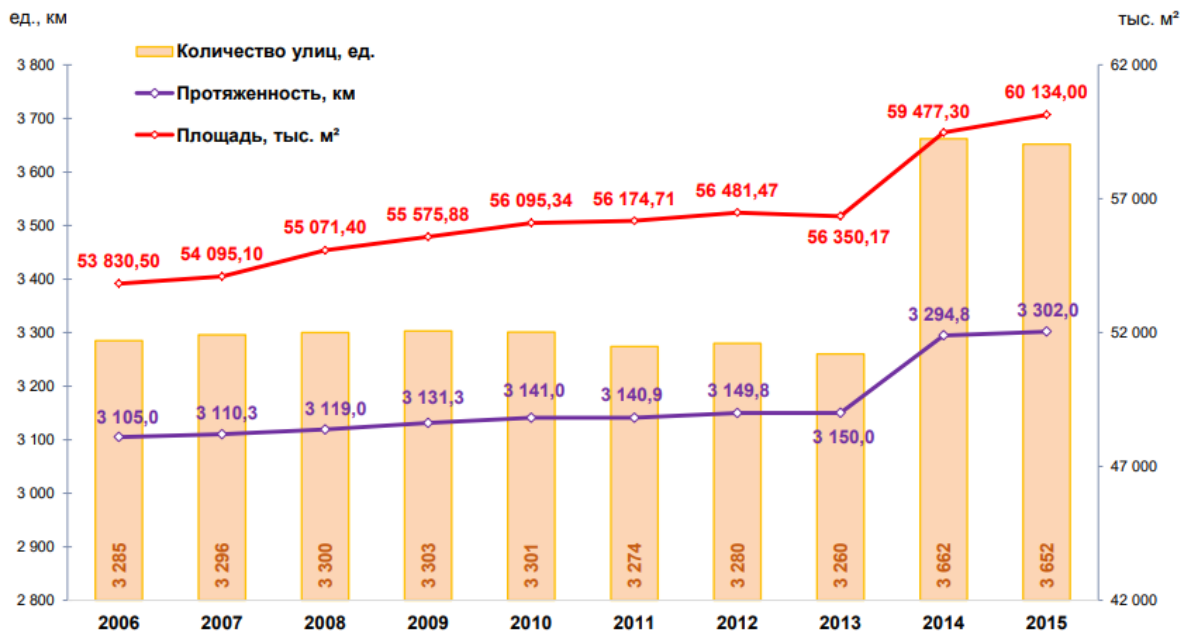


Рис. 1. Динамика основных количественных характеристик УДС в целом по Санкт-Петербургу за 2006 – 2015 гг

Из рисунка 1 следует, что за период с 2006 по 2015 годы количество улиц увеличилось на 11,17% (367 ед.), при этом протяженность улиц возросла на 6,34% (197 км.), а площадь – на 11,71% (6303,5 м<sup>2</sup>) [6]. В материалах также представлена статистика по УДС Санкт-Петербурга: например, среднее время поездки или средняя скорость движения с прогнозами значений на 2028 и 2038 гг. Она приведена в таблице 1 [6].

Таблица 1 – Основные показатели УДС Санкт-Петербурга с прогнозом на 2028 и 2038 гг

Показатель	2015 г.	2028 г.	2038 г.
Средняя длина корреспонденции, км	15,7	17,6	21,2
Среднее время поездки в агломерации (границы С-Петербурга), мин	75 (64)	78 (61)	89 (58)
Средняя скорость поездки, км/ч	12,6	14,9	16,40
Общее количество корреспонденций на индивидуальном транспорте, млн/сутки (из них мультимодальных)	1,95 (0,21)	2,68 (0,48)	3,77 (1,45)

Из данных, представленных в таблице 1, можно сделать вывод о том, что в прогнозные периоды планируется увеличение средней длины корреспонденции на 35%, в связи с чем и среднее время поездки возрастет на 18,6%. При этом перемещения в границах Санкт-Петербурга будут занимать меньше времени, средний показатель снизится на 9,4%. Также комитет прогнозирует увеличение количества корреспонденций на индивидуальном транспорте на 93%. Это связано, в первую очередь, с возрастающим уровнем автомобилизации в мегаполисах.



## 2. Влияние автомобилизации на транспортные узлы

Аналитическое агентство «Автостат» провело исследование парка транспортных средств (по состоянию на 1 июля 2020 года). Из данных следует, что в Российской Федерации на 1 тысячу жителей приходится в среднем 309 легковых автомобилей. Для сравнения, в 2018 году эта цифра была меньше на 1,4%, а в 2010 году на 35,4%. В Санкт-Петербурге легковым автомобилем обладает почти каждый третий житель, на 1 тысячу жителей в среднем приходится 317 машин [1].

Повышению уровня автомобилизации также способствует появление новой коронавирусной инфекции COVID-19. Аналитики Bank of America (BoFA) отмечают, что по итогам 2020 года количество поездок на такси упало на 8% (по сравнению с 2019), а в 2021 ожидается увеличение числа поездок на 37% [2]. Это объясняется тем, что многие жители обеспокоены безопасностью проезда на общественном транспорте и предпочитают пересаживаться на личный транспорт или такси, тем самым значительно увеличивая нагрузку на транспортную сеть.

Повышенная нагрузка особенно отражается на транспортных узлах, в системе УДС такими объектами являются перекрёстки. Перекрёстки регулируются светофорами, которые позволяют распределять потоки транспортных потоки. Однако важно помнить, что светофор – это, в первую очередь, оптическое устройство, которое необходимо собирать и доставлять до необходимого перекрёстка. В случае повышенной загрузки транспортного узла повышается риск сбоев и повреждений светофора, поэтому важно рассматривать их как объект цепи поставок.

John T. Mentzer с группой авторов в своей статье «Defining supply chain management» выделяет три типа цепей поставок: прямая, расширенная и конечная [7]. Сергеев В.И. в своей статье также описывают классификацию, состоящую из трёх видов цепей поставок: прямая, расширенная и максимальная цепь поставок [8]. При этом прямая и расширенная в обоих источниках идентичны (рис. 2 и 3) [8].

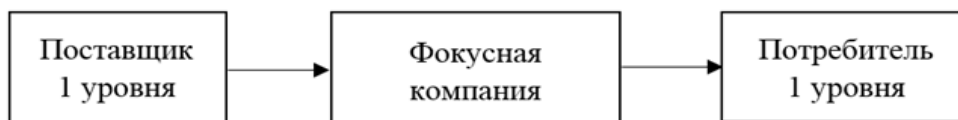


Рис. 2. Прямая цепь поставок

Прямая цепь поставок состоит из трёх участников: поставщика, фокусной компании и потребителя. При этом, как правило, фокусная компания определяет структуру цепи поставок и определяет взаимоотношения с контрагентами.



Рис. 3. Расширенная цепь поставок

Расширенная цепь помимо элементов, представленных в прямой, включает в себя потребителей и поставщиков второго уровня. Конечная и максимальная цепи поставок также схожи между собой, но различаются уровнем связей между фокусной компанией и посредниками. Максимальная цепь поставок, предложенная Сергеевым В.И. представлена на рисунке 4 [8].

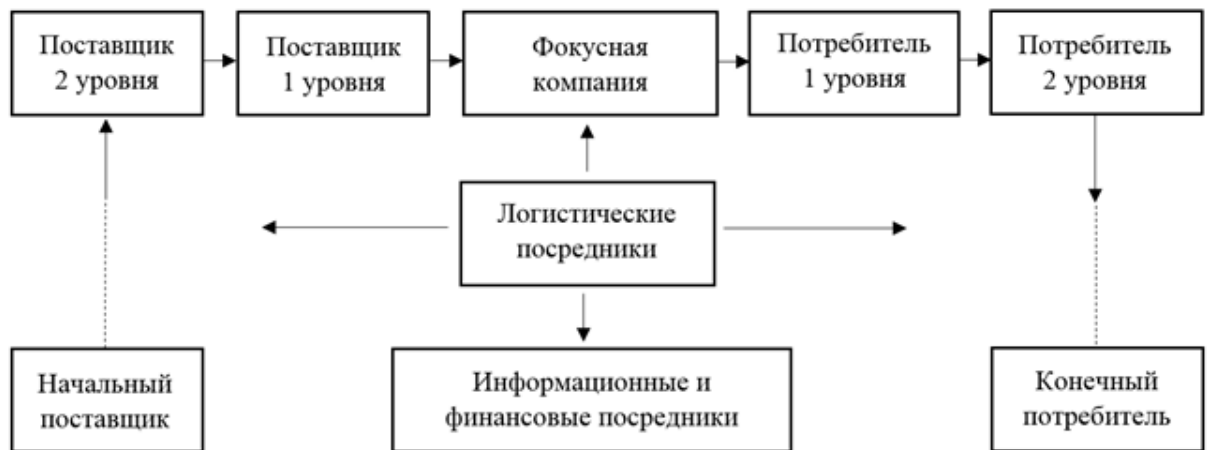


Рис. 4. Максимальная цепь поставок

Максимальная цепь состоит из фокусной компании и всех её контрагентов слева (вплоть до поставщиков исходного сырья и природных ресурсов), определяющих ресурсы фокусной компании – на «входе», и сети распределения справа – включая конечных (индивидуальных) потребителей, а также логистических, институциональных и прочих посредников.

Конечная цепь поставок, предложенная John T. Mentzer и группой авторов, представлена на рисунке 5 [7].

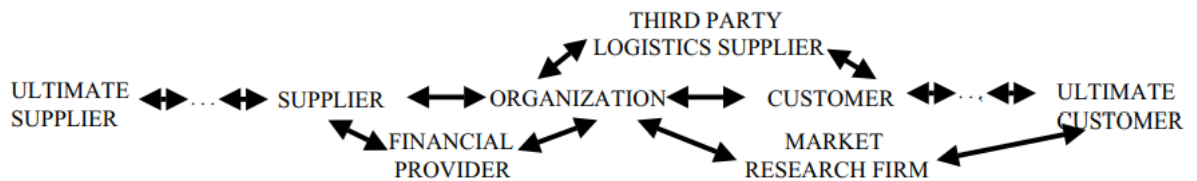


Рис. 5. Конечная цепь поставок

Отличие конечной цепи поставок от максимальной заключается, в первую очередь, в том, что в цепи присутствуют 3PL-провайдеры, связанные с фокусной компанией и потребителями, но не поставщиками. А вот финансовые и информационные (предоставляющие информацию об исследованиях рынка) провайдеры связаны не только с организацией, но и также с поставщиками и конечным потребителем. Таким образом, участники цепи поставок в обоих вариантах остаются одинаковыми, меняется только организация связей между ними.

### 3. Объект исследования и исходные данные

В качестве объекта исследования в данной работе была выбрана система перекрёстков, расположенная в Красногвардейском районе г. Санкт-Петербург и объединяющая между собой следующие улицы: шоссе Революции, проспект Энергетиков, Индустриальный проспект, Ириновский проспект и проспект Косыгина (рис. 6). Для удобства перекрёстки на рисунке размечены английскими буквами А-Е.

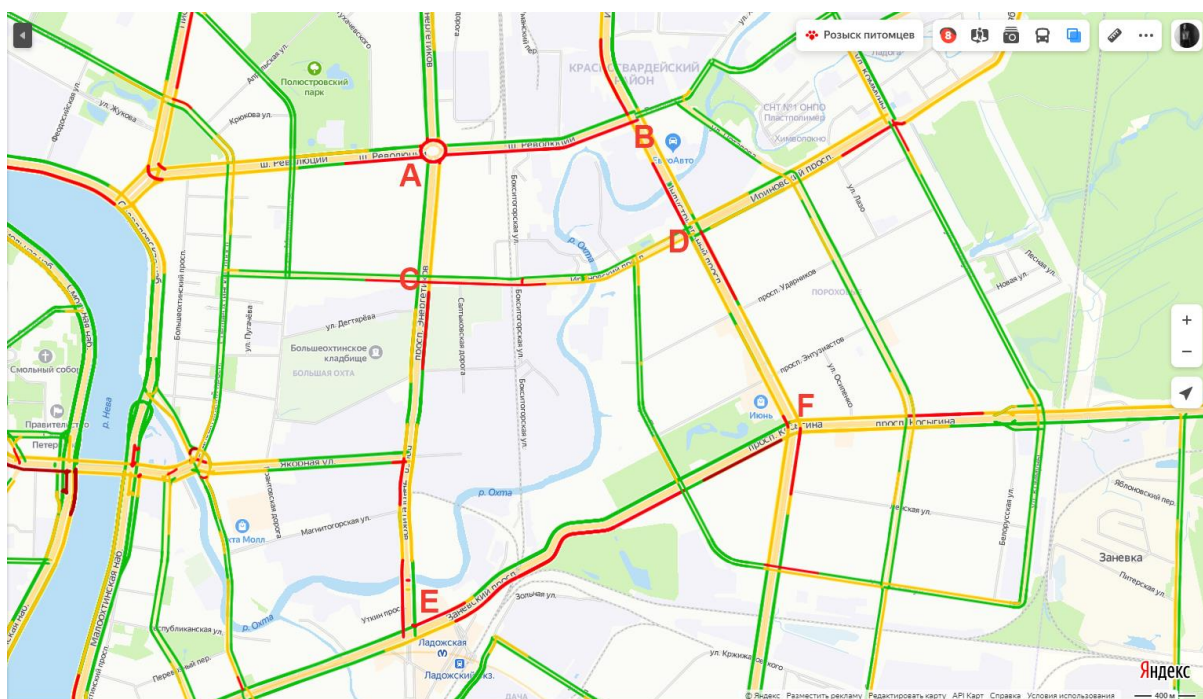


Рис. 6. Сеть исследуемых перекрестков Красногвардейского района

Сеть перекрёстков объединена системой из 46 стандартных светофоров, регулирующих движение транспортных и пешеходных потоков. Данная сеть была выбрана для исследования из-за повышенной загрузки дорог, особенно в пиковые часы, что повышает шансы повреждения или выхода из строя наиболее нагруженных светофоров.

Для предотвращения повреждений объектов регулирования транспортного потока необходимо обратить внимание на наиболее нагруженные участки транспортной сети. Одним из популярных ресурсов для анализа загруженности сети является веб-сервис «Яндекс.Пробки». В исследованиях данного сервиса степень загрузки транспортного участка определяется на основе скорости, с которой его проходят машины. Так, текущая скорость сравнивается с «эталонной», то есть с которой машина бы прошла тот отрезок, если бы дорога была совершенно свободна. Соответственно, чем больше разница между этими двумя показателями, тем плотнее движение на транспортном участке.

Для оценки загруженности улиц используется балльная система от 0 до 10, в которой значение 0 присваивается абсолютно свободным дорогам, а 10 баллов означают, что передвигаться пешком будет быстрее [3]. В таблице 2 представлено соответствие дорожной обстановки и баллов [3].

Таблица 2 – Система баллов веб-сервиса «Яндекс.Пробки»

Количество баллов:	Интерпретация дорожной ситуации:
1 балл	Дороги свободны
2 балла	Дороги почти свободны
3 балла	Местами затруднения
4 балла	Местами затруднения (сильнее)
5 баллов	Движение плотное
6 баллов	Движение затрудненное
7 баллов	Серьезные пробки
8 баллов	Многокилометровые пробки
9 баллов	Город стоит
10 баллов	Пешком быстрее



Предложенная веб-сервисом «Яндекс.Пробки» балльная система позволяет оценить уровень загруженности участков транспортной сети или всей системы в целом. Например, благодаря системе цветов можно визуальнo оценить степень загрузки дорог, изображённых на рисунке 2. Однако такая поверхностная оценка не позволяет понять, какая нагрузка приходится на каждый из исследуемых перекрёстков.

Для анализа загруженности объекта исследования были собраны исходные данные. Сбор проводился в утренние, дневные и вечерние часы пик. Как и ожидалось, наибольшая нагрузка на транспортную сеть была замечена в вечерние часы пик, в особенности в 18:00. Примеры исходных данных интенсивности движения в утренние, дневные и вечерние часы пик приведены в таблицах 3-5.

Таблица 3 – Интенсивность движения в утренний час пик (10:00)

	Пер. А	Пер. В	Пер. С	Пер. D	Пер. Е	Пер. F
Пер. А	-	28	21	-	-	-
Пер. В	28	-	-	30	-	-
Пер. С	21	-	-	56	75	-
Пер. D	-	30	55	-	-	51
Пер. Е	-	-	75	-	-	87
Пер. F	-	-	-	61	105	-

Таблица 4 – Интенсивность движения в дневной час пик (13:00)

	Пер. А	Пер. В	Пер. С	Пер. D	Пер. Е	Пер. F
Пер. А	-	29	21	-	-	-
Пер. В	25	-	-	30	-	-
Пер. С	21	-	-	61	75	-
Пер. D	-	30	54	-	-	51
Пер. Е	-	-	75	-	-	96
Пер. F	-	-	-	45	96	-

Таблица 5 – Интенсивность движения в вечерний час пик (18:00)

	Пер. А	Пер. В	Пер. С	Пер. D	Пер. Е	Пер. F
Пер. А	-	44	25	-	-	-
Пер. В	24	-	-	39	-	-
Пер. С	27	-	-	83	99	-
Пер. D	-	30	55	-	-	51



Пер. Е	-	-	84	-	-	144
Пер. F	-	-	-	61	86	-

В таблицах 3-5 представлены данные о количестве транспортных средств, которые находятся исследуемом на транспортном участке на момент сбора данных. Данные, приведённые в табличном виде, позволяют оценить динамику изменений интенсивностей в утренние, дневные и вечерние часы. Для того, чтобы визуализировать данные, представим их в виде графика функции (рис. 7).

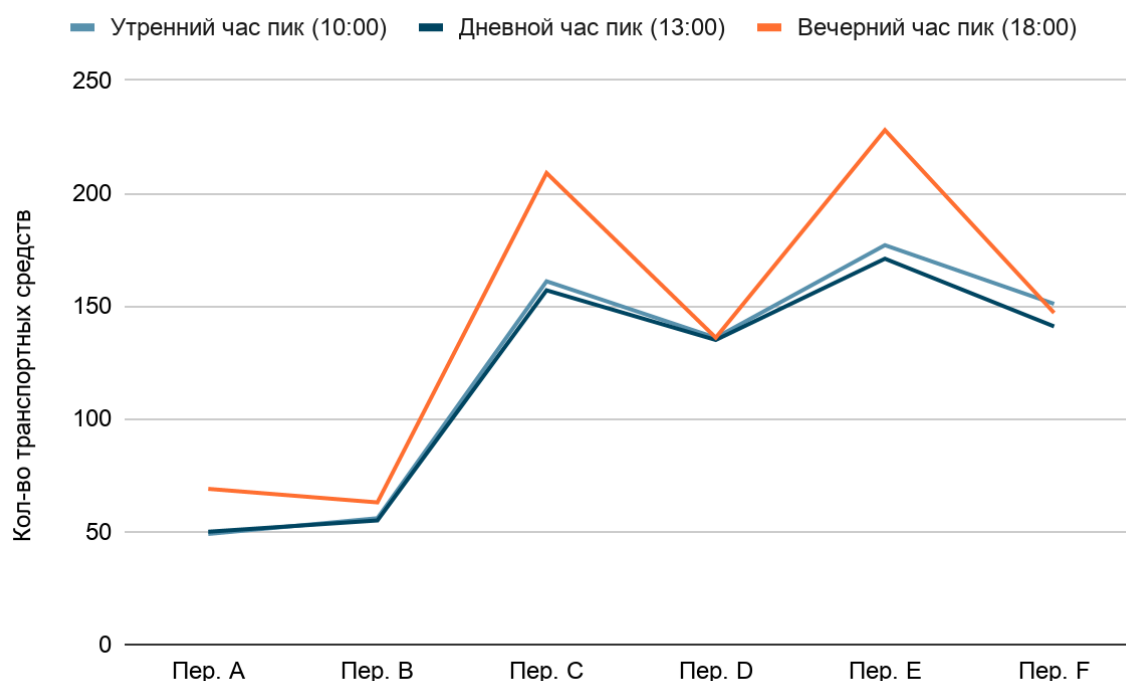


Рис. 7. Интенсивность движения транспортных средств в утренние, дневные и вечерние часы пик

При помощи данного графика можно визуально отследить, как меняется интенсивность движения в течение дня; определить, в какой час пик передвигается больше машин, а также выделить перекрёсток с наибольшей проходимостью машин. Однако график функции не позволяет рассмотреть всю систему на микроуровне. Для этого необходимо использовать инструменты более детального анализа, например, круговые диаграммы интенсивностей.

#### 4. Круговые диаграммы интенсивностей

Данные диаграммы обеспечивает структурированный подход к анализу комплексных взаимодействий объектов на макроуровне. Основным элементом диаграммы является круг, который циклически объединяет другие элементы. Внутри круга расположены дуги, которые используются для отображения направлений и шириной показывают интенсивность движения между объектами исследования. Также возможно размещение на диаграмме дополнительной аналитической информации: процентов, шкал и т.д. [4].

Для проектирования круговых диаграмм интенсивностей используется программа «Circos» — это открытый программный пакет для визуализации данных и информации. Важно отметить, что программа не проводит анализ вносимых данных, а только визуализирует их. Также программа не позволяет создать интерактивную визуализацию. Например, не позволяет динамически добавлять



или изменять данные – «Circos» можно использовать только для создания графиков.

Глядя на данные, представленные в таблицах 2-4 или в виде графика функции на рисунке 7, трудно определить, какой из перекрёстков является наиболее загруженным, поэтому обратимся к возможностям программы «Circos» (рис. 8-10).

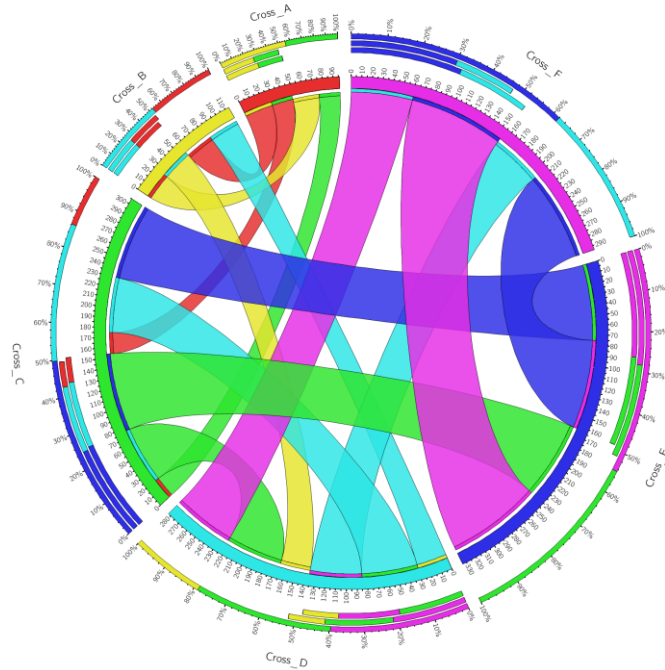


Рис. 8. Результат визуализации данных интенсивности движения в утренние часы пик (10:00) в сетевой версии программы «Circos»

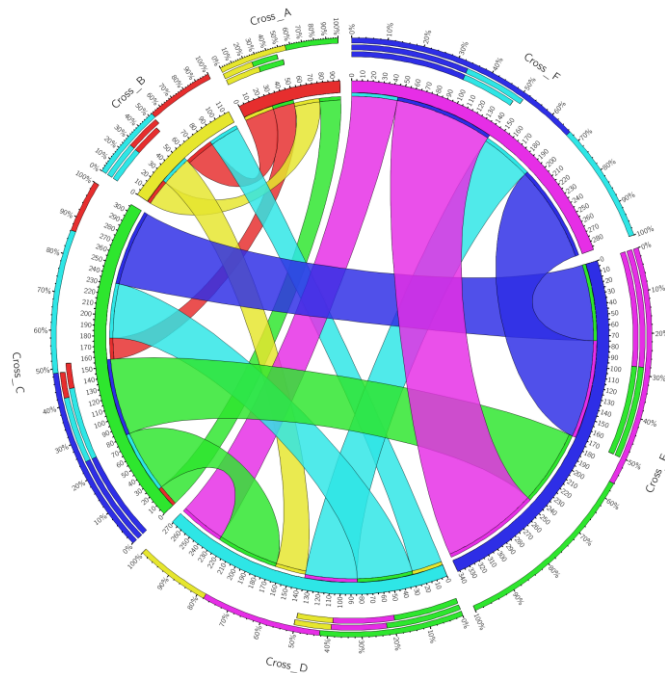


Рис. 9. Результат визуализации данных интенсивности движения в дневные часы пик (13:00) в сетевой версии программы «Circos»

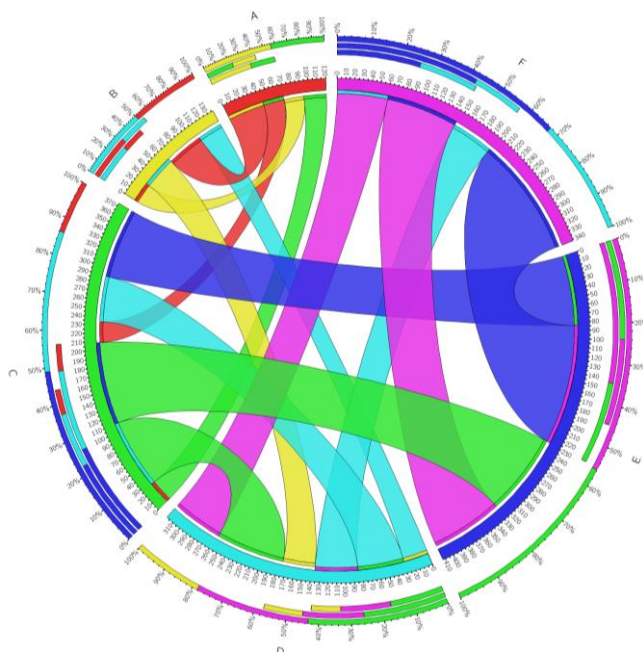


Рис. 10. Результат визуализации данных интенсивности движения в вечерние часы пик (18:00) в сетевой версии программы «Circos»

Диаграммы, представленные на рисунках 8-10, позволяют не только определить интенсивность транспортных потоков и отследить динамику ее изменений в течение дня, но и выявить, на каких перекрестках наблюдается наибольшая загруженность. Исходя из полученных данных, наибольший транспортный поток проходит через перекресток Е, который объединяет Заневский проспект и проспект Энергетиков. Следующими по уровню загруженности являются перекрестки С и F, проходящие через Ириновский проспект и пр-т Энергетиков, Индустриальный пр-т и пр-т Косыгина соответственно.

### Заключение

Подводя итог, следует ещё раз обратить внимание на то, что Санкт-Петербург с постоянно развивающейся и увеличивающейся УДС является одним из крупнейших городов России. Повышение автомобилизации ведёт к увеличению нагрузки на транспортную сеть и, как следствие, к учащению поломок регуливающего оборудования.

По результатам вышеприведенного исследования можно сделать вывод о том, что наиболее плотный транспортный поток наблюдается в вечерние часы пик, в особенности в 18:00 по пятницам. Использование круговых диаграмм интенсивностей позволяет визуализировать интенсивности движения между объектами исследования, а также сделать выводы о загруженности отдельных узлов. Из приведенных диаграмм следует, что наибольшая нагрузка приходится на перекресток, обозначенный буквой Е, объединяющий пр-т Энергетиков и Заневский пр-т. Следовательно, вероятность поломки светофорного оборудования на данном перекрестке значительно выше.

Поскольку светофоры являются объектами определённой цепи поставок, при внезапной поломке оборудования потребуется некоторое время на его замену. Требуемое время может меняться в зависимости от вида цепи поставок, её протяженности и количества участников. Однако наличие информации об интенсивности движения и вероятности поломки конкретного светофора позволяет внести корректировки в цепь поставок с целью предотвращения поломки или ускорения ее устранения.

Таким образом, при помощи собранных табличных данных, графиков функции и круговых диаграмм интенсивностей можно отследить «узкие» места на транспортном участке, которые



вероятнее выйдут из строя. Использование предложенных в статье инструментов может помочь предотвратить возможные поломки оборудования и устранить заторы, вызванные этими повреждениями.

В качестве дальнейших направлений исследований необходимо рассмотреть понятие надёжности для светофорных объектов. После определения наиболее загруженного объекта необходимо проанализировать его светофорное оборудование с точки зрения надёжности: определить среднюю наработку на отказ, оценить вероятность возникновения ошибок. Так, помимо определения слабых элементов сетей, необходимо также предложить варианты их усиления, инструменты и методы реализации этих мер.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Обеспеченность автомобилями в крупнейших городах России. ТОП-20 [Электронный ресурс] // Аналитическое агентство «Автостат». URL: <https://www.autostat.ru/press-releases/46332/> (дата обращения: 25.01.2021).
2. Такси раскрутили счетчик [Электронный ресурс] // Коммерсантъ. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4642208> (дата обращения: 27.01.2021).
3. Как мы оцениваем загруженность улиц [Электронный ресурс] // Яндекс. URL: [https://yandex.ru/company/researches/2017/jams\\_count](https://yandex.ru/company/researches/2017/jams_count) (дата обращения: 23.01.2021).
4. Майоров Н. Н. Исследование работы морских пассажирских терминалов на основе диаграмм связей // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. – 2019. – №. 1.
5. Население. Оперативная информация [Электронный ресурс] // Петростат. URL: <https://petrostat.gks.ru/folder/27595> (дата обращения: 23.01.2021).
6. Концепция развития транспортной системы Санкт-Петербурга [Электронный ресурс] // Комитет по развитию транспортной инфраструктуры Санкт-Петербурга. URL: <https://krti.gov.spb.ru/dorozhnyj-kompleks/konceptsiya-razvitiya-transportnoj-sistemy-sankt-peterburga/> (дата обращения: 23.01.2021).
7. *Mentzer J. T.* et al. Defining supply chain management // Journal of Business logistics. – 2001. – Т. 22. – №. 2. – С. 1-25.
8. *Сергеев В.И.* Управление цепями поставок в России — миф или реальность? // Логистика и управление цепями поставок. 2004. – № 1. – С. 14–33.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

**Мовчан Надежда Владимировна** –  
магистр  
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»  
194100, Россия, Санкт-Петербург, Кантемировская ул., д. 3, корп. 1, лит. А.  
E-mail: nmovchan@hse.ru

### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Movchan Nadezhda Vladimirovna** –  
master  
National Research University Higher School of Economics  
NRU HSE, 3A, Kantemirovskaya str., Saint-Petersburg, 194100, Russia  
E-mail: nmovchan@hse.ru



УДК 656.073

DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-59-64

## ОБОСНОВАНИЕ КОМПОНОВКИ РЕФРЕЖИРАТОРНОГО СКЛАДА

Я. Я. Эглит<sup>1</sup>, К. Я. Эглите<sup>2</sup>, А. Р. Балыбин<sup>1</sup>, Т. А. Васильева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский институт экономики и управления

*Статья посвящена вопросам обоснования компоновки рефрижераторного склада. При этом учитывается особенность рефрижераторного склада, связанная с необходимостью соблюдения температурного режима, показателями эффективности технологических процессов склада и других требований, необходимых учитывать хранение скоропортящихся грузов.*

*Ключевые слова: рефрижераторный склад, температурный режим, контейнеры, рефрижераторы, технология, контроль.*

### Для цитирования:

Эглит Я. Я., Эглите К. Я., Балыбин А. Р., Васильева Т. А. Обоснование компоновки рефрижераторного склада // Системный анализ и логистика: журнал.: выпуск №1(27), ISSN 2077-5678. – СПб.: ГУАП., 2021 – с. 59-64. РИНЦ. DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-59-64.

## JUSTIFICATION OF THE LAYOUT OF THE REFRIGERATED WAREHOUSE

Y. Y. Eglit<sup>1</sup>, K. Y. Eglite<sup>2</sup>, A. R. Balybin<sup>1</sup>, T. A. Vasil`eva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping

<sup>2</sup>Saint-Petersburg Institute of economics and management

*The article is devoted to the issues of justifying the layout of a refrigerated warehouse. This takes into account the peculiarity of the refrigerated warehouse associated with the need to comply with the temperature regime, indicators of the efficiency of technological processes of the warehouse and other requirements necessary for storing perishable goods.*

*Keywords. Refrigerated warehouse, temperature conditions, containers, refrigerators, technology, control.*

### For citation:

Eglit Y. Y., Eglite K. Y., Balybin A. R., Vasilyeva T. A. Justification of the layout of the refrigerated warehouse // System analysis and logistics.: №1(27), ISSN 2077-5687. – Russia, Saint-Petersburg.: SUAI., 2021 – p. 59-64. DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-59-64.

### Введение

Наличие проблем в системе товародвижения требует анализа каждого вида операций в производственной системе склада. В этом случае собственнику и, в первую очередь, начальнику склада следует уделять больше внимания определенным видам операций в зависимости от выбранной стратегии компании на рынке или в работе с клиентами с целью их удержания, привлечения или иных целей.

На основании технологических операций необходимо производить уточнение такого процесса, производимого на складе, как обработку грузов, прибывающих на транспортных средствах. Проведение внутри складских операций следует производить с применением поддонов. Нормативы на выполнение операций или технологического процесса должны быть технически обоснованными. Система объемных и качественных показателей позволит осуществлять эффективный контроль и управление всеми технологическими процессами и складом, добиваясь высокого уровня качества услуг [1].

### Компоновка рефрижераторного склада

На основании модели поступления и убытия груза на склад и со склада необходимо определить технологические зоны выполнения операций, связанных с подготовкой груза к отправке или выполнением вспомогательных операций. Главное здесь - обеспечить непрерывность технологического процесса и экономию времени, достигаемую за счёт минимальной трудоёмкости



обработки транспортных средств или рефконтейнеров. Непрерывность обеспечивается перемещением единицы груза от начального места (вагон, контейнер) выполнения технологической операции до конечного места формирования штабеля на складе одним работником или с помощью одного технического средства. Экономия времени достигается за счёт перемещения груза в пакетах или на поддонах. При этом внутри складские грузопотоки не должны пересекаться между собой во избежание нарушения заданного уровня интенсивности и безопасности производства работ. К сожалению, это не всегда удаётся, поэтому возникает необходимость совмещения зон [1].

Принцип определения технологических зон выполнения операций приведен на рисунке 1.

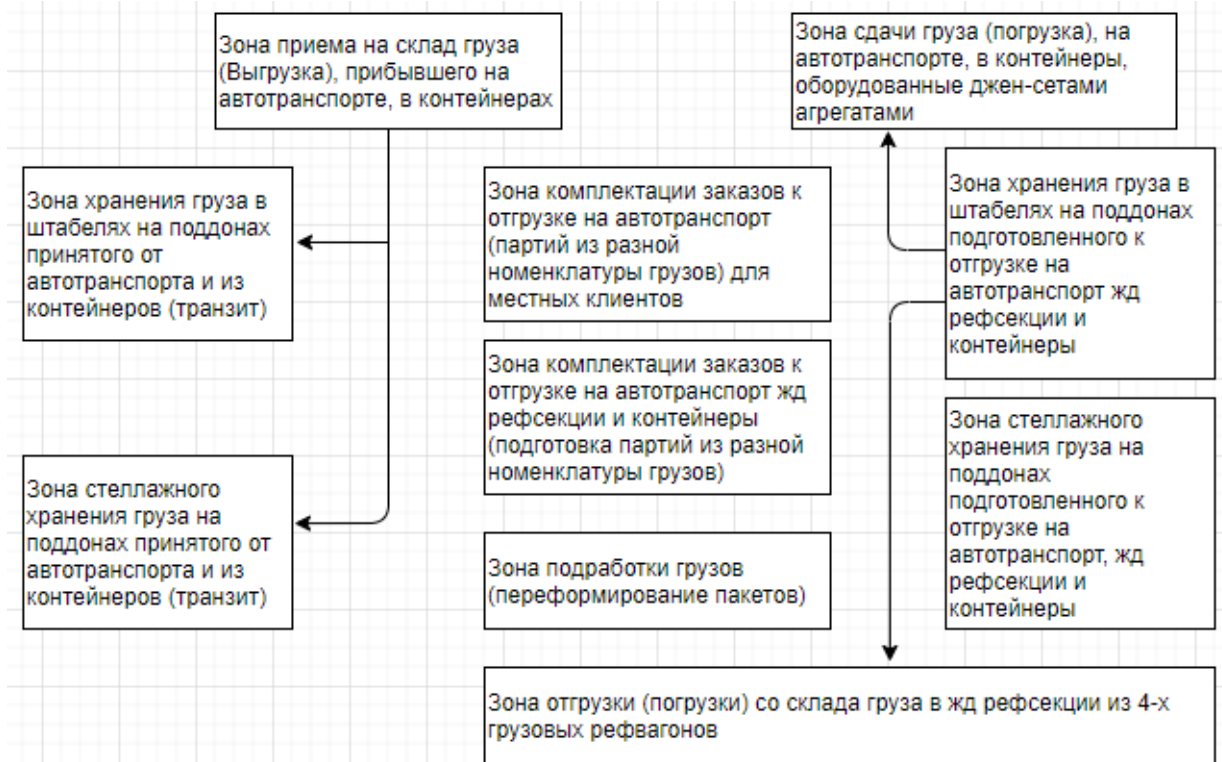


Рис. 1. Технологические зоны производства операций, связанных с подготовкой партии груза (накопление, подработка груза, формирование пакетов)

Планировка складских зон для хранения определена физическими характеристиками обрабатываемых в секции склада грузов и выбранными принципами складирования:

- рационального использования складской площади;
- обязательного обеспечения доступа к каждой партии груза;
- формирования и хранения груза под один вид отправки [2].

Для складирования, как правило, используют специально выделенные площади внутри складских помещений.

При любом размере складского помещения необходимо стремиться к максимальному использованию площади, для чего целесообразно использовать стеллажное оборудование. При этом максимальная используемая высота определяется техническими параметрами перегрузочной машины (штабелера).

Пропускная способность погрузочно-разгрузочной зоны зависит не только от числа мест погрузки/разгрузки, но и от грузоподъемности поступающего транспорта.

Увеличение количества мест обслуживания транспорта влечет за собой увеличение капитальных затрат и эксплуатационных расходов [3]. Малое же количество приемных площадок приводит к увеличению очередей ожидающего транспорта, потребности в площади для стоянок,



увеличению затрат, связанных с простоем транспортных средств. Расчёт количества транспорта, которое должно подаваться в сутки с учетом неравномерности отправления или прибытия грузов приведен в таблице 1 [3].

Надежность и эффективность работы склада будет определяться в зависимости от устройства мест погрузки/разгрузки транспортных средств.

Прием и отправка продукции из секции склада выполняются как на одном как совмещенном участке, так и с пространственным разъединением. И тот, и другой вариант имеют свои преимущества и недостатки.

Таблица 1 – Расчёт количества транспорта с учётом неравномерности отправления или прибытия грузов по этапам отправления или прибытия

	Показатели	Единицы измерения	I этап	II этап	III этап
1.	Годовой объём грузопотока	т.	3840	7680	11520
2.	Нагрузка на 1 кв м	т.	0,55	0,55	0,55
3.	Коэффициент неравномерности грузопотока		1,5	1,5	1,5
4.	Средняя грузоподъемность автомашины, контейнера	т.	20,0	20,0	20,0
5.	Режим работы	дни	360	360	360
6.	Количество автотранспорта, контейнеров к обработке	ед.	1	2	2

Совмещение участков поступления и отпуска продукции позволяет:

- сократить размер площади, необходимой для выполнения операции;
- облегчить контроль операции разгрузки и погрузки;
- повысить степень использования оборудования;
- более гибко использовать персонал склада [4].

Основным недостатком совмещения участков приёмки и отпуска грузов является появление встречных грузовых потоков с возможной путаницей между отправляемыми и получаемыми товарами. Организация в одном месте приёмки и отправки будет также затруднена, если тип и размеры прибывающего и отправляемого со склада транспорта различны. Для этого организацию совмещённого участка разнесём по времени операций поступления и отправки. Оптимальным вариантом является организация прямоточного процесса-транзит [5].

На основании полученных результатов производим размещение груза на поддонах. Размещение производим в масштабе для двух вариантов ширины складов.

Таблица 2 – Размещение груза на поддонах

Варианты	Геометрические размеры, м		
	Длина	Ширина	Площадь, м <sup>2</sup>
Вариант 1	84	28	2352
Вариант 2	84	10	840
Вариант 3	28	28	784

Размещение груза в соответствии с полученными расчетами наглядно показывает их справедливость. Схема отвечает условию двойного запаса (двое суток) размещения и хранения вагонных и автотранспортных (контейнерных) отправок. В середине склада имеется площадь для производства дополнительных логистических операций [5].

Размещение груза на складе по третьему варианту представлено на рисунке 2.

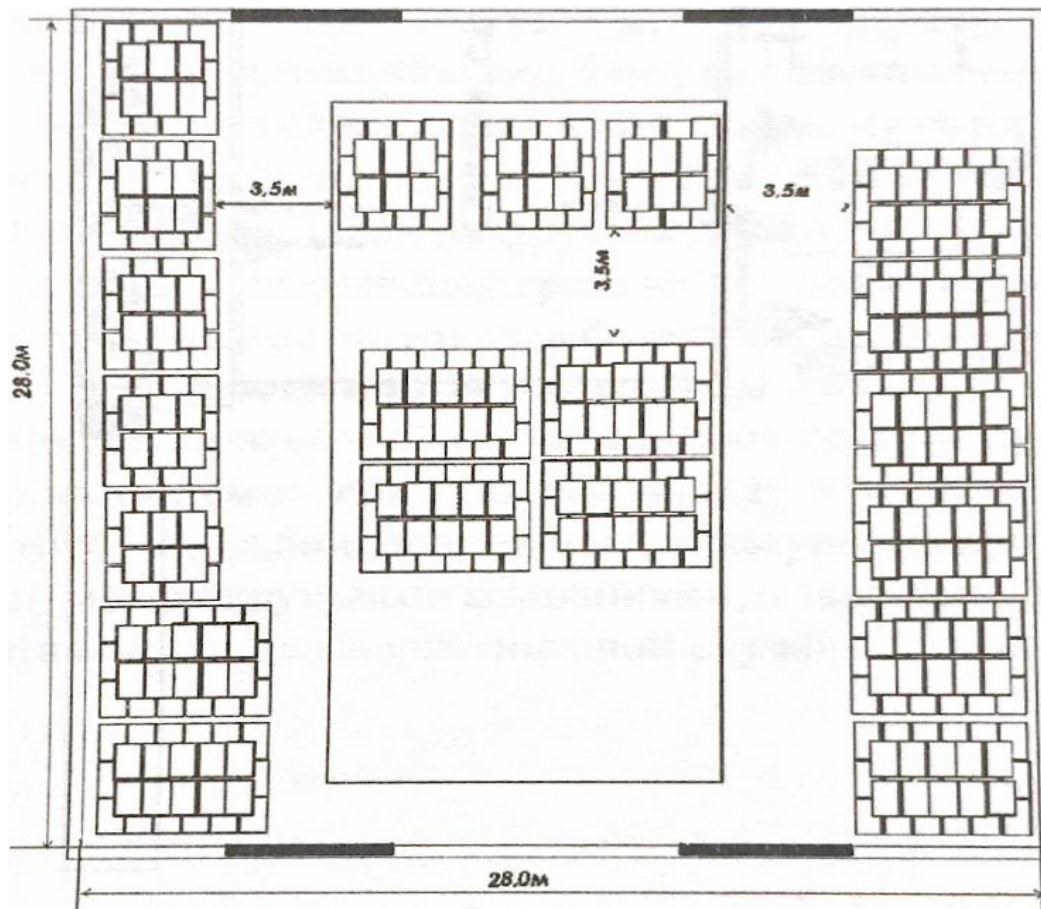


Рис. 2. Размещение груза на складе

### Заключение

Компоновка рефрижераторного склада заключается в следующем:

- в обеспечении непрерывного технологического процесса;
- в снабжении системами вентиляции, температурного режима, пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения;
- в экономии времени за счёт перемещения груза в пакетах или на поддонах.

Во избежание нарушения заданного уровня интенсивности и безопасности производства работ необходимо определить технологическую зону выполнения операции.

Надежность и эффективность работы склада будет определяться в зависимости от устройства мест погрузки/разгрузки транспортных средств.

Поскольку соблюдение нормативов относится к категории качества оказываемых услуг и оказывает существенное влияние на коммерческую привлекательность складских услуг, то необходимо установить контроль и оценку эффективности осуществления операций. Контроль предполагает сопоставление результатов деятельности склада с намеченными целями компании, работающей на рынке транспортно-экспедиторских-, или складских услуг и позволяет реально принять управленческое решение в целях воздействия на эффективность технологического процесса. Своего рода индикаторами, сигнализирующими о состоянии или протекании технологического процесса, его эффективности могут выступать система количественных и качественных показателей.

В определении или оценке эффективности технологических процессов склада предлагаются следующие показатели:

- время обработки одного заказа (мин, час, сут.);
- время выполнения одного заказа (мин, час, сут.):



- время нахождения товара в запасе (час, сут., мес.);
- издержки товародвижения к продажам (%);
- доля грузов, получивших повреждение при транспортировке;
- доля случаев несвоевременной доставки грузов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Экономическая эффективность морских перевозок / Я. Я. Эглит [и др.] - Рига.: Зинатне, 1990. - 271с.
2. Эксплуатация морского транспорта / Я. Я. Эглит [и др.] - СПб.: БТА, 2016. - 236с.
3. Маркетинг на транспорте / Я. Я. Эглит [и др.] - СПб.: БТА, 2011.- 250с.
4. Вопросы эксплуатации флота / Я. Я. Эглит [и др.] - Рига: Авотс, 1981. – 165с.
5. Коммерческая и техническая эксплуатации морского транспорта / Я. Я. Эглит [и др.] - Рига: Зинатне, 1982. -251с.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

### **Эглит Ян Янович –**

д.т.н., профессор, заведующий кафедрой Управления транспортными системами ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова ФГБОУ ВО Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова 198035, г. Санкт-Петербург, ул. Двинская, 5/7  
E-mail: eglit34@mail.ru

### **Эглите Катрина Яновна –**

д. э. н., профессор кафедры логистики Санкт – Петербургского института экономики и управления ЧОУ ВО «Санкт-Петербургский институт экономики и управления» 194044, г. Санкт-Петербург, Крапивный переулок, 5

### **Балыбин Алексей Романович –**

к. т. н., доцент кафедры Управления транспортными системами ФГБОУ ВО Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова 198035, г. Санкт-Петербург, ул. Двинская, 5/7

### **Васильева Татьяна Алексеевна –**

бакалавр кафедры Управления транспортными системами ФГБОУ ВО Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова 198035, г. Санкт-Петербург, ул. Двинская, 5/7  
E-mail: tan.vasiljeva2013@yandex.ru

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

### **Eglit Yan Yanovich –**

DtS, Professor, head of the department TSM Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping 5/7, Dvinskaya str, Saint-Petersburg, Russia, 198035  
E-mail: eglit34@mail.ru

### **Eglite Katrina Yanovna –**

DeS., Professor Department of Logistics Institute of Economics and Management Saint-Petersburg Institute of economics and management 5, Krapivniy side St, Saint-Petersburg, Russia, 194044

### **Balybin Alexey Romanovich –**

candidate of technical sciences, Associate Professor of the Department of UTS Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping



5/7, Dvinskaya str, Saint-Petersburg, Russia, 198035

**Vasilyeva Tatyana Alekseevna** –

bachelor of UTS

Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping

5/7, Dvinskaya str, Saint-Petersburg, Russia, 198035

E-mail: tan.vasiljeva2013@yandex.ru



УДК 656.022

DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-65-73

## ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕВОЗКИ КОМПРЕССОРНОЙ УСТАНОВКИ НА ВОЗДУШНОМ ТРАНСПОРТЕ

**Ю. И. Васильев, Н. С. Шагин**

Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова

*В статье рассматривается нестандартный подход к решению задачи по разработке транспортно-логистической схемы доставки негабаритного груза с учётом центрального критерия заказчика по минимально возможному транзитному времени. В статье рассмотрены этапы разработки, согласования и планирования, которые позволили осуществить данную перевозку с учётом заданных критериев.*

*Ключевые слова: негабаритный груз, авиатransпорт, минимальное транзитное время, упаковка, компрессорная установка.*

### **Для цитирования:**

*Васильев Ю. И., Шагин Н. С. Особенности перевозки компрессорной установки на воздушном транспорте // Системный анализ и логистика: журнал.: выпуск №1(27), ISSN 2077-5687. – СПб.: ГУАП., 2021 – с. 65-73. РИНЦ. DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-65-73.*

## FEATURES OF CARRIAGE OF THE COMPRESSOR UNIT BY AIR TRANSPORT

**Y. I. Vasiliev, N. S. Shagin**

The Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping

*The article discusses a non-standard approach to solving the problem of developing a transport and logistics scheme for the delivery of oversized cargo, taking into account the customer's central criterion for the shortest possible transit time. The article discusses the stages of development, approval and planning, which made it possible to carry out this transportation, taking into account the specified criteria.*

*Key words: oversized cargo, air transportation, minimum transit time, packaging, compressor unit.*

### **For citation:**

*Vasilyev Y. I., Shagin N. S. Features of carriage of the compressor unit by air transport // System analysis and logistics.: №1(27), ISSN 2077-5687. – Russia, Saint-Petersburg.: SUAI., 2021 – p. 65-73. DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-65-73.*

### **Введение**

Известный девиз Международной федерации экспедиторских ассоциаций (ФИАТА) – «Экспедитор – архитектор транспорта».

В своей повседневной работе персоналу экспедиторских организаций наряду с выполнением привычных хорошо отработанных функций приходится сталкиваться с нестандартными задачами от текущих или новых заказчиков, требующих выхода за рамки стандартных, традиционных методов. В процессе решения таких задач повышается квалификация персонала, открываются новые направления, что приводит к увеличению охвата клиентской базы, а подчас и открытию новых, до этого неизведанных компанией направлений. Умение думать, анализировать, визуализировать возможные варианты, не загоняя себя в рамки общепринятых методов, – вот основной показатель качества современного менеджера транспортно-логистической организации. Наличие высшего образования в сфере логистики не всегда гарантирует возможность охвата всех возможных вариантов отправки того или иного груза. В повседневной работе часто приходится сталкиваться с тем, что большинство организаций работает по «обычаям», то есть привыкли осуществлять транспортировку груза способами и маршрутами, не единожды пройденными, и отклонение от той или иной типовой схемы вызывает боязнь, неуверенность и, как следствие, не рассматривается.

В этой статье рассмотрен вариант нестандартного решения задачи, с которой пришлось столкнуться менеджерам транспортно-экспедиторской организации по заявке одного из заказчиков. Данная статья может быть полезна как пример поиска и реализации нетривиальных решений в сфере



международных грузоперевозок.

### **Проблематика проекта**

Техническое задание по заявке заказчика содержало следующую информацию:

Груз – компрессорная установка для газовой промышленности

Габариты груза с упаковкой для целей морской перевозки:

- Длина – 6,20 м;
- Ширина – 2,66 м;
- Высота груза – 2,94 метра;
- Вес груза – 10250 кг.

Маршрут перевозки:

- Погрузка: Сан Луис Обиспо, Калифорния, США.
- Место доставки: Склад получателя, г. Москва, РФ.

Условие поставки:

- FCA Сан Луис Обиспо, Калифорния, США.

Таможенное импортное оформление:

- осуществляется номинированным брокером получателя в точке входа на территорию РФ.

Транзитное время «дверь-дверь»:

- не более 12 суток.



Рис. 1. Компрессорная установка в частично упакованном виде

Согласно контракту, между продавцом и покупателем для целей морской перевозки планировалась упаковка груза «под крюк», то есть внешние параметры и вес должны были



увеличиться значительно по сравнению с габаритами компрессорной установки до упаковки.

С точки зрения перевозки данного груза были рассмотрены традиционные варианты перевозки, такие как: перевозка на контейнерном судне, перевозка на ролкерном судне и перевозка конвенциональным судном. В связи с тем, что место погрузки находилось на восточном побережье США, то приоритетным портом выгрузки рассматривались порты Дальнего Востока РФ, откуда планировалось поставить груз на железную дорогу, довести его до станции в Москву, потом погрузить на автотранспорт и отправить на склад к получателю. Для перевозки на контейнерном судне груз выходил за габариты стандартного 40-футового контейнера типа Flat Rack незначительно (по ширине на 111 мм с каждой стороны и 906 мм по высоте), для ролкерной перевозки была удобна нижняя металлическая рама, что обеспечивало надежное крепление груза на ролл-трейлере, для конвенционального судна делалась упаковка «под крюк», согласно условиям контракта. С точки зрения организации перевозки груз видится достаточно простым. Но всегда присутствует что-то, что делает практически каждую перевозку негабаритного груза запоминающейся и неповторимой. Вот почему менеджеры, работающие с негабаритными грузами, практически всегда помнят каждую свою перевозку в мельчайших деталях. Так было и в этом случае. Сложность и неповторимость данной перевозки заключалась в том, что отправитель в процессе изготовления оборудования нарушил все возможные сроки на производство оборудования и, как следствие, было необходимо доставить груз не просто быстро, а сверх быстро. У заказчика данной перевозки для доставки груза и выдачу своему покупателю на складе в г. Москва было не многим менее 12 суток. Не учитывая стоимостное выражение такой транспортировки, в случае если взять целое прямое судно, то выгрузившись в порту, например, Владивостока, то только на железнодорожную доставку уйдет от станции до станции в составе контейнерного поезда около 10-14 суток – и это без учета подготовки, накопления, таможенных формальностей и, собственно, транзитного времени самой морской перевозки. Самое быстрое судно, которое идет с западного побережья США, например, на г. Санкт-Петербург, идет около 25-28 суток, что также не подходило под заданные временные рамки.

С учётом этих обстоятельств была принята идея рассматривать самый быстрый транспорт – авиационный транспорт. Самый крупный в мире коммерческий гражданский грузовой самолет АН-124-100 предоставлен на рынке РФ группой компаний «Волга-Днепр». Цена на чартерную перевозку таким бортом, например, из аэропорта Джона Кеннеди, США до аэропорта г. Казани, РФ составляет порядка 900 000 долларов США. Менее крупный Ил-76ТД-90ВД, также не подходил по своим ценовым параметрам. Как и следовало ожидать, обсуждение цены данного вопроса с заказчиком свелось к тому, что нужно искать более подходящее решение за разумные деньги и сроком.

### **Предложение по реализации проекта**

Выполнив анализ различных типов гражданских грузовых самолетов и их тактико-технические характеристики, а также схемы и чертежи самого груза, был сделан вывод о том, что если демонтировать тяжелую и объемную морскую упаковку с груза, то можно значительно снизить требования к размерам грузовых отсеков воздушного судна. После детального изучения требований безопасности авиационных перевозок совещания с инженерной группой заказчика стало понятно, что если снять упаковку с груза, то мы получаем вполне габаритный груз.

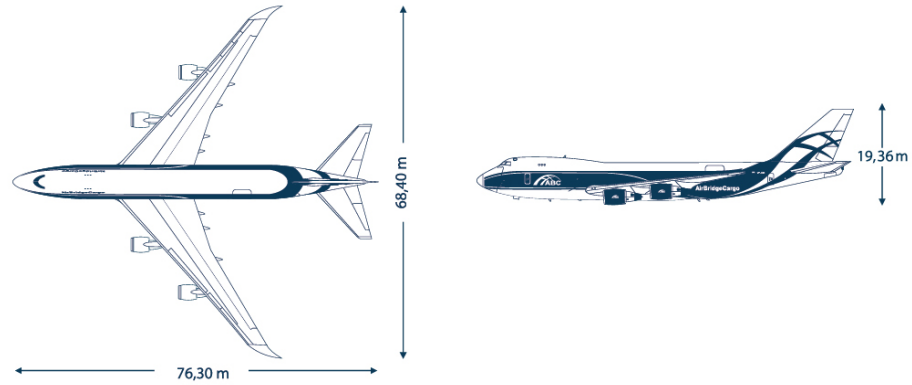
Габариты без упаковки:

- Длина – 5,64 м;
- Ширина – 2,41 м;
- Высота груза – 2,67 метра;
- Вес груза – 9300 кг.

Для авиатранспорта не требовалось делать полную обрешетку груза, что дало возможность рассмотреть перевозку груза на грузовой авиалинии «ЭйрБриджКарго», в составе флота которой присутствуют наиболее популярные в мире грузовые самолеты Боинг 747, модификации 8F. Боинг 747-8F – это версия пассажирского самолета Боинг 747-8, предназначенная для перевозки грузов.



Данный уникальный самолет был разработан и создан на платформе Боинг 747-400 с улучшенным новым двигателем, крыльями, удлинённым фюзеляжем и увеличенным размахом крыла. Помимо серии АН это единственный коммерческий самолет с возможностью загрузки через переднюю, носовую рампу для сверхгабаритного груза. Полезная нагрузка Боинг 747-8F достигает 139 тонн, а эксплуатационные показатели значительно превышают показатели предыдущей версии.



БОИНГ 747-8F		
ДЛИНА	76,30 м	250 футов 2 дюйма
ВЫСОТА	19,36 м	63 фута 6 дюймов
РАЗМАХ КРЫЛА	68,4 м	224 фута 5 дюймов

Рис. 2. Боинг 747-8F

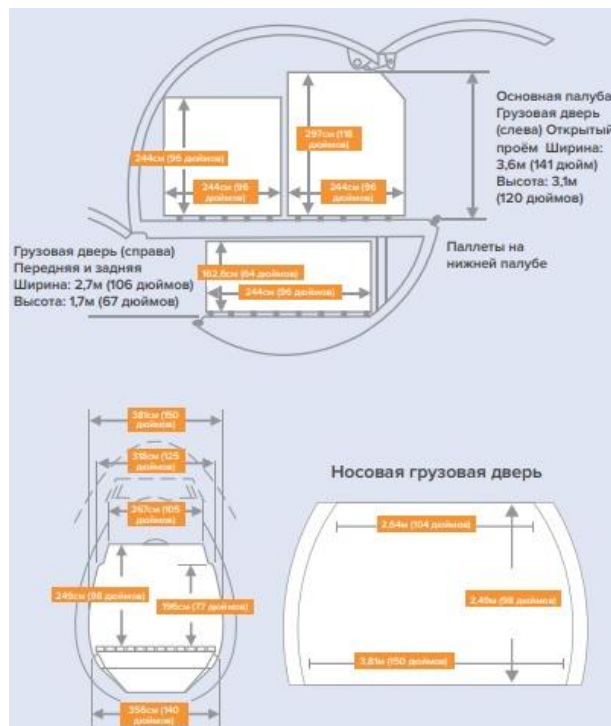


Рис. 3. Размеры грузовых ворот Боинг 747-8F

Немаловажным фактором являлось то, что на момент планирования перевозки у ЭйрБриджКарго существовали регулярные рейсы из аэропорта Лос-Анджелеса (LAX) в аэропорт Москвы, Шереметьево-2 (SVO-2).

Итак, по габаритам груз без упаковки входил в грузовые двери воздушного судна. Совместно с



агентами в аэропорту отравления был произведен осмотр груза, его промер и расчет допустимых нагрузок на палубу ВС с учетом перевозки без упаковки. Также был произведен анализ и расчетная проверка точек крепления груза, исходя из планируемых нагрузок при взлете и посадке. Был разработан проект перевозки и направлен на согласование техническому отделу перевозчика и заказчика.

Проект перевозки включал в себя следующие этапы:

- разработка проекта перевозки без упаковки;
- согласование проекта с заказчиком и технической группой авиационного перевозчика;
- подготовка груза к авиаперевозке, согласно разработанной схеме, его маркировка согласно правилам авиаперевозок;
- согласование с авиалинией даты вылета и даты затарки поддона в аэропорту вылета (Лос-Анджелес);
- подача тентованной а/м на склад отправителя в Сан Луис Обиспо, Калифорния;
- погрузка крановым способом силами отправителя груза на поданный автотранспорт;
- выпуск отправителем экспортной декларации;
- доставка груза автотранспортом до терминала в аэропорту Лос-Анджелеса и прямую перетарку с прицепа на паллету авиакомпании;
- укрытие груза тентом и крепление груза на поддоне;
- прохождение таможенных формальностей в аэропорту вылета;
- затарка поддона на борт воздушного судна и крепление паллеты с грузом на борту Боинг 747-8F в соответствии с разработанной схемой;
- авиаперелет согласно линейному расписанию до Шереметьево-2;
- выгрузка паллеты с грузом на терминал «Шереметьево-Карго»;
- прохождение импортных таможенных формальностей силами номинированного получателем таможенного брокера;
- фактическое согласование подачи на территорию терминала крана со специальной траверсой;
- подача тентованной а/м на терминал «Шереметьево-Карго»;
- погрузка груза на автотранспорт, крепление груза на прицепе;
- доставка автотранспортом до склада получателя в г. Москва;
- выгрузка груза с автотранспорта на складе получателя силами получателя.

После рассмотрения проекта и совещания с инженерами технической группы ЭйрБриджКарго ими были даны указания по демонтажу упаковки и частичному демонтажу выступающих частей оборудования, по схеме, разработанной с учетом параметров груза, параметров грузовых паллет и геометрии фюзеляжа Боинга 747-8F.

APPROX. CONTOURS OF SUCH CRATE COMPARED WITH COMPRESSOR CONTOUR

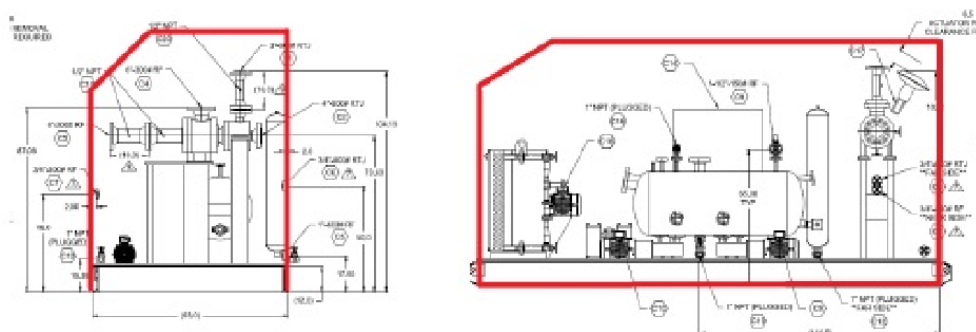
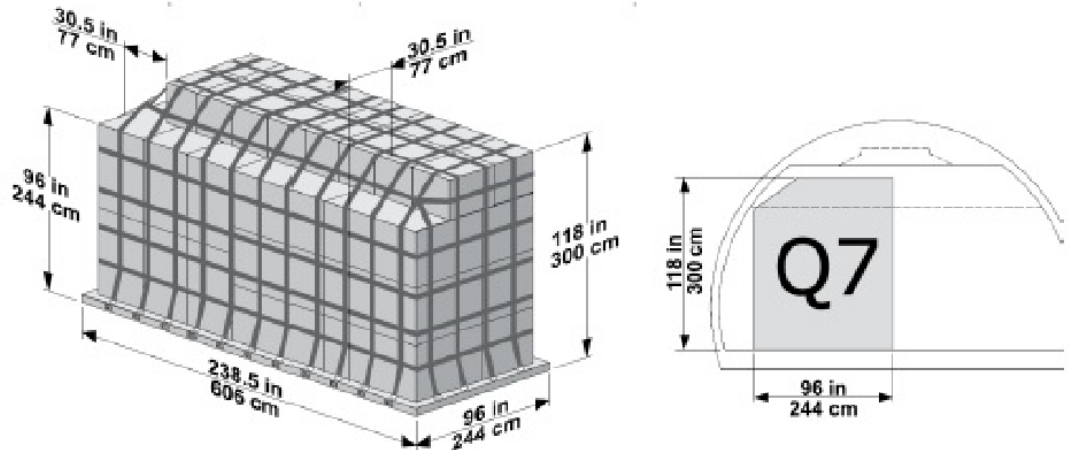


Рис. 4. Схема допустимого габарита груза с учетом геометрии фюзеляжа



Данные параметры были разработаны исходя из стандартизированного размещения груза на специальной паллете. Построение таких схем необходимо при формировании карго-планов на воздушные суда. Пример очерчивания лимитов паллеты с грузом находится ниже.



**MAX CONTOUR FOR 747F (20FT PALLET LOADED ONE SIDE)**

**MAX SIZE OF CRATE FOR COMPRESSOR**

Рис. 5. Лимиты габаритов груза на паллете

В нашем проекте в расчет бралась специальная паллета, код ИАТА:PGA/PGF Q7, как наиболее подходящая по размерам и грузоподъемности.

Этот универсальный поддон (паллета) предназначен для перевозки грузов на основной палубе воздушного судна и в нижнем отсеке, если позволяет высота груза.

На схеме видно, что максимальные параметры перевозимого груза с учетом паллеты и контура фюзеляжа составляют:

Максимальная длина – 6,06 метра

Максимальная ширина – 2,44 метра

Максимальная высота – со стороны борта 2,44 м; по продольному сечению ВС – 3,00 метра.



Рис. 6. Груз без упаковки

На рисунке видно, что для перевалки компрессорной станции используется специальная траверса, наличие аналогичной траверсы было проверено перед размещением заказа на перевозку в аэропорту погрузки и аэропорту назначения. В аэропорту Лос-Анджелеса кран и траверса были в наличии. Но в связи с невозможностью перевалки груза по схемам с вилочным погрузчиком с грузовым терминалом «Шереметьево-Карго» в аэропорту Москвы (Шереметьево -2) была дополнительно согласована подача крана с аналогичной траверсой для перевалки оборудования с авиационного поддона на автотранспорт.

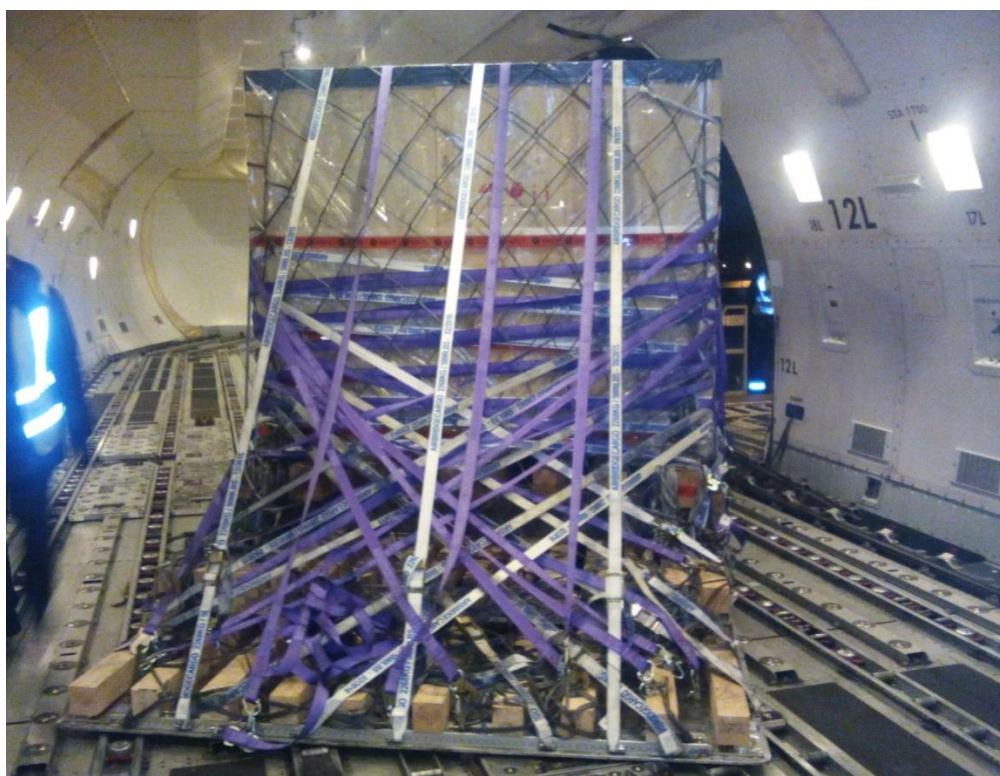


Рис. 7. Груз на борту Боинг 747-8F



В связи с тем, что упаковка груза была разобрана до состояния габаритного груза, доставка до аэропорта Лос-Анжелеса не требовала разрешений на перевозку негабаритного груза, как требовало бы этого, если бы упаковка с груза снята не была, и по той же причине появилась возможность подать стандартную тентованную машину с верхней погрузкой на плече: грузовой терминал «Шереметьево-Карго» - склад заказчика.

### **Заключение**

Подводя итог, можно сказать, что благодаря нестандартному подходу к разработке транспортно-логистической схемы доставки данного груза, появилась возможность и была осуществлена доставка груза в течение 7 суток от «двери до двери» по цене примерно в три раза превышающей стоимость доставки при комбинации морского и наземного транспорта, но более чем в 10 раз дешевле, чем составило бы фрахтование чартерного рейса. При этом был удовлетворен основной критерий заказчика по срокам. Таким образом, задача, поставленная заказчиком, была выполнена и груз доставлен.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. "Воздушный кодекс Российской Федерации" от 19.03.1997 N 60-ФЗ (ред. от 08.06.2020) с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2021.
2. "Руководство по грузовым перевозкам на внутренних воздушных линиях Союза ССР" (утв. МГА СССР 20.08.1984) (с изм. от 08.12.1997) п.2.9 перевозка негабаритных и тяжеловесных грузов.
3. Федеральные авиационные правила. «Общие правила воздушных перевозок пассажиров, багажа, грузов и требования к обслуживанию пассажиров, грузоотправителей, грузополучателей». Утверждены Приказом Минтранса России от 28 июня 2007 г. № 82.
4. ГОСТ 14192-96 Маркировка грузов (с Изменениями N 1, 2, 3). Принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол N 10 от 4 октября 1996 г.).
5. Спецификация паллет и контейнеров (ULD) [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.airbridgecargo.com/ru/page/70/tipw-pallet-i-kontejnerov-uld> (дата обращения: 12.12.2020 г.).
6. Спецификация Боинг 747-8F [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.airbridgecargo.com/ru/page/37/boing-747-8f> (дата обращения: 11.12.2020 г.).
7. Типы чартерных ВС и их параметры [Электронный ресурс]. URL: <http://airline.volga-dnepr.com/fleet> (дата обращения 11.12.2020 г.).

### **ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ**

#### **Васильев Юрий Иванович –**

доцент, к. т. н., профессор кафедры портов и грузовых терминалов  
Государственный университет морского и речного флота адмирала С.О. Макарова  
199106, Россия, Санкт-Петербург, Косая линия, д. 15, лит. А  
E-mail: yuvas890@gmail.com

#### **Шагин Никита Сергеевич –**

студент заочного отделения магистратуры, специальность «Технология транспортных процессов»  
Государственный университет морского и речного флота адмирала С.О. Макарова  
199106, Россия, Санкт-Петербург, Косая линия, д. 15, лит. А  
E-mail: shaginnikita@mail.ru



## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Vasilyev Yury Ivanovich** –

associate professor, Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Ports and Cargo Terminals  
Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping  
199106, Russia, St. Petersburg, Kosaya Line., bld. 15, lit. A  
E-mail: yuvas890@gmail.com

**Shagin Nikita Sergeevich** –

student of the correspondence department of magistracy, specialty «Technology of transport processes»  
Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping  
199106, Russia, St. Petersburg, Kosaya Line., bld. 15, lit. A  
E-mail: shaginnikita@mail.ru



УДК 656.022

DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-74-78

## РЕГУЛИРОВАНИЕ МОРСКИХ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК В ПЕРИОД ПАНДЕМИИ

**Ю. И. Васильев, Т. А. Живило, Т. С. Макарова**

Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова

*В статье рассмотрено влияние распространения коронавирусной инфекции COVID-19 на интермодальные перевозки. В результате анализа было выявлено, что наиболее серьезной проблемой стал дефицит порожнего контейнерного оборудования, который, в свою очередь, привёл к торговому дисбалансу.*

*Ключевые слова: контейнеры, порожнее оборудование, SOC-контейнеры, торговый дисбаланс, фрахтовые ставки.*

### **Для цитирования:**

*Васильев Ю. И., Живило Т. А., Макарова Т. С. Регулирование морских контейнерных перевозок в период пандемии // Системный анализ и логистика: журнал.: выпуск №1(27), ISSN 2077-5687. – СПб.: ГУАП., 2021 – с. 74-78. РИНЦ. DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-74-78.*

## REGULATION OF MARITIME CONTAINER CARRIAGE DURING PANDEMIC PERIOD

**Y.I. Vasilyev, T.A. Zhivilo, T.S. Makarova**

Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping

*This article is about the spread of the coronavirus infection COVID-19 and its consequences for intermodal transportation. As a result of the analysis, it was found that the most serious problem is the lack of empty containers and the global trade imbalance.*

*Key words: containers, empty equipment, SOC containers, trade imbalances, freight rates.*

### **For citation:**

*Vasilyev Y. I., Zhivilo T. A., Makarova T. S. Regulation of maritime container carriage during pandemic period // System analysis and logistics.: №1(27), ISSN2077-5687. – Russia, Saint-Petersburg.: SUAL., 2021 – p. 74-78. DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-74-78.*

### **Введение. Основные события на рынке контейнерных перевозок с начала 2020 года**

В последний год в морских перевозках остро стоит проблема наличия порожнего оборудования (контейнеров).

Первая волна нехватки порожних контейнеров была выявлена в конце февраля – начале марта 2020 года, когда из-за эпидемии COVID-19 Китай практически полностью закрылся от остального мира, работа большей части китайской экономики приостановилась. В результате контейнерные суда стали задерживаться в портах Китая из-за карантинных мер, а порожние контейнеры стали скапливаться в городах по всей территории страны.

В середине марта доступность контейнеров в крупнейших портах Европы (Антверпен, Гамбург, Роттердам), а также в одном из крупнейших портов США (Лонг-Бич) достигла исторического минимума. Это привело к спаду экспорта промышленной и сельскохозяйственной продукции из стран Европы, Канады и США, а контейнерные линии стали сокращать количество судозаходов и повышать фрахтовые ставки [1].

В настоящее время ситуация изменилась: с осени большая часть порожних контейнеров оказалась сосредоточена в Северной Америке и Европе, а в Китае наблюдается серьезная их нехватка. Это вызвано торговым дисбалансом между производителями в Южной Азии и потребителями в Северной Америке и в Европейском Союзе. Объем контейнерных перевозок из Китая в США значительно превышает объем перевозок в обратном направлении. Кроме этого, экспорт из Китая вырос на 12%, а импорт из США сократился на 14%. Сейчас наблюдается следующий дисбаланс: из 100 пришедших в Северную Америку контейнеров только 40 уходят



обратно загруженными.

Как следствие, контейнерные морские линии вынуждены поднимать фрахт на отправки грузов на некоторых направлениях. На ноябрь морской фрахт вырос на 200-300% по сравнению с фрахтовыми ставками октября [2].

Отмечается, что фрахтовые ставки на перевозки из Китая в Россию выросли почти в 10 раз. В феврале можно отправить груз только по ставке 10 000 – 20 000\$ за 40-футовый контейнер, но при условии, что на судах будет место, так как большинство из них уже перебукованы. Некоторые линии отключают возможность размещения букинга онлайн, а некоторые заранее прекращают приём букингов на ближайшие месяцы. Также у перевозчиков появился дополнительный сбор за срочность («Priority Go»), который составляет порядка 1 000 \$ за контейнер, что еще больше увеличивает стоимость перевозки [3].

В целом, ситуация с отправками грузов из Китая сейчас выглядит следующим образом. Когда судно приходит в порт, количество груза, заявленного к погрузке на него, уже в два раза больше, чем планировалось изначально. Соответственно, часть контейнеров переносят на следующее судно. Таким образом, на каждое последующее судно переносится около половины груза, запланированного к погрузке на предыдущее, плюс ещё столько же. И уже на одно судно заявлено количество груза, втрое превышающее его вместимость. С каждым судозаходом положение усугубляется. Ситуация стабильно сложная на протяжении уже 7 недель (сроки могут варьироваться в зависимости от порта).

Рост фрахтовых ставок сказывается и на производителях экспортируемых из Китая товаров. Мелкий и средний бизнес вынуждены приостановить отправки, так как стоимость перевозки для них уже неподъёмная и приведёт к работе в убыток. Касательно тех грузов, которые всё-таки отправляются, стоимость их для конечных потребителей увеличивается до 10-20%.

Изначально наблюдалась нехватка 40-футовых контейнеров, и фрахтовые ставки на них росли. Сейчас же отмечается, что стоимость фрахтовых ставок на 20-футовые контейнеры начала расти еще быстрее из-за ещё большей их нехватки. Но на дефицит контейнеров оказывает влияние не только торговый дисбаланс между странами Средней Азии и США. Производство контейнеров сократилось, что было заметно ещё в 2019 году, когда выпустили около 3 млн контейнеров против 4.5 млн в 2018 году; в 2020 же году объём произведённых контейнеров составил всего около 2 млн штук. В то же время число выведенных из оборота контейнеров стало выше (примерно на 1 млн штук), чем количество построенных. Это случилось впервые за несколько лет.

### **Пути решения возникшей проблемы**

#### **1. Действия, предпринимаемые контейнерными линиями**

Контейнерные линии со своей стороны пытаются изменить ситуацию не только с помощью повышения фрахтовых ставок непосредственно за саму перевозку, но и также с помощью изменения условий по предоставлению расширенного свободного периода по демереджу/детеншену в порту выгрузки. Так во многих азиатских странах свободный период сокращается с 14 дней до 7-10 дней, а для его продления принимаются более дорогие ставки. В некоторых же портах расширенный свободный период по использованию контейнеров вообще отменяется и применяется только стандартный, который в разных странах составляет всего 3-5 дней. Это делается для того, чтобы порожние контейнеры быстрее возвращались в стоки линии для передачи их на затарку новым отправителям.

#### **2. Действия, предпринимаемые производителями контейнеров**

Лидером по производству морских контейнеров является Китай, который и сейчас заявляет, что предпринимаются шаги по устранению дефицита контейнеров. Для этого производится 300 тысяч TEU в месяц, рабочий день на заводах увеличен до 11-12 часов. Но и здесь есть сложности. Цены на железную руду возросли, стоимость фрахта для её импорта также выросла, а поставки древесины для полов контейнеров ограничены в осенне-зимний сезон. Ранее заказанное сырьё будет доставлено не раньше марта-апреля, хотя обычно доставка составляла около трёх недель. Из-за этих факторов



стоимость контейнеров будет выше, чем обычно [5].

### 3. Привлечение к перевозкам SOC-контейнеров

Контейнеры, не принадлежащие перевозчику (судоходной линии), в логистике называются SOC-контейнеры (shipper's owned containers).

Компании-собственники контейнерного оборудования отправляют порожние контейнеры из портов России (чаще через порты Дальнего Востока) в Китай для сдачи их там в аренду под затарку и дальнейшую отправку на экспорт. Это позволяет собственнику оборудования получить арендную плату за использование контейнеров, линиям собрать фрахт за перевозку (так как отправляются не «линейные» порожние контейнеры), а производителям в Китае получить контейнеры под затарку и отправку [6].

Из-за острой нехватки собственных (линейных) контейнеров некоторые перевозчики принимают SOC-контейнеры. Однако линии не ожидали, что желающих отгрузиться в SOC-контейнерах будет так много. В итоге некоторые морские перевозчики просто перестали принимать букинги из Китая с отгрузкой SOC-контейнеров (MSC, SeaLend Asia, FESCO, ONE), а несколько линий (НММ, СМА СGM) были вынуждены поднять ставки (при этом ситуация с линейным оборудованием не стала лучше). Все ставки применяются по actual sailing date. Никаких официальных писем о повышении ставок морские линии не предоставляют – это запрещено на уровне глобального руководства перевозчиков. Фрахтовая политика формируется, исходя из ситуации на рынке, которая сейчас меняется стремительно. Информирование клиентов об изменениях в тарифной политике происходит после получения уведомлений региональными представительствами Линий от Головных офисов.

Порожние контейнеры собственники выдают по всему Китаю. Это своего рода бизнес – есть предложение и есть спрос, который растет в геометрической прогрессии с каждым днем. Также плюсом является то, что условия по свободному использованию собственники подтверждают более, чем на 60 дней. А если вдруг поставка задержится и пойдет платное использование, то оно не будет очень дорогим. В нынешних условиях это очень выгодно. Кроме этого, фрахтовые ставки в таком варианте значительно дешевле.

### 4. Разработка транспортно-логистических схем с использованием других видов транспорта

В условиях нехватки порожнего оборудования и перебуковки морских судов производители и отправители различных видов грузов пытаются осуществлять отправки другими видами транспорта, но там также наблюдается рост ставок на перевозку. Так автомобильные перевозки подорожали в 2-10 раз в зависимости от направления, а погранпереходы делают такие отправки более сложными. Некоторые товары отправляются авиатранспортом для уменьшения сроков доставки, но стоимость перевозки этим видом транспорта остаётся высокой, а величина отправляемой партии ограничена. Железнодорожные сервисы по отправке грузов ускоренными контейнерными поездами также начинают отмечать проблемы с наличием порожнего оборудования и повышают стоимость перевозки. Но даже если можно получить контейнер под загрузку, он попадает в очередь на формирование состава на железнодорожной станции отправления и не всегда отправляется ближайшим поездом. Кроме того, все эти виды транспорта (даже вместе взятые) не могут обеспечить такую провозную способность, которую обеспечивает морской транспорт.

### 5. Экспорт груза в составе сборной отправки

Ещё один шаг со стороны китайских экспортёров – практика сборных отправок в контейнерах для обеспечения полной загрузки контейнера и разделения стоимости фрахта между несколькими отправителями.

## Заключение

Обобщая всё вышесказанное, можно сделать следующие выводы.

### Итоги 2020 года:

1. линии резко сократили провозную способность в первом квартале;



2. в конце второго квартала количество букингов резко возросло;
3. в третьем квартале спрос продолжил стремительный рост и значительно превысил мощности перевозчиков;
4. образовался дефицит порожних контейнеров (обеспечено 50% запросов);
5. резко выросла загруженность портов (в особенности США);
6. ставки фрахта достигли рекордно высокого уровня.

#### **Ситуация в начале 2021 года:**

1. спрос на перевозки из Азии по-прежнему очень высок;
2. дефицит порожнего оборудования остается серьезной проблемой;
3. фрахтовые ставки по-прежнему находятся на исторически высоком уровне;
4. океанские перевозчики объявляют о рекордных финансовых результатах;
5. перегрузка портов в США создает серьезную проблему с оборотом контейнеров и судов, влияющую на перевозки по всему миру;
6. никаких признаков замедления роста рынка и стабилизации ситуации в 1 квартале не видно.

#### **Прогноз на 2021 год:**

1. патовая ситуация сохраняется на протяжении первого полугодия;
2. скорее всего, во втором квартале спрос начнет снижаться;
3. дополнительные мощности будут развернуты весной (наращиваются объёмы строительства новых контейнеров, готовятся к спуску на воду новые суда);
4. торговый дисбаланс должен вернуться в нормальное состояние;
5. морские перевозчики будут жестко контролировать сроки оборачиваемости контейнерного оборудования;
6. ставки фрахта останутся на высоком уровне.

#### **Новая реальность:**

1. пропускная способность портов, провозная способность флота, наполняемость стоков линий будут требовать более частого оперативного вмешательства и регулирования.
2. надежность графика движения судов останется проблемой;
3. возможность спрогнозировать сроки поставок будет оставаться на низком уровне.

Все вышеперечисленные факторы создали новую реальность в логистике.

Таким образом, проблема нехватки порожних контейнеров оказывает сильное влияние на экономику всех стран. Особенно это заметно сейчас, когда страны восстанавливаются после последствий локдаунов из-за эпидемиологической ситуации в мире. Никто не может дать точных прогнозов на тему того, когда ситуация стабилизируется и проблема разрешится. Некоторые специалисты-аналитики считают, что после китайского нового года, то есть в конце февраля – начале марта, можно будет увидеть смягчение проблемы; другие думают, что первые заметные успехи будут достигнуты только к лету.

В любом случае, устранение последствий торгового дисбаланса занимает много времени, поэтому проблема нехватки порожних контейнеров будет решаться силами всех участников международных торговых отношений – отправителями, получателями, производителями и собственниками контейнеров, перевозчиками и экспедиторами.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. *Мигунов Д.С.* Грузите апельсины бочками: дефицит контейнеров обрушил торговлю / Д.С. Мигунов // Известия. – 2021. - № 2. – С. 1 – 5.
2. *Скорлыгина Н.В.* Грузите все товары бочками. Мировая торговля столкнулась с нехваткой



- контейнеров / Н.В. Скорлыгина // Коммерсантъ. – 2020. – № 222. – С. 1.
3. *Балашова А.А.* Цены с плавающей запятой / А.А. Балашова // РБК. – 2021. – № 001. – С. 1 – 2.
  4. Из-за дефицита контейнеров стоимость их аренды для морских перевозок выросла до 10 раз [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.newsvl.ru/society/2021/02/04/196754/> (дата обращения: 15.02.2021).
  5. Китай обещает решить проблему дефицита контейнеров [Электронный ресурс]. – URL: <https://chinalogist.ru/news/kitay-obeshchaet-reshit-problemu-deficita-konteynerov-19714> (дата обращения: 15.02.2021).
  6. Главные новости морских контейнерных перевозок [Электронный ресурс]. – URL: <https://maritime-zone.com/news/view/glavnye-novosti-morskih-kontejnernih-perevozok> (дата обращения: 17.02.2021).

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Васильев Юрий Иванович** –

Доцент, к. т. н., профессор кафедры Портов и грузовых терминалов  
Государственный университет морского и речного флота адмирала С.О. Макарова  
199106, Россия, Санкт-Петербург, Косая линия, д. 15, лит. А  
E-mail: yuvas890@gmail.com

**Живило Татьяна Андреевна** –

студент направления «Технология транспортных процессов»  
Государственный университет морского и речного флота адмирала С.О. Макарова  
199106, Россия, Санкт-Петербург, Косая линия, д. 15, лит. А  
E-mail: zhivilo.tanya@yandex.ru

**Макарова Татьяна Сергеевна** –

студент направления «Технология транспортных процессов»  
Государственный университет морского и речного флота адмирала С.О. Макарова  
199106, Россия, Санкт-Петербург, Косая линия, д. 15, лит. А  
E-mail: tanyamakarova1997@mail.ru

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Vasilyev Yury Ivanovich** –

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Ports and Cargo Terminals  
Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping  
199106, Russia, St. Petersburg, Kosaya Line., bld. 15, lit. A  
E-mail: yuvas890@gmail.com

**Zhivilo Tatyana Andreevna** –

student of the department «Technology of transport processes»  
Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping  
199106, Russia, St. Petersburg, Kosaya Line., bld. 15, lit. A  
E-mail: zhivilo.tanya@yandex.ru

**Makarova Tatyana Sergeevna** –

student of the department «Technology of transport processes»  
Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping  
199106, Russia, St. Petersburg, Kosaya Line., bld. 15, lit. A  
E-mail: tanyamakarova1997@mail.ru



УДК 656.078.8

DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-79-84

## КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ СТИВИДОРНЫХ КОМПАНИЙ В ПОРТОВОЙ ОТРАСЛИ

**Е. И. Акунец**

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

*В данной статье рассматриваются конкурентоспособные отношения между стивидорскими компаниями в портовой отрасли Российской Федерации. Рассмотрен рынок стивидорных услуг как экономическая система отношений между стивидорными компаниями и грузовладельцами и судовладельцами, а также рассмотрены функции стивидоров. Представлены основные составляющие конкурентоспособности стивидорных компаний. Рассмотрена пять уровней модели конкурентных отношений стивидорных компаний.*

*Ключевые слова:* стивидорная компания, рынок стивидорных услуг, конкурентоспособность, портовая отрасль.

### **Для цитирования:**

*Акунец Е. И. Конкурентоспособность стивидорных компаний в портовой отрасли // Системный анализ и логистика: журнал.: выпуск №1(27), ISSN 2077-5687. – СПб.: ГУАП., 2021 – с. 79-84. РИНЦ. DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-79-84.*

## COMPETITIVENESS OF STEVEDORING COMPANIES IN THE PORT INDUSTRY

**E. I. Akunets**

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

*This article discusses the competitive relationship between the stevedoring companies in the port sector of the Russian Federation. The market of stevedoring services is considered as an economic system of relations between stevedoring companies and cargo owners and shipowners, as well as the functions of stevedores. The main components of the competitiveness of stevedoring companies are presented. Considered five levels of the model of competitive relations of stevedoring companies.*

*Keywords:* stevedoring company, stevedoring services market, competitiveness, port industry.

### **For citation:**

*Акунец Е. И. Competitiveness of stevedoring companies in the port industry // System analysis and logistics.: №1(27), ISSN 2077-5687. – Russia, Saint-Petersburg.: SUAI., 2021 – p. 79-84. DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-79-84.*

### **Введение**

Стивидорные услуги – это услуги по обеспечению перевалки грузов с одного вида транспорта на другой, включая иные дополнительные услуги по хранению, сертификации, экспедированию грузов, что обусловлено спецификой деятельности отдельных стивидорных компаний. Под данными услугами также понимаются процессы погрузо-разгрузочных работ и укладки груза на судне.

### **1. Рынок стивидорных услуг**

На протяжении длительного времени рынок стивидорных услуг демонстрирует существенный рост. За последние 18 лет мощность морских портов Российской Федерации увеличилась более чем в три раза и на данный момент составляют более 1061 млн тонн [2].

Сам же собой рынок стивидорных услуг представляет собой систему экономических отношений, которые формируются между продавцом и покупателем в процессе оказания услуг по обеспечению перевалки грузов и иных сопутствующих услуг (транспортно-экспедиторское обслуживание, хранение грузов и т.д.). Данный рынок развивается под воздействием как внутренних, так и внешних факторов [1].

В связи с тем, что стивидорные компании представляют услуги как грузу (погрузо-разгрузочные работы, хранение и т.д.), так и судну (швартовка, услуги по работе с судном и т.д.) то они на данном рынке выступают как продавцы. В качестве покупателей выступают грузовладельцы и перевозчики (т.е. судовладельцы).

На данный момент на рынке стивидорных услуг, внутри одного бассейна, наблюдается



достаточно жесткая конкуренция. На сегодняшний день погрузо-разгрузочные операции на территории большинства портов России осуществляют не менее трех стивидорных компаний (рис. 1). Например, на 2020 год в порту Находка работают 12 стивидорных компаний, в порту Новороссийск – 9, в порту Усть-Луга – 13, а в Большом порту Санкт-Петербурга – 32 компании.

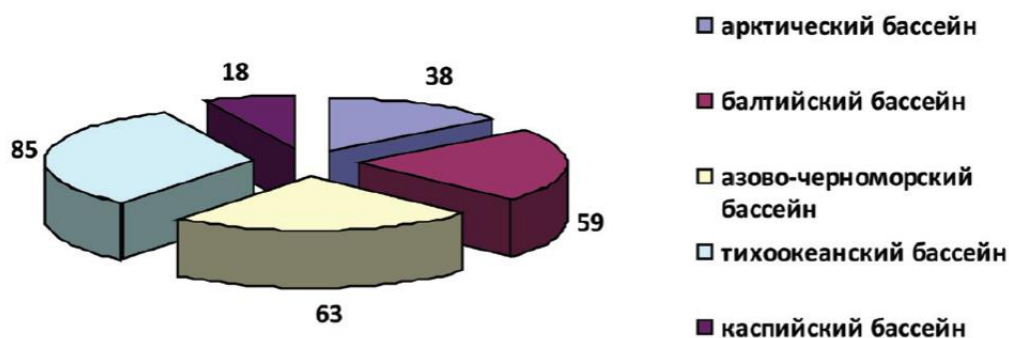


Рис. 1. Количество стивидорных компаний в морских портах

## 2. Функции стивидорных компаний

Понятие «стивидор» в качестве логистического термина сформировалось в Великобритании, само слово имеет исконно морское происхождение – от испанского *estibador* (паковщик, работающий в порту). Причем, что характерно, в «доконтейнерный» период морских перевозок (до середины семидесятых годов прошлого века), стивидорами называли только высококвалифицированных бригадиров, управлявших линейными рабочими – портовыми грузчиками. В настоящее время на Западе под стивидором прежде всего понимают компанию, которая занимается вопросами погрузки-разгрузки (в России этот термин вообще применяется только к юридическим лицам) [6].

Стивидорные компании являются неотъемлемой части жизни и работы морского и речного порта, которая выполняет следующие функции:

- 1) Подготовка к погрузо-разгрузочным работам (т.е. наличие мест на складе, бригад грузчиков, техники с необходимой грузоподъемностью и грузозахватывающими механизмами);
- 2) Планирование размещения груза на складе;
- 3) Погрузо-разгрузочные работы по прибытию любого вида транспорта в порт, с использованием кранов, погрузчиков, автопогрузчиков и т.д.;
- 4) Каргопланирование и формирование плана, с учетом железнодорожных составов и автотранспорта;
- 5) Организация обработки грузов в таможенных зонах;
- 6) Охрана груза на территории склада порта;
- 7) Ведение полного документооборота по всему перемещению груза для отправителя и получателя груза, а также для администрации порта и таможни;
- 8) Устранение внештатных ситуаций.

Исходя из данных функции можно сделать вывод, что для ускорения работы стивидорных компаний необходимо чтобы большая часть функций были автоматизированы. В связи с этим компании будут работать эффективнее и безошибочнее, а следовательно, повысится пропускная способность порта, а также его логистическая и коммерческая привлекательность.

## 3. Формирование стоимости в портовой отрасли

В общем виде порты – это инфраструктурные объекты, которые могут быть организованы самым разным способом. Множество факторов влияет на организационную структуру и модели управления ими, в том числе социально-экономические характеристики государства, исторические



условия развития, расположение, виды обрабатываемых грузов. Учитывая этот факт, не существует единой общеприемлемой модели для структуры портовой отрасли, однако типичной будет цепочка создания стоимости в морском портовом секторе (рис. 2) [3].



Рис. 2. Процесс формирования стоимости в морском порту

Услуги морских портов, согласно российскому законодательству, отнесены к сферам деятельности субъектов естественной монополии. На основании Федерального закона от 12.08.1995 г. № 147-ФЗ и Постановления Правительства РФ от 07.03.1995 г. № 239 услуги, которые оплачивают суда в виде портовых сборов, отнесены к сфере деятельности субъектов естественных монополий, а тарифы на осуществление погрузочно-разгрузочных работ в портах, а также портовые сборы и услуги ледокольного флота подлежат государственному регулированию. Оплата остальных услуг осуществляется на договорной основе [4].

В связи с тем, что в российском законодательстве отсутствует нормативно-правовой механизм для определения уровня взимаемых сборов, то в ряде случаев ставки портовых сборов в российских портах иногда превышают значения некоторых аналогичных ставок в зарубежных портах. Данный недостаток в законодательстве отрицательно сказывается на конкурентоспособности российских портов.

Имеющая система портовых сборов не предусматривает возможности корректировки ставок портовых сборов, при учете ставок в портах-конкурента. Слабая реализация портовых мощностей и неравномерная загрузка приводит к тому, что порт работает с более рентабельным грузопотоком и с помощью него осуществляет покрытие затрат на содержание порта.

#### 4. Конкурентоспособность стивидорных компаний

Суть конкуренции на стивидорном рынке состоит в противоборстве стивидорных компаний между собой за наиболее привлекательный рынок для своих услуг. На сегодняшний день компании работают в условиях жесткой конкуренции, что обостряется соперничеством не только с портами внутри страны, а также и с портами других стран.

Для условий рыночных отношений конкурентоспособность является главным фактором, с



помощью которого стивидорная фирма может достичь успеха в своей деятельности. Под конкурентоспособностью стивидорной компании следует понимать интеграцию четырех основных составляющих: продуктовой, экономической, управленческой и маркетинговой, которые формируют устойчивое положение компаний на рынке [5].

Продуктовая составляющая направлена на осуществление стивидорных услуг, которые на рынке являются объектом купли-продажи. Для данной составляющей огромную роль является потребительский спрос услуг.

Экономическая составляющая направлена на эффективность процесса продажи стивидорных услуг, которая выражается через экономические показатели. Для данной составляющей большую роль играет величина издержек на осуществление услуг.

Управленческая составляющая направлена на достижение необходимой рыночной позиции за счет качественных управленческих решений. Для данной составляющей огромную роль играет строгая структурно-организационная схема управления стивидорной компанией.

Маркетинговая составляющая направлена на маркетинговые взаимоотношения между стивидорными компаниями и потребителями услуг. Для данной составляющей большую роль играют долгосрочные и взаимовыгодные отношения между компаниями и грузоперевозчиками с грузоперевозчиками.

Конкурентоспособности стивидорной компании формируется под воздействием определенной окружающей среды, которая создается под влиянием рыночного пространства, а также ограничений со стороны социально-экономических, политических, культурных, демографических и экологических факторов [5].

## **5. Модели конкурентных отношений стивидорных компаний**

Конкуренция благоприятно воздействует на экономику портового хозяйства страны, поскольку соперничество стивидорных компаний за предпочтения грузоперевозчиков приводит к снижению стоимости производства за счет более эффективного использования ресурсов, повышение качества услуг. Конкуренция на стивидорном рынке обеспечивает рыночной системе механизм саморегулирования, который реализует эффективность, пропорциональность и динамичное развитие сферы стивидорных услуг [5].

При составлении модели конкурентных отношений между стивидорными компаниями на российском рынке можно выделить пять уровней конкуренции:

- 1) Конкуренция между стивидорными компаниями одного порта;
- 2) Конкуренция между стивидорными компаниями одного бассейна;
- 3) Конкуренция между стивидорными компаниями одного государства в пределах одного бассейна;
- 4) Конкуренция между стивидорными компаниями разных государств в пределах одного бассейна;
- 5) Конкуренция между стивидорными компаниями разных бассейнов.

Конкуренция между стивидорными компаниями одного порта получает из-за того, что порт является акционерной организацией. На данный момент на территории порта осуществлять свою деятельность может множество как компаний, как говорилось ранее их количество меняется в пределах от 4 до 30 компаний. При борьбе за клиентов компании стараются расширить товарную номенклатуру обрабатываемых грузов на территории порта, что положительно сказывается на деятельности самого порта.

Конкуренция между стивидорными компаниями одного бассейна представляет собой конкуренцию между портами в одном бассейне. Данная конкуренция выражается в том, что стивидорные компании осуществляют переговоры с потенциальными грузоперевозчиками и грузоперевозчиками с целью обеспечения их более широкого набора транспортных и других услуг и наиболее высоком качестве. Пример данной конкуренции можно наблюдать в Финском заливе, а



именно взаимодействие Большого морского порта Санкт-Петербурга и порт Бронка.

Конкуренция между стивидорными компаниями одного государства в пределах одного бассейна осуществляется за счет ценовой борьбы между стивидорными компаниями. Данная деятельность осуществляется путем снижения или удержания на низком уровне ставок за обслуживания грузов, которые обрабатываются несколькими портами. Также большое внимание в данной конкуренции уделяется скорости и качеству обработки грузов, расширенному спектру услуг и предоставлению льготных условий.

Для конкуренции между стивидорными компаниями разных государств в пределах одного бассейна характерно существенное отличие в экономических, технологических и логистических условий деятельности стивидорных компаний. В связи с тем, что долгосрочные и взаимовыгодные отношения между стивидорными компаниями и грузовладельцами с грузоперевозчиками сравниваются в разных странах из-за этого влияния государства в данных отношениях играют важную роль. Государство является основным регулятором экономической активности в сфере оказания стивидорных услуг, а следственно повышается значение различных факторов, которые влияют на рынок стивидорных услуг.

Конкуренция между стивидорными компаниями разных бассейнов характеризуется обширностью геоэкономических условий, которые сопровождаются ужесточением конкуренции между региональными рынками стивидорных услуг. В настоящее время на территории России располагаются несколько крупных транспортных бассейнов, в которых работа стивидорных компаний осуществляется с другими видами транспорта совместно с обслуживанием экспортно-импортного грузопотока. В России морские порты располагаются на территории пяти морских бассейнов: Северный, Балтийский, Черноморско-Азовский, Каспийский и Дальневосточный.

### **Заключение**

Стивидорные компании сегодня являются стратегически важными для развития народного хозяйства страны субъектами, государство уделяет их развитию пристальное внимание, особенно в области формирования цен. Рынок стивидорных услуг подвержен сильному влиянию внутренних факторов, включая как взаимодействие продавцов и покупателей, так и жесткую конкурентную среду не только на микроуровне (внутри каждого порта захода), но и на мезоуровне (между портами отдельно взятого морского бассейна).

Для конкурентной борьбы между стивидорными компаниями между собой необходимо чтобы компании обладали современными системами автоматизации. Ведь чем больше стивидорских функций будет автоматизировано, тем эффективней, безошибочнее и быстрее компания будет работать, а, значит, и пропускная способность, логистическая и коммерческая привлекательность соответствующего терминала или порта будет выше.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. *Ботнарюк, М.В.* Российский рынок стивидорных услуг и особенности его развития на современном этапе /М.В. Ботнарюк //Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. – 2014. – №6. - С.155-162
2. *Макаренко В.* Снижение прибыли и рост активов: результаты 1 полугодия НМТП [Электронный ресурс] // journal.tinkoff.ru: Т -Ж: журнал про ваши деньги. 2020. 17 ноября. – URL: <https://journal.tinkoff.ru/news/nmtp1h2020/> (дата обращения: 08.02.2021).
3. *Демьянченко А.Г.* Функции и модели управления современным портом. /А.Г. Демьянченко. //Экономика промышленности. – 2012. - №3-4. – С.258-267.
4. *Левин Б.А.* Инновационные процессы логистического менеджмента в интеллектуальных транспортных системах. Т. 3. Новые крупные инновационные разработки конкретных



- задач в области логистического менеджмента / Б.А. Левин, Л.Б. Миротин. – М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2015. – 343 с.
5. *Костоглодов, Д.Д., Кипа, Н.А.* Развитие продуктового конкурентного преимущества Российской стивидорной компании в системе отраслевых конкурентных отношений. /Д.Д. Костоглодов, Н.А. Кипа// Вестник РГУПС. – 2009. - №2. – С.85-93.
  6. *Борзенкова, Н.О.* Аспекты системного анализа работы компании-стивидора /Н.О. Борзенкова //Кафедра отраслевого менеджмента, Государственный университет управления. – 2015. – С.3

### **ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ**

**Акунец Екатерина Игоревна –**

Студент кафедры системного анализа и логистики

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»

190000, Россия, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А

E-mail: kat-akunec@yandex.ru

### **INFORMATION ABOUT THE AUTHOR**

**Akunets Ekaterina Igorevna –**

student of the system analysis and logistics department

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

SUAI, 67, Bolshaya Morskaia str., Saint-Petersburg, 190000, Russia

E-mail: kat-akunec@yandex.ru



УДК 656.615

DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-85-91

## АНАЛИЗ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ МОРСКОГО ТРАНСПОРТНОГО УЗЛА

**Е. И. Акунец**

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

*В данной статье выполнен анализ морских транспортных узлов Российской Федерации. Изложены условия конкурентоспособности морских узлов и влияние иностранных портов. Показаны условия функционирования морских транспортных узлов и принципы формирования конкурентоспособности. Рассмотрены критерии конкурентоспособности морских узлов, которые выделяют как судовладельцы, так и грузовладельцы. Описана эволюция развития морских транспортных узлов.*

*Ключевые слова:* морской транспортный узел, конкурентоспособность, портовая отрасль, морской порт.

### **Для цитирования:**

*Акунец Е. И. Анализ конкурентоспособности морского транспортного узла // Системный анализ и логистика: журнал.: выпуск №1(27), ISSN 2077-5687. – СПб.: ГУАП., 2021 – с. 85-91. РИНЦ. DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-85-91.*

## ANALYSIS OF COMPETITIVENESS MARITIME TRANSPORT NODE

**E. I. Akunets**

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

*This article analyzes the sea transport node of the Russian Federation. The conditions of competitiveness of sea nodes and the influence of foreign ports are stated. The conditions for the functioning of sea transport node and the principles of the formation of competitiveness are shown. The criteria of competitiveness of sea nodes, which are distinguished by both shipowners and cargo owners, are considered. The evolution of the development of sea transport node is described.*

*Keywords:* maritime transport node, competitiveness, port industry, sea port.

### **For citation:**

*Акунец Е. И. Analysis of competitiveness maritime transport node // System analysis and logistics.: №1(27), ISSN 2077-5687. – Russia, Saint-Petersburg.: SUAI., 2021 – p. 85-91. DOI: 10.31799/2077-5687-2021-1-85-91.*

### **Введение**

Для развития экономики страны существование морских портов чрезвычайно велико. Проблемы повышения конкурентоспособных отечественных морских портов, которые сегодня чаще определяются как морские транспортные узлы, для России как крупнейшей морской державы является сегодня весьма актуальными.

Современный морской порт – это крупный транспортный узел, который связывает между собой различные виды транспорта: водный, железнодорожный, автомобильный, трубопроводный и др. Деятельность порта является стратегическим аспектом развития экономики государства и одним из главным звеном функционирования транспортной системы. Морские порты являются стратегическими объектами государства, что и определяет необходимость их постоянного совершенствования.

Значительна роль портов состоит в обеспечении транспортной независимости, внешней торговли, а также в использования транзитной возможности России. В морских портах осуществляется национальная морская, таможенная и пограничная политика, производится государственный портовый контроль. Российская Федерация располагает самой протяженной в мире береговой линией морского побережья.

### **Конкурентоспособность морских транспортных узлов**

На сегодняшний день российские морские транспортные узлы функционирует в жестких конкурентных условиях. С одной стороны находятся «морские» конкуренты – такие же морские



узлы, которые осуществляют свою деятельность на территории страны. При этом основными конкурентами являются узлы, расположенные в одном морском бассейне, или в разных, но совершающих деятельность недалеко друг от друга [3].

Конкурентоспособность услуг – это способность услуги не только соответствовать требованиям конкретного рынка или покупателя (группы покупателей), но и превосходить услуги конкурентов по ряду параметров, устанавливаемых на определенный период, и подлежит корректировке в зависимости от сложившейся рыночной ситуации. Основными параметрами, определяющими конкурентоспособность услуги морского транспортного узла являются цена и качество [4].

Однако, при формировании конкурентоспособности морского транспортного узла следует анализировать всех конкурентов, вне зависимости от дальности их расположения.

С другой стороны, существует потенциальная конкуренция со стороны других видов транспорта (железнодорожного, автомобильного, речного и др.), которые также принимают участие в перевозке грузов. И даже, принимая во внимание тот факт, что серьезными конкурентами их считать нельзя (в силу условий выполнения перевозки), полностью абстрагироваться от данного фактора нельзя, так как это может повлечь снижение грузооборота узла.

Исходя из сказанного можно сделать вывод, что конкурентоспособность морских транспортных узлов формируется исходя из следующих факторов: внутриотраслевой конкуренции и соперничества с другими видами транспорта (рис. 1)

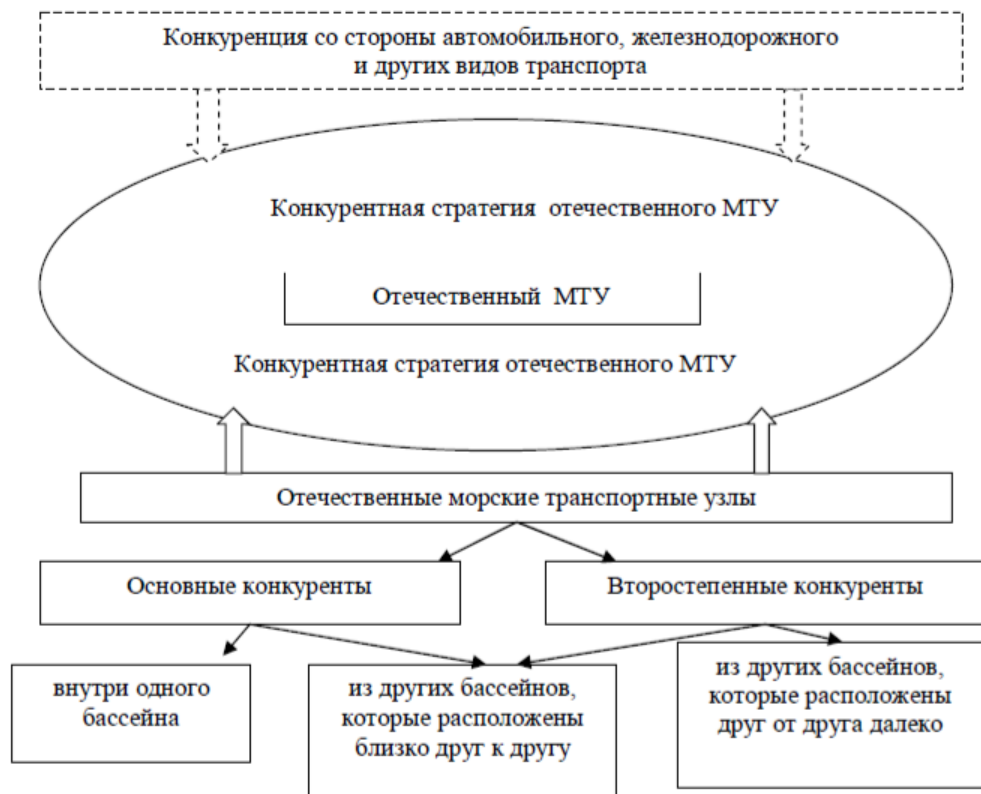


Рис. 1 Влияние факторов на конкурентоспособность морских транспортных узлов

Под фактором внутриотраслевой конкуренции понимается воздействия на конкурентные позиции всех отечественных морских транспортных узлов, расположенных как вблизи, так и в отдаленности от отдельно взятого узла. При этом морские транспортные узлы «из других бассейнов» могут выступать как основными (если они расположены в непосредственной близости), так и



второстепенными конкурентами, при условии, что они также могут привлечь часть грузопотоков, ослабив конкурентные позиции других узлов. Межотраслевая – это конкуренция между различными видами транспорта. Вследствие специфики морских перевозок (низкая себестоимость, значительная партионность и т.д.), фактор межотраслевой конкуренции не является доминирующим. Однако, поскольку конкуренция все-таки существует, на рисунке его влияние обозначено пунктиром [1].

### **Влияние иностранных портов на формирование конкурентоспособности морских транспортных узлов**

Морские транспортные узлы также принимают участие в конкурентной борьбе с иностранными морскими портами как ближнего, так и дальнего зарубежья. При этом конкуренцию с портами ближнего зарубежья следует считать наиболее опасной, поскольку значительная часть внешнеторговых грузов уже сегодня проходит именно через порты Балтики и Украины.

Российские морские транспортные узлы осуществляют свою деятельность в условиях конкуренции со стороны иностранных морских портов, что приводит к выводу, что формирование конкурентоспособности узла должно происходить также и в соответствии с влиянием воздействия на его функционирования фактора международной конкуренции.

Следовательно, формирование конкурентоспособности отечественного морского транспортного узла должно происходить с учетом трех факторов: внутриотраслевой, межотраслевой, а также фактора мировой конкуренции. И если первым двум факторам узел еще может противостоять самостоятельно, то последний является доминирующим, поскольку он отражает тенденции развития мировой экономики.

В свете экономических событий отечественные морские транспортные узлы должны объединить свои усилия, чтобы, используя эффект содружества от партнерских отношений, укрепить свои конкурентные позиции. Речь в данном случае идет о том, что морские транспортные узлы должны интегрироваться, применяя концепцию маркетинга взаимодействия, которая обуславливает получение долгосрочной выгоды от межфирменного взаимодействия.

Интегрирование морских транспортных узлов должно начинаться с формирования партнерских отношений внутри отдельно взятого узла, чтобы подготовить базис для перехода на следующий уровень. После того, как партнерские отношения компаний отдельно взятого узла сформированы и все его участники получают определенную выгоду, видится необходимость переходить к следующему этапу: формирование партнерских отношений между узлами одного бассейна, что приведет к более устойчивым конкурентным позициям всех участников вследствие получения возможности пользоваться ресурсами друг друга (информация, связи деловых партнеров, имидж и деловая репутация отдельных участников объединения и т.д.).

Более того, каждый отдельно взятый морской транспортный узел является конкурентом других узлов, поэтому на втором этапе речь идет о создании деловой сети между конкурентами, которые могут быть связаны исключительно через партнерские отношения, поскольку производственные связи в данном случае отсутствуют.

В контексте вышесказанного конкурентоспособность морского транспортного узла должна формироваться в первую очередь на основе принципа маркетингового взаимодействия, что в итоге укрепит его конкурентные позиции не только на отечественном, но и на мировом уровне [1].

### **Условия функционирования морских транспортных узлов**

На сегодняшний день между отдельными стивидорными компаниями, составляющими морской транспортный узел, между морскими отечественными узлами, а также между отечественными морскими узлами и иностранными портами существует достаточно жесткая конкуренция. Также имеет место факт укрупнения стивидорного бизнеса, что создает предпосылки для формирования единых операторов грузопотоками и услугами (в данном случае стивидорными),



и также предполагает возможность создания в ближайшем будущем единых операторов услуг по профессиональным направлениям, формирование конкурентной стратегии морских транспортных узлов должно происходить с учетом их функционирования в следующих условиях:

- 1) внутренней конкурентной среды (конкуренция между отдельными компаниями, составляющими морской транспортный узел);
- 2) внутриотраслевой и межотраслевой конкурентной среды (конкуренция между морскими отечественными узлами, а также между отечественными морскими транспортными узлами и иными видами транспорта);
- 3) международной конкуренции (конкуренция между отечественными морскими узлами и иностранными портами);
- 4) тенденций укрупнения бизнеса, что создает предпосылки для создания операторов по направлениям, обуславливая формирование деловых сетей и кластеров.

Также необходимо отметить, что особенности конкурентной среды морского узла оказывают существенное влияние на выбор концептуальных основ, а также форму сотрудничества, в рамках которой и происходит формирование его конкурентоспособности.

Несмотря на то, что конкурентоспособность морского транспортного узла формируется под воздействием разных условий и факторов, в результате проведенных исследований, можно сказать, что основой успешной реализации конкурентоспособности является синергетический эффект от партнерских отношений. Это обусловлено существующими сегодня тенденциями укрупнения стивидорного бизнеса, а также тем, что при всех возможных вариантах развития морского транспортного узла (как самостоятельного объединения или в рамках интегрирования с другими узлами на разных уровнях) базисом построения конкурентоспособности является именно межфирменное взаимодействие [2].

### **Критерии конкурентоспособности морских транспортных узлов, предъявляемые покупателями портовых услуг**

В качестве покупателей услуг в морских транспортных узлах выступают грузовладельцы и судовладельцы.

Основными критериями конкурентоспособности морских транспортных узлов грузовладельцы выделяют следующее:

- 1) Стоимость обслуживания судна;
- 2) Оплата погрузо-разгрузочных работ;
- 3) Время стоянки судна под грузовыми операциями.

При этом под качеством понимается не только сохранность груза (которая является основным критерием), но и общее время доставки груза, а также выполнение индивидуальных пожеланий (оформление и доставка счет-фактуры и иных документов, возврат НДС и так далее).

Судовладельцы же оценивают работу конкурентоспособных морских транспортных узлов по следующим критериям:

- 1) Стоимость обслуживания судна;
- 2) Оплата погрузо-разгрузочных работ;
- 3) Общее время стоянки судна (включая стоянку на рейде и у причала);
- 4) Качество оказываемых услуг.

Под качеством судовладельцы же понимают не только быстроту выполнения погрузо-разгрузочных операций и сохранность груза (во время перевалки), но и своевременное выполнение заказанных судном услуг при условии соблюдения всех пунктов, оговоренных контрактом [5].

Исходя из различных критериев для грузовладельцев и судовладельцев можно выделить критерии, в соответствии с которыми покупатели услуг оценивают конкурентоспособность морского транспортного узла:

- 1) Стоимость обслуживания судна (тарифы и сборы);



- 2) Оплата погрузо-разгрузочных работ;
- 3) Время стоянки судна, ценность оказываемых услуг.

### **Эволюция поколений развития морских транспортных узлов**

Морские транспортные узлы являются масштабными и сложно изменяемыми структурами, которых можно наблюдать постоянное совершенствование – модернизируется инфраструктура, повышаются стандарты предоставления услуг, идет поиск наиболее эффективных организационных моделей. В 1992 г. Конференция Организации Объединенных Наций по торговле и развитию (UNCTAD) предложили выделить отдельно процесс эволюции «поколений» портов. В зависимости от разнообразия, степени технологичности инфраструктуры, специализации и пропускной способности выделили четыре поколения развития морского транспортного узла.

Морской узел первого поколения – это организации, мощности которых, стратегия и деятельность сосредоточены на предоставлении основных услуг, то есть обработка грузов и судов, безопасность.

Морские узлы второго поколения анализируют тенденции мирового рынка и специализируются на создании или расширении терминалов по особым видам грузов, используя при этом новые методы и приемы управления, основанные на планировании и маркетинге. Порт становится не только грузообработывающим, но и сервисным центром.

Деятельность морских узлов третьего поколения направлена не только на обработку грузов и предоставление сопутствующих услуг. Их задача состоит в расширении спектра услуг, создания эффективной платформы для полноценной логистики. Такие предприятия укрепляют связи с городом и пользователями услуг, используют комплексную систему сбора и анализа информации, стараются налаживать партнерские взаимоотношения со всеми компаниями, работающими в порту.

Морские узлы четвертого поколения – это не одна структура, а комплекс (сеть) физически не связанных между собой портов, объединенных общим управлением или сотрудничеством с оператором. С другой стороны, такие узлы характеризуются расширением связей с другими видами транспорта, диверсификацией, интернационализацией и автоматизацией деятельности; они оптимально интегрированы в логистические цепочки и мировые цепи поставок. До четвертого поколения эволюционируют морские порты, специализирующиеся на контейнерных, ро-ро перевозках.

Также стоит отметить, что не каждый морской транспортный узел должен стремиться перейти в третье или четвертое поколение, не каждому это доступно в силу объективных условий. К тому же редко можно найти порт, который будет четко подходить под данную классификацию: обычно элементы предыдущих поколений присутствуют в более поздних, и наоборот. Что касается самого определения «порт четвертого поколения», то UNCTAD в основном ограничивается пространственной эволюцией, в то время как порты изменяются и в хозяйственном, и в социальном измерении.

Таким образом, конкурентоспособность и устойчивое развитие морского транспортного узла определяются не только эксплуатационными характеристиками, но и зависят от интеграции всех измерений. Учет пространственных тенденций позволит эффективнее организовать управленческую структуру порта, оптимизировать взаимоотношения с непосредственными партнерами логистической цепи, быстро реагировать на изменение рыночной среды, однако приводит к тому, что порт отдаляется от своего региона, их развитие идет не параллельно и не взаимообусловлено. Понимание социальных аспектов развития создает ответственность порта перед общественностью города (района), в котором он расположен, и заставляет обращать внимание и минимизировать негативные последствия своего присутствия на территории [2].

### **Принципы формирования конкурентоспособности морских транспортных узлов**

В качестве основных методологических принципов формирования конкурентоспособности



морских транспортных узлов можно выделить следующие:

- 1) принцип достижения Парето-улучшения (это такое перераспределение ресурсов, при котором благосостояние части экономических агентов повышается без понижения благосостояния другой части или когда повышается благосостояние всех экономических агентов и за счет достижения устойчивого конкурентного преимущества в том числе);
- 2) принцип детерминизма отношений, который присутствует в межфирменном взаимодействии и предполагает наличие и дальнейшее развитие отношений от дуальных до сетевых;
- 3) принцип маркетингового взаимодействия, предполагающий использование эффекта взаимосвязи сетевых партнерских отношений в маркетинговом аспекте и ориентированный на ценность взаимоотношений.

Также следует отметить, что успех конкурентоспособности также детерминируется смещением акцентов при построении партнерских отношений. В данном случае речь идет о переходе от простых отношений к сетевым, то есть отношениям взаимодействующих между собой компаний, образующих деловую сеть на основе маркетинга взаимодействия.

Отличие партнерских отношений от сетевых партнерских отношений состоит в том, что первые объясняют необходимость формирования межфирменного сотрудничества с позиции получения выгоды от грамотного использования ресурсов, в то время как последние акцентируют внимание на ценности взаимоотношений, что и является залогом получения партнерами дополнительных конкурентных преимуществ [1].

### **Заключение**

В настоящее время существует серьезная проблема низкой конкурентоспособности отечественных морских транспортных узлов вследствие их недостаточной пропускной способности, а также по ряду других причин (высокие портовые сборы и тарифы на услуги, географические особенности расположения узла, ценность оказываемых услуг), что актуализирует формирование конкурентной стратегии морского узла.

Вследствие отраслевых особенностей функционирования морского транспортного узла некоторые критерии (стоимость судозахода и погрузо-разгрузочных работ в части тарифов и портовых сборов) в определенной степени находятся в компетенции государства (особенно портовые сборы). В связи с этим формирование конкурентоспособности морской транспортный узел должен быть ориентирован на снижение внутриотраслевых различий, то есть сокращения стояночного времени судна (что повысит пропускную способность узла), а также повышение ценности оказываемых услуг (критерии, которые полностью подконтрольны участкам узла).

Учитывая зависимость конкурентоспособности морского транспортного узла от взаимодействия составляющих элементов, конкурентная стратегия должна формироваться на основании концепции маркетинга взаимодействия, которая акцентирует внимание на получении дополнительных конкурентных преимуществ через управление партнерскими отношениями.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. *Ботнарюк, М.В.* Теоретические предпосылки и условия формирования конкурентной стратегии МТУ. /М.В. Ботнарюк. //Вестник транспорта Поволжья. – 2012. – №1. – С. 15-22.
2. *Демьянченко А.Г.* Функции и модели управления современным портом. /А.Г. Демьянченко. //Экономика промышленности. – 2012. - №3-4. – С.258-267.
3. *Смирнов Г.* Состояние морских транспортных узлов [Электронный ресурс] // uikc.ru: аудиторская-консалтинговая группа. 2014. 20 марта. – URL: <https://uikc.ru/articles/sostoyanie-morskih-transportnyh-uzlov> (дата обращения 15.02.2021).
4. *Ботнарюк М.В.* Критерии конкурентоспособности морского транспортного узла в



контексте специфики его деятельности и взаимоотношений с покупателями услуг. /М.В.Бонтарюк. //Современная концепция. – 2013. - №3. – С.120-128.

5. *Бонтарюк М.В.* К вопросу повышения конкурентоспособности морского транспортного узла в современных условиях. /М.В. Бонтарюк. // Современная концепция. – 2011. - №3. – С.32-43.

### **ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ**

**Акунец Екатерина Игоревна –**

Студент кафедры системного анализа и логистики

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»

190000, Россия, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А

E-mail: kat-akunec@yandex.ru

### **INFORMATION ABOUT THE AUTHOR**

**Akunets Ekaterina Igorevna –**

student of the system analysis and logistics department

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

SUAI, 67, Bolshaya Morskaya str., Saint-Petersburg, 190000, Russia

E-mail: kat-akunec@yandex.ru