

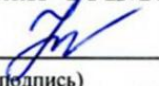
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»



**СПКБ «Морские инженерные технологии»**

СОГЛАСОВАНО


Декан ФАМТ

  
(подпись) О.А. Красильникова

«23» 05 2022 г.

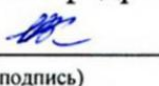
УТВЕРЖДАЮ

Начальник отдела ОНиПКРС

  
(подпись) В.В. Солецкий

«14» 06 2022 г.

Зав. кафедрой КС

  
(подпись) И.В. Каменских

«23» 05 2022 г.

**ПРОЕКТ**


«ТРИЗ-эволюционный анализ развития морских  
контейнеровозов»

Руководитель СКБ МИТ

  
подпись, дата

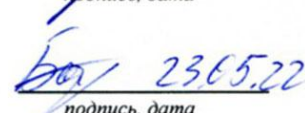
А.Д. Бурменский

Научный руководитель

  
подпись, дата

А.Д. Бурменский

Ответственный исполнитель

  
подпись, дата

И.М. Боярчук



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»



*СПКБ «Морские инженерные технологии»*

### **ЗАДАНИЕ на разработку**

Выдано студенту: Боярчуку И.М., гр. 8КСб-1

Название проекта: ТРИЗ-эволюционный анализ развития морских контейнеровозов

Назначение: Разработка на основе результатов анализа новых проектных решений в области архитектурно-конструктивных особенностей контейнеровозов

Область использования: В учебном процессе для направления подготовки 26.03.02 и 26.04.02 «Кораблестроение, океанотехника и системотехника морской инфраструктуры» и в практике разработки математических моделей проектирования современных контейнеровозов

Функциональное описание: Анализ развития контейнеровозов как сложной технической системы на основе системного подхода и ТРИЗ-эволюционного метода.

Объект исследования: Морские транспортные суда, предназначенные для транспортировки контейнеров международного стандарта

Требования: Анализ развития морских контейнеровозов должен быть основан на морфологическом анализе научно-технической информации и проведению патентного поиска. В результате анализа должна быть разработана ТРИЗ-эволюционная карта развития морских контейнеровозов. Рекомендуется на основе анализа развития контейнеровозов предложить

новые технические решения в области судовой архитектуры контейнеровозов

По результатам проекта должен быть подготовлен доклад на первый этап международной научной ТРИЗ конференцию студентов и аспирантов.

План работ:

Наименование работ	Срок
<i>Поиск и анализ научно-технической информации</i>	<i>Ноябрь - Декабрь, 2021</i>
<i>Проведение патентного поиска</i>	<i>Январь-Февраль, 2022</i>
<i>Подготовка доклада на конференцию</i>	<i>Март, 2022</i>
<i>Подготовка заявки на изобретение</i>	<i>Апрель, 2022</i>
<i>Оформление отчета, презентации, защита проекта</i>	<i>Май, 2022</i>

Комментарии:

Пояснительная записка к проекту выполняется по требованиям РД 013-2016 с изм. 4.

Перечень отчетной документации:

- отчет по ТРИЗ-эволюционному анализу
- подготовленная заявка на изобретение
- презентация проекта

Руководитель проекта

Handwritten signature in blue ink and the date 24.11.2021.

А.Д. Бурменский

(подпись, дата)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»



*СПКБ «Морские инженерные технологии»*

## ПАСПОРТ ПРОЕКТА

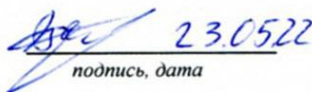
«ТРИЗ-эволюционный анализ развития морских контейнеровозов»

Научный руководитель

  
подпись, дата

А.Д. Бурменский

Ответственный исполнитель

  
подпись, дата

И.М. Боярчук

## Содержание

Введение.....	3
1 Контейнеровоз, как сложная техническая система .....	6
2 Анализ направлений развития отечественного контейнерного флота .....	8
3 ТРИЗ-эволюционный подход, как инструмент системного анализа.....	10
4 Анализ эволюционного развития контейнеровозов .....	12
4.1 Исходное состояние системы .....	12
4.2 От танкера к сухогрузу .....	13
4.3 От «найтово» к ячейкам.....	15
4.4 От трюмов к ячеистым грузовым пространствам (bay) .....	16
4.5 Безлюковый контейнеровоз .....	18
4.6 Борьба за энергетическую эффективность .....	21
4.7 Современный уровень развития и новые противоречия.....	22
4.8 От монокорпуса к аутригерам. Пути решения.....	24
4.8.1 Стационарные аутригеры .....	24
4.8.2 Кормой назад .....	26
4.8.3 «Настраиваемые» аутригеры .....	27
5 Перспективные проектные концепции контейнеровозов для отечественного флота .....	29
Заключение .....	30
Список использованных источников .....	31

## Введение

**Актуальность темы.** Изменение структуры грузопотоков, которое наблюдается с 90-х годов XX века, наложило отпечаток и на рынок отечественных морских контейнерных перевозок.

За счёт уменьшения объёмов отечественного экспорта, вследствие распада СССР и снижения промышленного производства в России, отечественным флотом был потерян ряд позиций в системе международных контейнерных перевозок. По сути дела, только Дальневосточному морскому пароходству удалось удержать региональный рынок перевозок за счёт пополнения своего флота рядом современных фидерных контейнеровозов.

В Балтийском и Черноморско-Средиземном регионе отечественный флот практически полностью потерял свои позиции. Большинство контейнерных линий в данных регионах стали обслуживать зарубежные судоходные компании или зарегистрированные в оффшорах, что исключило пополнения бюджета страны за оказания транспортных услуг.

Рост экономики стран Азиатско-Тихоокеанского региона привёл к существенному росту магистральных перевозок между этими странами и странами Европы. Для увеличения скорости транспортировки грузов из Китая в Европу и обратно, компании Китая стали искать новые пути, в том числе и транзитные через территорию России. При этом важную роль стали играть конечные морские плечи транзитных линий на Балтийском и Чёрном море. И рост транзита грузов через Россию будет продолжаться, что потребует роста морских перевозок контейнеров из портов России. Поэтому очень важно для отечественного флота вернуться на этот рынок и увеличить своё присутствие.

Однако для этого нужны не просто современные контейнеровозы, а суда новых концепций, которые обладали бы большей экономичностью, чем флот конкурирующих компаний.

					<i>СПКБ МИТ 2021 06</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		3

**Цели и задачи научного исследования.** Главной целью представленного научного исследования является разработка технической концепции архитектурно-конструктивного типа фидерного контейнеровоза для отечественного флота, обладающего повышенными параметрами эксплуатационной эффективности.

Для этого необходимо выполнить следующие задачи:

– провести анализ современного состояния отечественного флота с целью определения перспективного типа контейнеровоза по диапазону контейнеровместимости;

– провести морфологический анализ современного контейнеровоза, как сложной технической системы с целью выделения главной подсистемы, однозначно характеризующей контейнеровоз, как отдельный самостоятельный тип судна;

– провести ТРИЗ-эволюционный анализ развития контейнеровозов с точки зрения разрешения технических противоречий в процессе развития архитектурно-конструктивных особенностей контейнеровоза инструментами теории решения изобретательских задач;

– определить современный уровень развития контейнеровозов, как класса судов;

– сформировать технические противоречия, которые препятствуют развитию контейнеровозов, как класса судов на современном уровне развития;

– с использованием приёмов ТРИЗ предложить технические решения по разрешению данных противоречий в виде концептуальных проектов.

**Объектом исследования** является классический ячеистый контейнеровоз.

**Методы исследования.** Для решения поставленных задач и достижения намеченной цели в качестве инструмента системного анализа объекта исследования использовался ТРИЗ-эволюционный подход и приемы теории решения изобретательских задач.

					<i>СПКБ МИТ 2021 06</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		4



**Научная новизна исследования.** Научная новизна исследования заключается в следующем:

– впервые использованы принципы ТРИЗ-эволюционного подхода для анализа такой сложной системы, как транспортное судно, а именно контейнеровоз;

– в процессе анализа развития класса судов «контейнеровоз» были выявлены технические противоречия в процессе эволюции его архитектурно-конструктивного типа и методы их разрешения инструментами теории изобретательских задач;

– на основе проведённого анализа было разработано две проектных концепции развития фидерных контейнеровозов;

– дополнительным результатом было предложено решение проблемы биологического заражения вод мирового океана за счёт частичного обеспечения безбалластного режима эксплуатации перспективных фидерных контейнеровозов.

					<i>СПКБ МИТ 2021 06</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		5

## 1 Контейнеровоз, как сложная техническая система

В различных источниках приведены следующие определения исследуемой базовой технической системы.

Контейнеровоз – это грузовое судно, предназначенное для перевозки только грузовых контейнеров, трюмы которого разделены на ячейки, образованные специальными вертикальными балками – направляющими по габаритным размерам грузовых контейнеров [1].

Контейнеровоз – грузовое судно, предназначенное для перевозки грузов в контейнерах, которые размещаются в трюме и на палубе в специальных секциях. Это суда с большим процентом раскрытия палубы, благодаря чему отпадает необходимость в штивке – работе по горизонтальному перемещению контейнеров в трюмах при погрузке и выгрузке. Кроме того, в трюмах контейнеровозов устанавливают вертикальные жесткие направляющие, придающие трюмам ячеистую конструкцию. Это обеспечивает эффективную установку контейнеров [2].

Контейнерное судно (контейнеровоз) – специализированное сухогрузное судно для перевозки грузов в унифицированных единицах – крупнотоннажных контейнерах международного стандарта ISO различного назначения и типоразмера [3].

С точки зрения системного подхода, контейнеровоз как современное водоизмещающее транспортное судно – это большая сложная эргономическая система, функционирующая для достижения поставленной цели на границе раздела водной и воздушной сред (рисунок 1). «Сложность» системы проявляется в опосредованном и нелинейном влиянии друг на друга ее компонентов, вероятностном характере взаимодействия системы с внешней средой, в отсутствии прямой зависимости качеств системы от качеств ее компонентов. «Большой» целесообразно назвать систему, содержащую более 30 взаимодействующих однородных и (или) разнородных элементов, которые могут быть объединены в подсистемы, агрегаты, механизмы и т. д. [4].

					СПКБ МИТ 2021 06	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6



Рисунок 1 – Современный ячеистый контейнеровоз

К основным подсистемам (основным объединениям элементов) контейнеровоза можно отнести:

- несущую и формообразующую платформу «Корпус и надстройки», которая представляет собой совокупность корпусных конструкций, обеспечивающую конструктивную целостность системы «Корабль» и формирующую объемы и площади для размещения других подсистем;
- подсистемы, обеспечивающие эксплуатацию несущей платформы в заданных условиях внешней среды (движение, маневрирование, стабилизация, управление и т. д.);
- целевую подсистему, обеспечивающую достижение целей, стоящих перед контейнеровозом (подсистема транспортировки грузов).

Именно целевая подсистема и подсистема «Корпус» в первую очередь определяют архитектурно-конструктивные особенности контейнеровоза, как отдельного класса транспортных судов.

## 2 Анализ направлений развития отечественного контейнерного флота

Изменение структуры грузопотоков, которое наблюдается с 90-х годов XX века, наложило отпечаток и на рынок отечественных морских контейнерных перевозок.

За счёт уменьшения объектов отечественного экспорта, вследствие распада СССР и снижения промышленного производства в России, отечественным флотом был потерян ряд позиций в системе международных контейнерных перевозок. По сути дела, только Дальневосточному морскому пароходству удалось удержать региональный рынок перевозок за счёт пополнения своего флота рядом современных фидерных контейнеровозов [5].

В Балтийском и Черноморско-Средиземном регионе отечественный флот практически полностью потерял свои позиции. Большинство контейнерных линий в данных регионах стали обслуживать зарубежные судоходные компании или отечественные компании, зарегистрированные в оффшорах, что исключает пополнение бюджета страны с доходов, получаемых за оказание транспортных услуг.

Рост экономики стран Азиатско-Тихоокеанского региона привёл к существенному росту магистральных перевозок между этими странами и странами Европы. Для увеличения скорости транспортировки грузов из Китая в Европу и обратно, компании Китая стали искать новые пути, в том числе и транзитные через территорию России. При этом важную роль стали играть конечные морские плечи транзитных линий на Балтийском и Чёрном море. И рост транзита грузов через Россию будет продолжаться, что потребует роста морских перевозок контейнеров из портов России. Поэтому очень важно для отечественного флота вернуться на этот рынок и увеличить своё присутствие.

					СПКБ МИТ 2021 06	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

С учётом географических особенностей и характеристик грузооборота контейнеров в портах России можно сделать вывод, что для отечественного флота контейнеровозов характерна вместимость до 3000 TEU, что соответствует контейнеровместимости современных классов контейнеровозов Handysize и Feeder.

Так как отечественные судоходные компании ориентированы на обслуживание в основном местных, региональных и фидерных линий, то повышение эффективности их контейнеровозного флота на данных линиях за счёт принципа «масштабного эффекта» невозможно.

Другим возможным путём повышения эффективности является разработка проектов современных контейнеровозов новых конструктивных концепций.

					<i>СПКБ МИТ 2021 06</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		9

### 3 ТРИЗ-эволюционный подход, как инструмент системного анализа

Разработка сложных технических систем, должна быть основана на принципах системного подхода и для достижения цели должны быть последовательно решены следующие группы задач теории систем [4]:

I. Описание системных объектов, их структуры (функционирования, строения, организации, развития);

II. Анализ системы на основании полученного описания;

III. Синтез системы.

При этом описание технической системы должно проводиться во всех аспектах системного подхода [6]:

– *элементном*, отвечающем на вопрос, из чего, каких компонентов образована система;

– *структурном*, раскрывающем внутреннюю организацию системы, способ взаимодействия образующих ее компонентов;

– *функциональном*, показывающем, какие функции выполняет система и образующие ее компоненты;

– *коммуникационном*, раскрывающем взаимосвязь рассматриваемой системы с системой более высокого уровня (надсистемой), а также с системами, образующими для нее внешнюю среду;

– *интегративном*, показывающем механизмы, факторы сохранения, совершенствования и развития системы;

– *историческом*, изучающем обстоятельства возникновения системы, этапы ее развития и исторические перспективы.

Одним из эффективных методов исследования технических систем является использование инструментов ТРИЗ.

ТРИЗ (теория решения изобретательских задач) – область знаний, исследующая механизмы развития технических систем с целью создания практических методов решения изобретательских задач [7].

										Лист
										10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	СПКБ МИТ 2021 06					

Благодаря своей высокой эффективности и универсальности, ТРИЗ получила международное признание, успешно применяется и развивается во многих областях деятельности человека, прежде всего, в промышленном производстве, науке и образовании.

Согласно ТРИЗ, в развитии технических систем происходит чередование этапов количественного роста и качественных скачков. В процессе количественного роста в результате неравномерного развития характеристик технической системы проявляются противоречия. Противоречие – это проявление несоответствия между разными требованиями, предъявляемыми к системе, и ограничениями, налагаемыми на нее [8].

Для анализа технической системы можно воспользоваться методом анализа решения противоречий в процессе ее развития. Для этого предназначен такой инструмент ТРИЗ, как ТРИЗ-эволюционный подход.

В целом, процесс исследования ТРИЗ-эволюции состоит из [9]:

- описания исходного объекта;
- выявления противоречий у выбранного объекта;
- определения инструментов ТРИЗ, позволяющих разрешить выявленные противоречия;
- описания последующих объектов, в которых разрешены отдельные противоречия;
- и так далее для всех наиболее значимых объектов исследуемой области;
- построения и анализа ТРИЗ эволюционной карты.

## 4 Анализ эволюционного развития контейнеровозов

Рассмотрим основные этапы формирования облика современного контейнеровоза с точки зрения ТРИЗ-эволюционного подхода.

### 4.1 Исходное состояние системы

После второй мировой войны в США начали развиваться автомобильные перевозки грузов с помощью крупнотоннажных трейлеров (многоосный колёсный прицеп). В 1956 году компания Sea-Land внедрила в практику мультимодальные перевозки. Суть этих перевозок заключалось в том, что грузовая часть трейлера, отделенная от колесной платформы (в виде контейнера) могла перевозиться другими видами транспорта до заданного перегрузочного узла, а затем обратно погруженная на грузовую платформу доставлялась до склада получателя. Так по сути была сформирована схема перевозок «от двери, до двери». Компания Sea-Land обеспечивала перевозку данных контейнеров морем между портами восточного побережья страны. Так как эти контейнеры имели большие габаритные размеры, то они не могли быть загружены в трюмы сухогрузных транспортных судов того времени из-за малого просвета грузовых люков. Поэтому в качестве морского носителя контейнеров был выбран танкер «Ideal X» поверх грузовых насосов на грузовой палубе были смонтированы грузовые платформы в носу и корме от надстройки с ходовой рубкой (рисунок 2). Это позволило загружать на первый контейнеровоз 58 контейнеров в два яруса. В первый свой рейс из Нью-Йорка в Хьюстон «Ideal X» отправился 26 апреля 1956 года [10].

					СПКБ МИТ 2021 06	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12



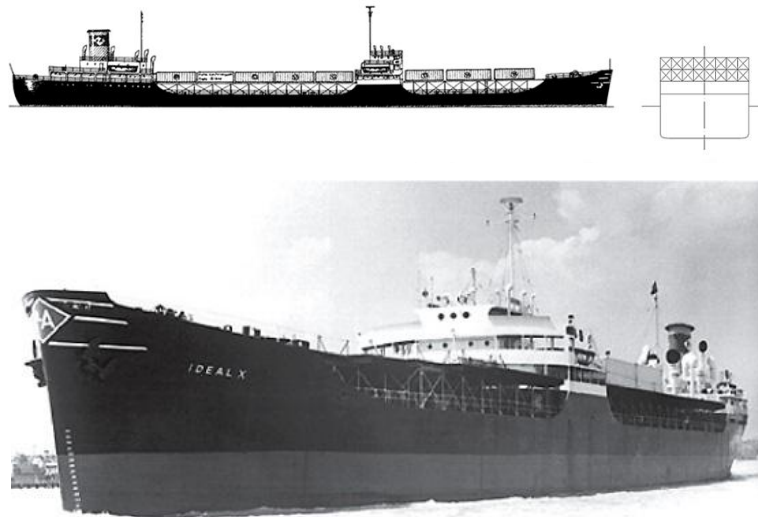


Рисунок 2 – Контейнеровоз «Ideal X»

#### 4.2 От танкера к сухогрузу

При транспортировке контейнеров на палубе танкеров внутреннее грузовое напольное использовалось.

Так как контейнеры имели большие габаритные размеры, то ими нельзя было полностью заполнить трюмы сухогрузных транспортных судов того времени из-за малого просвета грузовых люков.

ИКР: Просвет грузового люка обеспечивает максимальную загрузку контейнерами внутреннего грузового пространства при вертикальной грузообработке.

ТП<sub>1</sub>: при обеспечении широкого раскрытия палубы уменьшается общая прочность корпуса.

Параметры:

ГП<sub>1</sub> – ширина люка;

ГП<sub>2</sub> – контейнеровместимость;

ГП<sub>3</sub> – общая прочность.

Для решения данного противоречия воспользуемся принципом **местного качества**.

					СПКБ МИТ 2021 06	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Принцип местного качества – перейти от однородной структуры объекта к неоднородной [11]. Первый этап ТРИЗ-эволюции контейнеровозов представлен на рисунке 3.

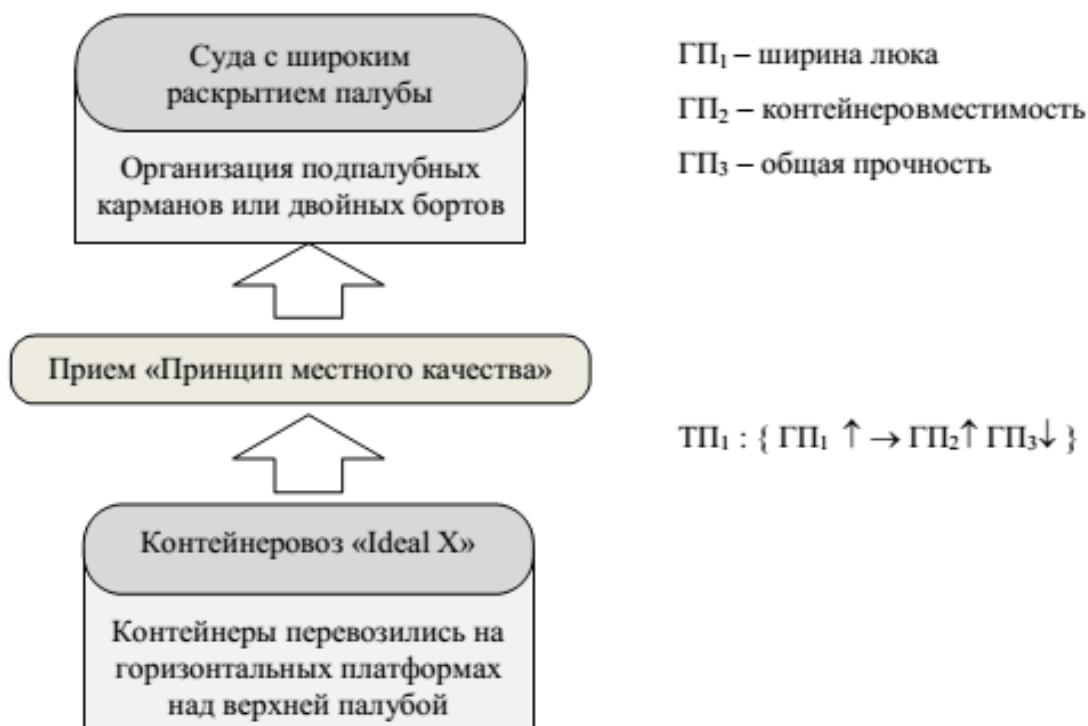


Рисунок 3 – Первый этап ТРИЗ-эволюции

После применения данного приёма на судах стали организовывать подпалубные карманы или двойные борта с подпалубными платформами, которые обеспечивали требуемый момент сопротивления палубы и соответственно общую прочность (рисунок 4)..

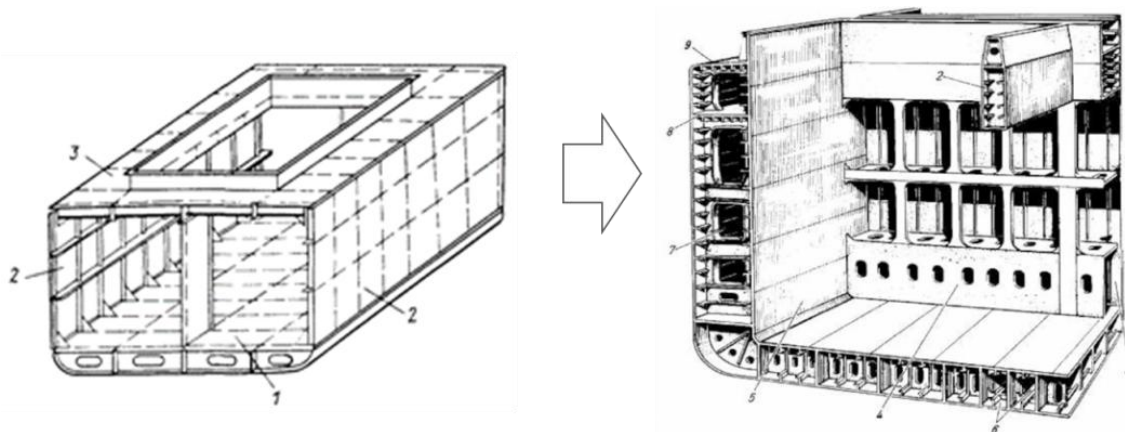


Рисунок 4 – Переход к судам с широким раскрытием палубы

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

### 4.3 От «найтовов» к ячейкам

Увеличение количества контейнеров требовало большее количество элементов их раскрепления, что существенно увеличивало время грузовых операций в порту и соответственно стояночное время.

ИКР: При погрузке контейнеров в грузовой отсек (трюм, твиндек) не требуется проведения найтовочных работ.

ТП<sub>2</sub>: при увеличении контейнеровместимости увеличивается время дополнительных грузовых операций по раскреплению груза.

Параметры:

ГП<sub>2</sub> – контейнеровместимость;

ГП<sub>4</sub> – время дополнительных грузовых операций.

Для решения данного противоречия воспользуемся принципом универсальности.

Принцип универсальности – объект выполняет несколько разных функций, благодаря чему отпадает необходимость в других объектах [11].

После применения данного приёма в трюмах стали устанавливать ячеистые конструкции, которые ограничивали смещения штабеля контейнеров (рисунок 5). Дополнительно ячеистые конструкции служили направляющими для загрузки контейнеров в ячейку. Единственным элементом крепления для трюмных контейнеров оставались замки, которые фиксировали контейнеры в отдельном штабеле между собой. Но и эти элементы крепления устанавливались на контейнеры на берегу перед их погрузкой. Второй этап ТРИЗ-эволюции контейнеровозов представлен на рисунке 6.

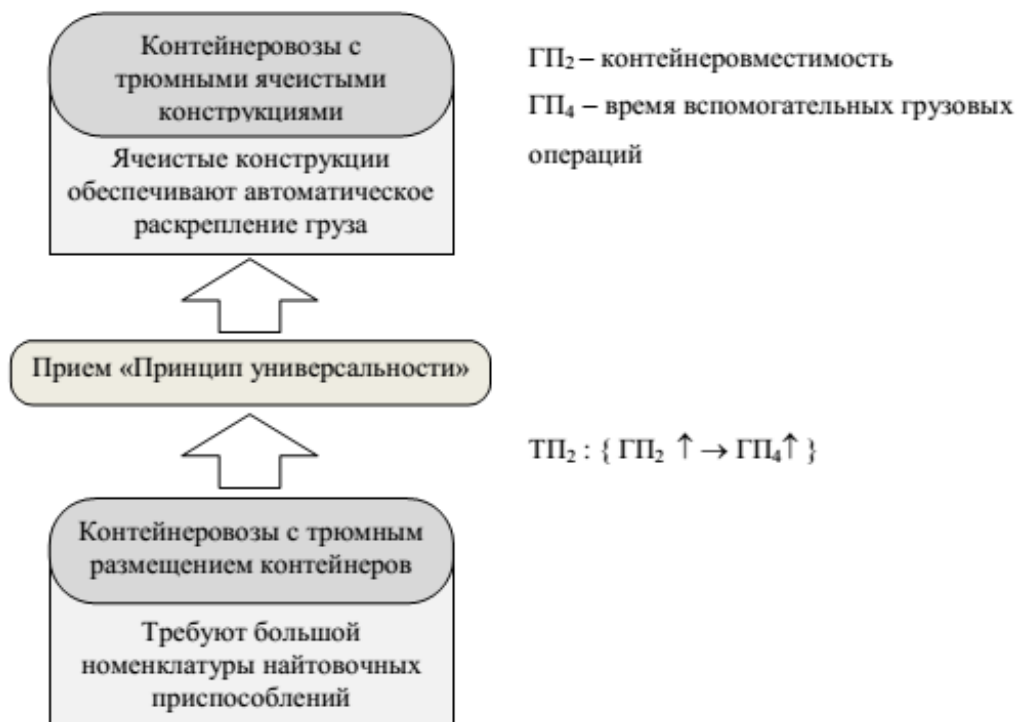


Рисунок 5 – Второй этап ТРИЗ-эволюции

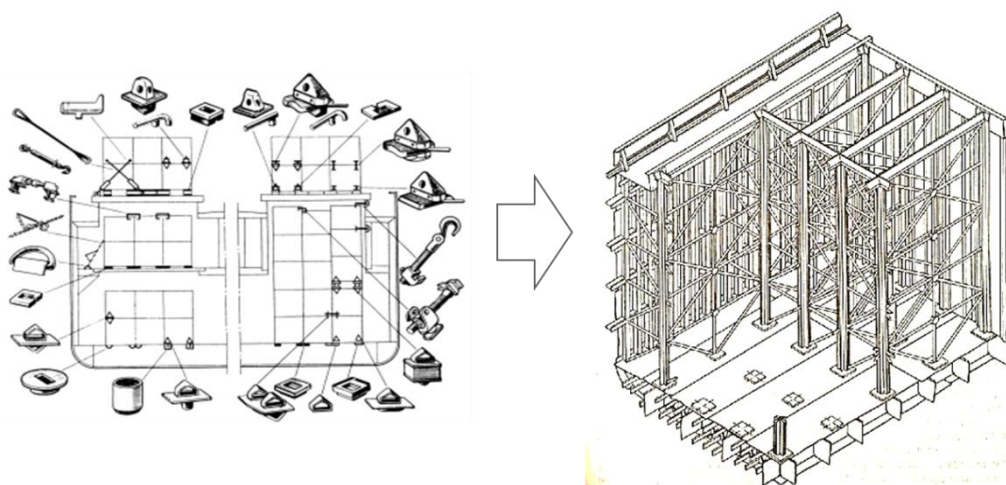


Рисунок 6 – Переход к ячеистым направляющим

#### 4.4 От трюмов к ячеистым грузовым пространствам (bay)

Для дальнейшего увеличения контейнеровместимости судов необходимо увеличивать их размеры. При этом автоматически увеличивается ширина люка, что приводит к увеличению массы люкового закрытия для увеличения его прочности с целью обеспечения заданной ярусности штабеля контейнеров перевозимых на палубе. Кроме того, повышенная масса лю-

ковых закрытий снижает количество контейнеров по грузоподъемности и ухудшает параметры устойчивости судна.

ИКР: Конструкция крышек люковых закрытий должны обеспечивать максимально возможную ярусность штабеля «палубных» контейнеров при ее минимальной массе.

ТП<sub>3</sub>: при увеличении ширины судна увеличивается линейный размер сегмента крышки люкового закрытия, что приводит к увеличению массы сегмента для обеспечения эквивалентной прочности с целью восприятия нагрузки от максимальной ярусности контейнеров, перевозимых на люковых крышках.

Параметры:

ГП<sub>2</sub> – контейнеровместимость;

ГП<sub>5</sub> – ширина судна;

ГП<sub>6</sub> – масса люкового закрытия.

Для решения данного противоречия воспользуемся принципами дробления и принцип перехода в другое измерение.

Принцип «наоборот» – поменять ориентацию объекта в пространстве.

Принцип дробления – разделить объект на независимые части.



Рисунок 7 – Третий этап ТРИЗ-эволюции

После применения данного приёма грузовые трюмы стали делиться рамными конструкциями на секции (bay) кратные размеру 40-футового контейнера. Ориентация сегментов люковых закрытий поменялась с поперечной на продольную с уменьшением их длины. Это позволило обеспечить максимальную ярусность «палубного» штабеля в 9-10 контейнеров, перейти к унифицированным размерам и конструкции элементов люковых закрытий (рисунок 7). Третий этап ТРИЗ-эволюции контейнеровозов представлен на рисунке 8.

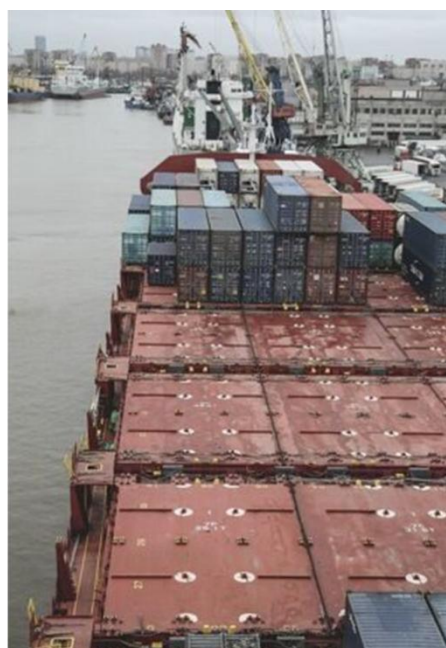
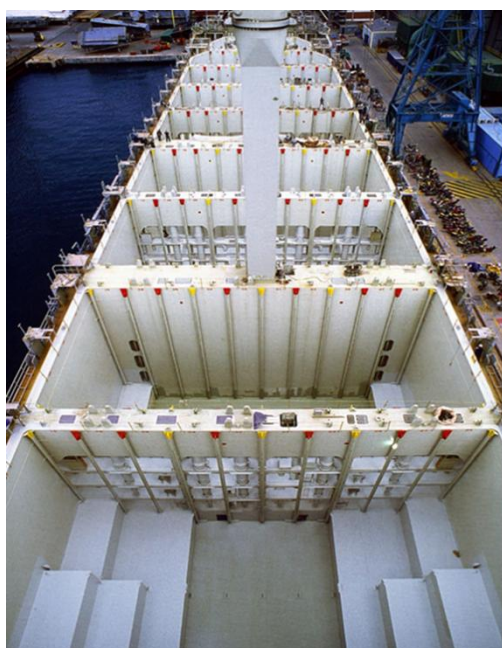


Рисунок 8 – Переход к ячеистым грузовым конструкциям

#### 4.5 Безлюковый контейнеровоз

Отдельным этапом в развитии контейнеровозов являлось внедрением палубных ячеистых конструкций и легких ячеистых люковых закрытий.

Предложение установить на палубе конструкции, несущие вертикальные направляющие палубных контейнерных ячеек, высказывалось еще при первых транспортировках контейнеров на открытой палубе, но их внедрению препятствовало то, что загроможденность палубы конструкциями, на которые опирались направляющие, затрудняла процесс погрузки в трюмные





Рисунок 10 – Четвертый этап ТРИЗ-эволюции

Принцип вынесения – отделить от объекта мешающую часть [13]. Четвертый этап ТРИЗ-эволюции контейнеровозов представлен на рисунке 10.

Первым классическим безлюковым контейнеровозом считается “Bell Pioneer”, сданный заказчику, компании “Bell Lines” в августе 1990 года (рисунок 11).

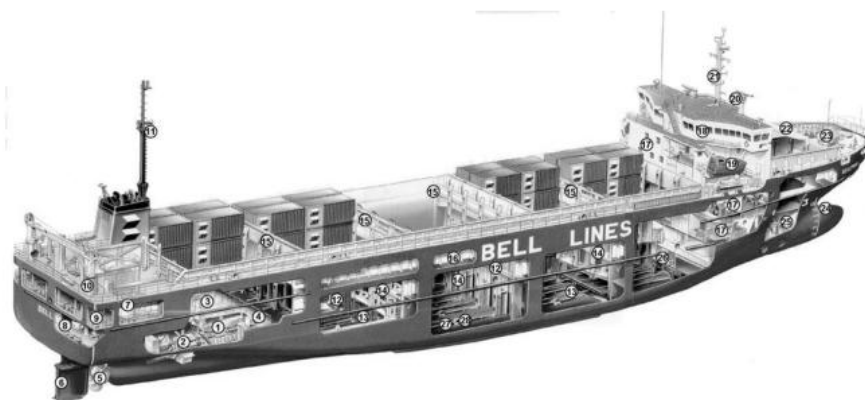


Рисунок 11 – Контейнеровоз «Bell Pioneer»

Начиная с 1990 года по 2010 год всего было построено 104 безлюковых контейнеровозов 12-ти проектов. Хотя определенные экономические обстоятельства не способствовали широкому развитию безлюковых контейнеровозов, они нашли свою нишу в фидерном секторе перевозок. Следует отметить, что открытые контейнеровозы частые гости портов России, но в составе флота отечественных компаний их пока нет. [14].



## 4.6 Борьба за энергетическую эффективность

В связи с увеличением мирового грузооборота и увеличением протяженности грузовых линий встала проблема ценности груза, конкуренции и снижения затрат. Таким образом, возникла необходимость увеличения скорости судна при тех же энергетических затратах. Это можно было решить только за счет снижения полноты и увеличения заострения корпуса.

ИКР: Снижение значения общей полноты корпуса без снижения общей контейнеровместимости.

ТП<sub>5</sub>: уменьшение значения общей полноты корпуса приводит к снижению вместимости грузовых трюмов и увеличению доли «палубных» контейнеров, что в свою очередь приводит к снижению остойчивости в связи с увеличением общего центра тяжести судна.

Параметры:

ГП<sub>2</sub> – контейнеровместимость;

ГП<sub>7</sub> – общая полнота;

ГП<sub>8</sub> – остойчивость.

Для решения данного противоречия воспользуемся принципом асимметрии.

Принцип асимметрии – увеличить асимметричность объекта.

В результате применения данного приёма снижение значения общей полноты провели за счет увеличения максимального заострения формы корпуса в районе днища и увеличения полноты на уровне ватерлинии в районе центральной части и кормы. В результате значение центра величины и метацентрического радиуса увеличилось, что частично компенсировало повышение значения центра тяжести. Пятый этап ТРИЗ-эволюции контейнеровозов представлен на рисунке 12.

					СПКБ МИТ 2021 06	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

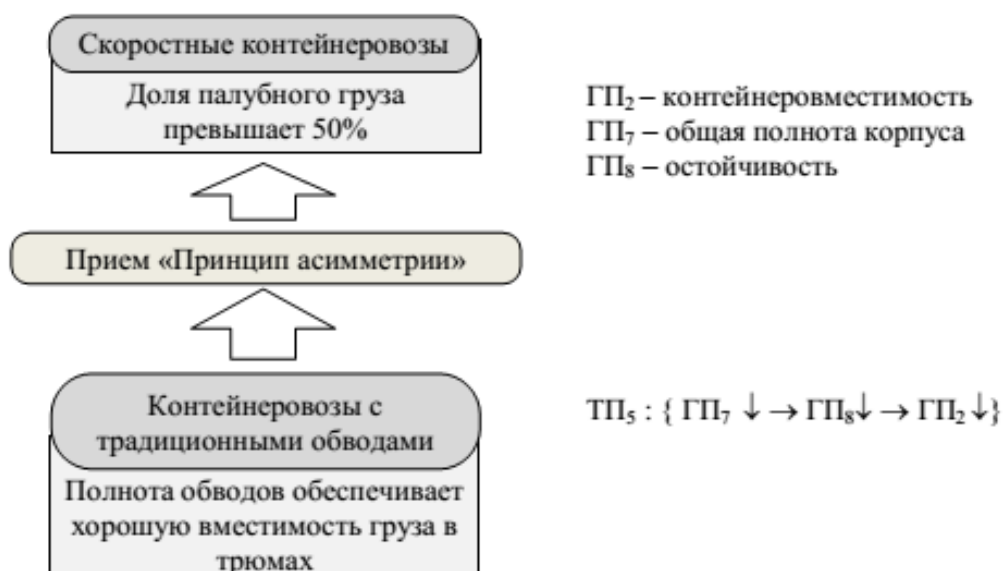


Рисунок 12 – Пятый этап ТРИЗ-эволюции

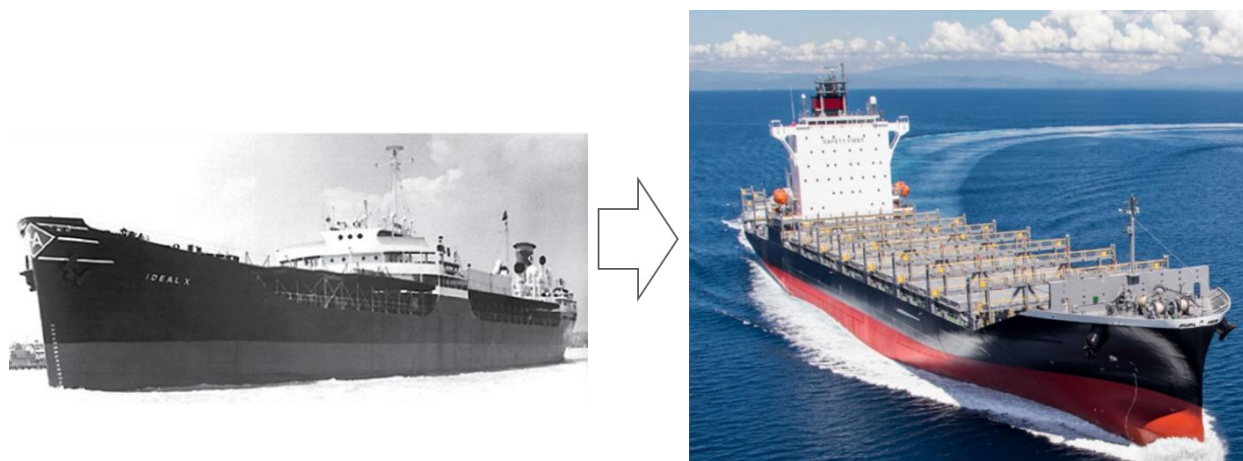


Рисунок 13 – Переход к скоростным контейнеровозам

#### 4.7 Современный уровень развития и новые противоречия

За более чем 65-ти летнюю историю своей эволюции вместимость контейнеровозов выросла от 58 до 24000 контейнеров. Однако независимо от своих размеров они практически не изменились по своему архитектурно-конструктивному типу. Ну за исключением расположения надстройки с ходовой рубкой (рисунок 14).



## 4.8 От монокорпуса к аутригерам. Пути решения

В данном подразделе рассмотрены варианты реализации проектных концепций контейнеровозов с аутригерами

### 4.8.1 Стационарные аутригеры

Контейнеры являются легким грузом, и большая часть из них размещается на палубе. При этом больше 30 % из них перевозятся пустые. Для компенсации остойчивости и понижения ЦТ принимается балласт, который составляет 1/3 полезной грузоподъемности. Однако сброс балласта существенно загрязняет окружающую среду.

ИКР: перевозка контейнеров без приема балласта.

ТП<sub>1</sub>: избавление от балласта приводит к увеличению аппликаты ЦТ судна, вследствие чего снижается его остойчивость.

Параметры:

ГП<sub>5</sub> – ширина судна;

ГП<sub>8</sub> – остойчивость.

Для решения данного противоречия воспользуемся принципом посредника.

Принцип посредника – использовать промежуточный объект, переносящий или передающий действие.

Результатом является контейнеровоз с аутригерами.

					СПКБ МИТ 2021 06	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

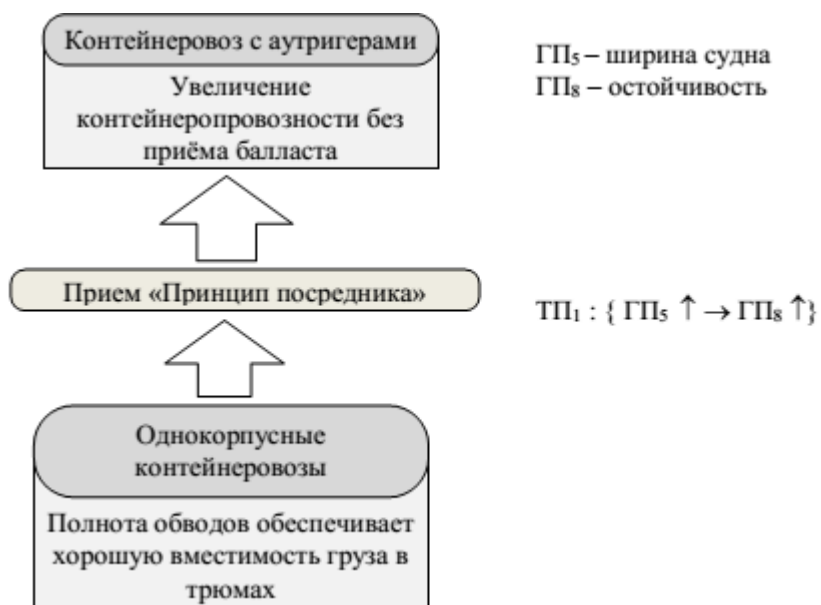


Рисунок 15 – Шестой этап ТРИЗ-эволюции развития контейнеровозов

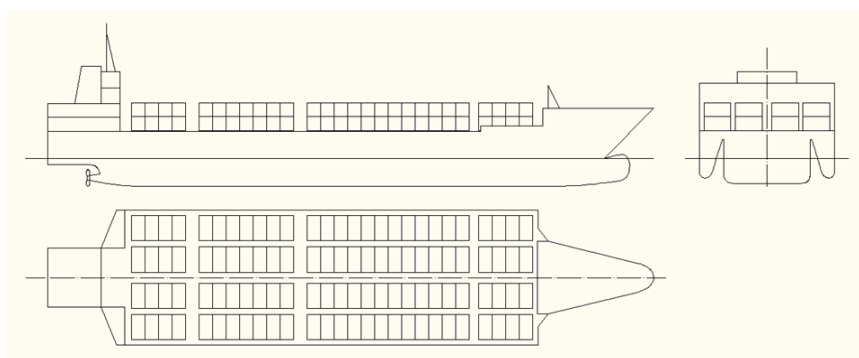


Рисунок 16 – Концепция контейнеровоза со стационарными ауригерами

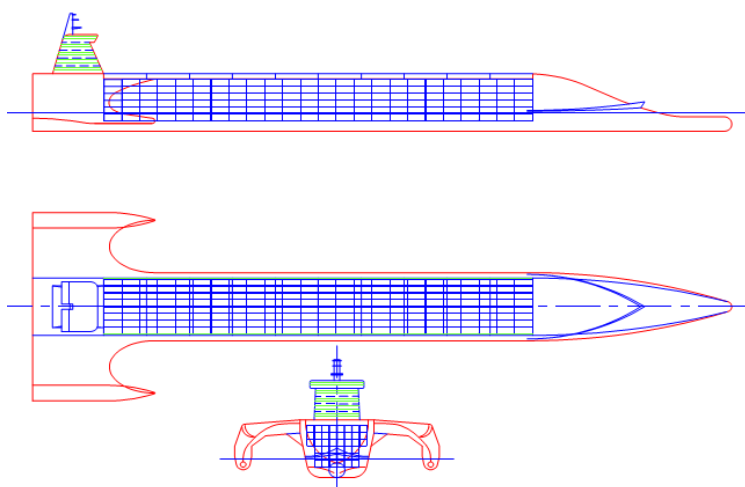


Рисунок 17 – Концепция безлюкового контейнеровоза компании «NG»

#### 4.8.2 Кормой назад

Применение аутригеров приводит к увеличению ширины судна, что усложняет грузовые операции в порту.

ИКР: удобство и простота грузовых операций для контейнеровоза с аутригерами.

ТП<sub>2</sub>: усложнение грузовых операций в порту.

Параметры:

ГП<sub>5</sub> – ширина судна;

ГП<sub>9</sub> – удобство грузовых операций.

Для решения данного противоречия воспользуемся принципом перехода в другое измерение.

Принцип «наоборот» – поменять ориентацию объекта в пространстве.

Таким образом, контейнеровоз швартуется кормой к пирсу. При этом может разгружаться как портовым оборудованием, так и собственным перегрузочными устройствами.



Рисунок 18 – Седьмой этап ТРИЗ-эволюции

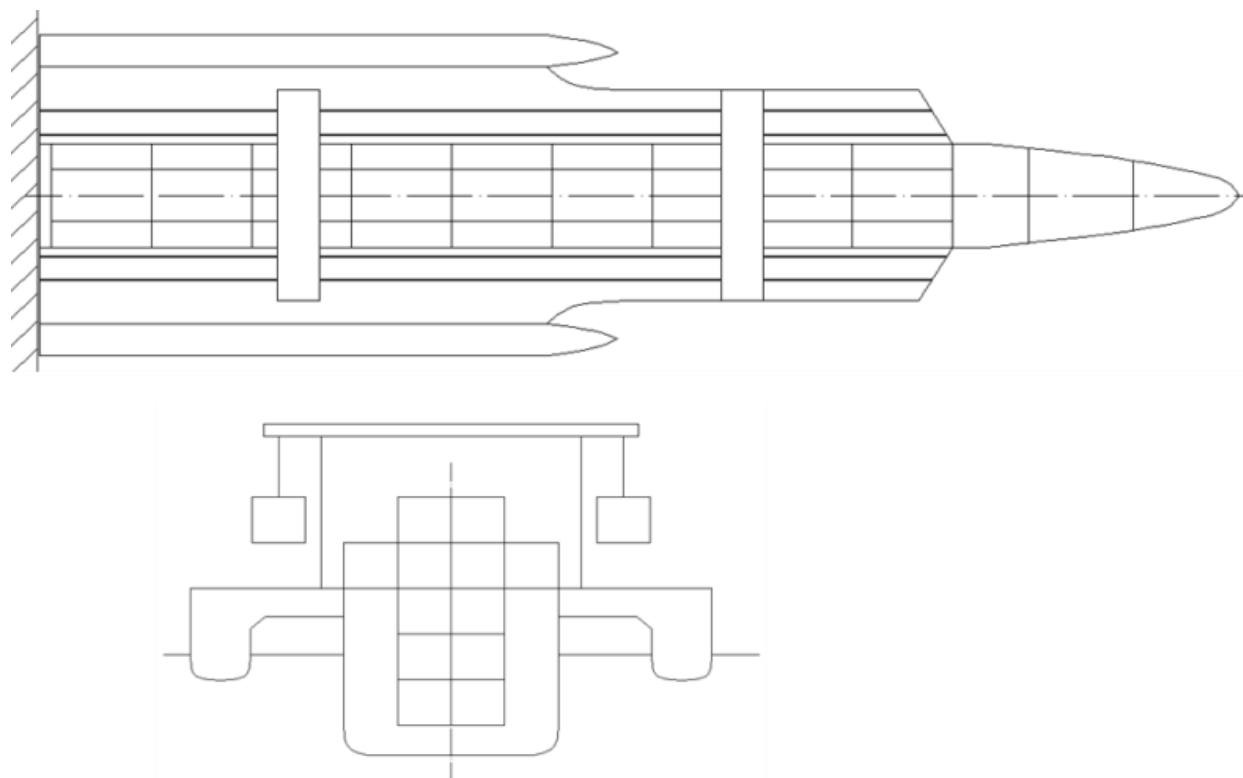


Рисунок 19 – Концепция контейнеровоза со стационарными аутригерами с кормовым способом грузообработки

#### 4.8.3 «Настраиваемые» аутригеры

Однако при использовании аутригеров возникают навигационные ограничения не только в порту, но и прохождении каналов.

ИКР: сведение навигационных ограничений к минимуму.

ТП<sub>3</sub>: навигационные ограничения.

Параметры:

ГП<sub>5</sub> – ширина судна;

ГП<sub>10</sub> – длина судна;

ГП<sub>11</sub> – навигационные ограничения.

Для решения данного противоречия воспользуемся принципом периодического действия.

Принцип периодического действия – перейти от постоянного действия к периодическому (импульсному).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

В результате, ауригеры убираются и принимается балласт при проходе через каналы и во время грузовых операций. При прохождении навигационных ограничений, балласт сбрасывается, а ауригеры возвращаются. Таким образом балласт сбрасывается в ту же биологическую среду, что не приводит к ее загрязнению.



Рисунок 20 – Восьмой этап ТРИЗ-эволюции

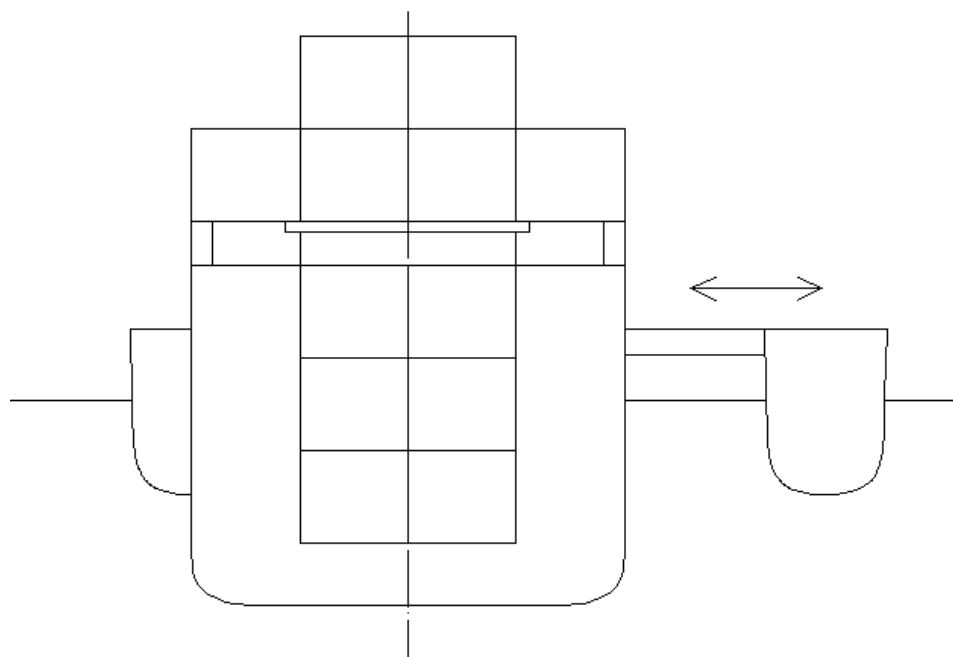


Рисунок 21 – Поперечное сечение контейнеровоза перспективной проектной концепции



## 5 Перспективные проектные концепции контейнеровозов для отечественного флота

В результате проведения ТРИЗ-эволюционного анализа развития контейнеровозов было разработано две перспективных концептуальных концепции фидерных контейнеровозов:

– Проектная концепция безбалластного фидерного контейнеровоза со стационарными аутригерами с носовым расположением надстройки и кормовым способом грузообработки контейнеров с использованием собственного перегрузочного оборудования. Контейнеровозы данной концепции позволяют проводить перегрузочные операции вне зоны специализированных контейнерных терминалов. Данная концепция позволяет увеличить контейнеропровозность, что повышает её экономическую эффективность.

– Проектная концепция контейнеровоза с «настраиваемыми» аутригерами. Данная концепция исключает навигационные ограничения и ограничения использования контейнерных терминалов, которые характерны для контейнеровозов со стационарными аутригерами. Обеспечение устойчивости при увеличении количества палубных контейнеров (что увеличивает контейнеропровозность судна, а следовательно и его экономическую эффективность) при проведении грузовых операций и маневрировании контейнеровоза в узкостях или порту производится методом приёма балласта. На ходовом режиме, устойчивость обеспечивается за счёт аутригеров, которые выдвигаются с каждого борта контейнеровоза. При этом производится «сброс» балласта. Но так как сброс жидкого балласта выполняется в том же районе, где он принимался, то биологического заражения акватории не происходит. Кроме того, контейнеровозы с настраиваемыми аутригерами могут стандартно обслуживаться во всех портах с контейнерными терминалами.

Детальное описание проектных концепций на данном этапе не приводится, так как в настоящее время ведётся подготовка документов по защите результатов интеллектуальной деятельности в виде заявок на оформление полезных моделей.

					СПКБ МИТ 2021 06	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

## Заключение

**Основными результатами** научного исследования являются:

- результаты системного анализа эволюции развития класса судов «контейнеровоз» на основе принципов ТРИЗ-эволюционного подхода;
- перспективные проектные концепции фидерных контейнеровозов для отечественного флота.

**Научная значимость результатов работы** заключается в следующем:

- проведённый анализ развития контейнеровозов показал большую эффективность ТРИЗ-эволюционного подхода в качестве инструмента анализа сложных технических систем;
- ТРИЗ-эволюционный принцип системного анализа позволяет, как систематизировать знания о развитии сложной технической системы, так и выявить возможные пути её развития;
- разработанные проектные концепции фидерных контейнеровозов могут служить основой для разработки высокоэффективных перспективных судов для отечественного флота.

По результатам выполнения проекта был подготовлен и выполнен доклад на Международной российско-китайской-индийско-корейской студенческой конференции-конкурсе «ТРИЗ-технологии - 2022» (I этап) на тему «**ТРИЗ–ЭВОЛЮЦИЯ РАЗВИТИЯ КОНТЕЙНЕРОВОЗОВ**». Доклад занял первое место в номинации «Реализация ТРИЗ-эволюционного подхода».

Также по результатам выполнения работы был оформлен научный проект для участия в **VII Всероссийском конкурсе научно-исследовательских работ студентов и аспирантов.**

					<i>СПКБ МИТ 2021 06</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		30

## Список использованных источников

1 Подсевалов, Б. В. Словарь стандартизованной терминологии в судостроении / Б. В. Подсевалов, А. П. Фомин. – Л.: Судостроение, 1990.

2 Иллюстрированный англо-русский словарь по судостроению / О. Л. Губарев, А. О. Губарев. – СПб. : ЗАО «Бизнес Порт», 2013. – 468 с.

3 Машиностроение. Энциклопедия. Расчет и конструирование машин. Раздел IV. Корабли и суда. Т. IV-20. Проектирование и строительство кораблей, судов и средств океанотехники. Кн. 2 / В. Т. Томашевский, В. М. Пашин, В.Л. Александров и др; Под ред. В. Т. Томашевского, В. М. Пашина. – СПб. : Политехника, 2004. – 882 с.

4 Гайкович, А. И. Теория проектирования водоизмещающих кораблей и судов. В 2 т. Т. 1. Описание системы «Корабль» / А. И. Гайкович. – СПб.: Изд-во НИЦ МОРИНТЕХ, 2014. – 819 с.

5 Бурменский, А.Д. Развитие отечественного контейнерного флота / А. Д. Бурменский //Морские интеллектуальные технологии. — 2014. – № 1 (23). – С. 28-33.

6 Колесников Л. А. Основы теории системного подхода / Колесников Л. А.. – Киев : Наукова думка, 1988. – 175с.

7 Альтшуллер, Г. С. Поиск новых идей: от озарения к технологии / Г. С. Альтшуллер, Б. Л. Злотин, А. В. Зусман, В. И. Филатов – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1989. – 111 с.

8 Долотов, Б.И. Основы ТРИЗ: Учеб. пособие: в 2 ч. Ч. 1 / Б.И. Долотов, В.Д. Бердоносков, А.Р. Куделько. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КНАГТУ», 2011. – 173 с.

9 Бердоносков, В. Д. Применение ТРИЗ-эволюционного подхода к исследованию объектно-ориентированных языков программирования : моногр. / В. Д. Бердоносков, А. А. Животова. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2014. – 166 с.

					СПКБ МИТ 2021 06	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

10 Cudahy, Brian J. Box Boats: how container ships changed the world / Brian J. Cudahy. – New York: Fordham University Press, 2006. – 338 p.

11 Бердоносков, В. Д. Теория развития искусственных систем / В. Д. Бердоносков. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2008. – 105 с.

12 Симоненко, А.С. Грузовые устройства сухогрузных судов / А.С. Симоненко – Л.: Судостроение, 1988. – 224 с.

13 Тарануха, Н. А. Безлюковые контейнеровозы / Н. А. Тарануха, А. Д. Бурменский. – Владивосток : Дальнаука, 2010. – 249 с.

14 Бурменский, А.Д. Развитие и современное состояние открытых контейнеровозов / А. Д. Бурменский, Н. А. Тарануха // Морские интеллектуальные технологии. – 2011. – №2. – С.49–53.

15 Арабаджи, К. Д. Особенности обеспечения остойчивости контейнеровозов / К. Д. Арабаджи, А. Д. Бурменский // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: материалы 46-й научно-технической конференции студентов и аспирантов. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГТУ», 2016. – С. 28-30.

					<i>СПКБ МИТ 2021 06</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		32