

УДК 629.5.01
EDN FWGEIP

ВЗАИМОСВЯЗЬ ЭЛЕМЕНТОВ И ХАРАКТЕРИСТИК ФИДЕРНОГО КОНТЕЙНЕРНОГО СУДНА

Ю.П. Буров, ст. инженер-инспектор, Российский морской регистр судоходства, Новороссийский филиал, 353900 Россия, г. Новороссийск, ул. Мира, 4, e-mail: burov.yu@rs-class.org

Возможность перевозки широкого спектра грузов делает контейнеровозы одним из наиболее перспективных типов судов в современном морском торговом флоте. При этом неуклонно растет не только их количество, но и контейнеровместимость самых больших представителей этого типа. Целью настоящего исследования является анализ основных характеристик контейнерных судов и получение для них функциональных зависимостей, применение которых позволит на начальной стадии проектирования определить значения главных размерений. Для построения искомых выражений предлагается обратиться к имеющейся статистике, отражающей основные характеристики введенных в эксплуатацию контейнерных судов и провести подробный анализ имеющихся данных. Отдельный интерес вызывает исследование зависимостей характеристик контейнерных судов определенной дедвейтной группы, что позволяет приводить более точные расчетные функции под конкретное техническое задание. Актуальность, всесторонность и сложность исследуемого вопроса обуславливают его перспективность и востребованность в современном судостроении.

Ключевые слова: *контейнерное судно, функциональная зависимость, длина судна, ширина судна, контейнеровместимость, дедвейт, мировой торговый флот.*

Для цитирования: Буров Ю.П. Взаимосвязь элементов и характеристик фидерного контейнерного судна / Ю.П. Буров // Научно-технический сборник Российского морского регистра судоходства. — 2025. — № 79. — С. 62 — 73. — EDN FWGEIP.

STUDY OF FUNCTIONAL DEPENDENCIES OF THE MAIN CHARACTERISTICS OF A CONTAINER SHIP

Yu.P. Burov, Senior Engineer Surveyor, Novorossiysk branch of Russian Maritime Register of Shipping, 353900 Russia, Novorossiysk, ul. Mira, 4, e-mail: burov.yu@rs-class.org

The ability to transport a wide range of cargoes makes container ships one of the most promising types of vessels in the modern merchant marine fleet. At the same time, not only their number is steadily increasing, but also the container capacity of the largest representatives of this type. The purpose of this study is to analyze the main characteristics of container ships and obtain functional dependencies for them, the application of which will allow determining the values of the main dimensions at the initial design stage. To find the desired expressions, it is proposed to refer to the available statistics reflecting the main characteristics of commissioned container ships and to conduct a detailed analysis of the available data. Of particular interest is the study of the dependencies of the characteristics of container ships of a certain deadweight group, which makes it possible to provide more accurate calculation functions for a specific technical specification. The relevance, comprehensiveness and complexity of the issue under study determine.

Key words: *container ship, functional dependence, ship length, ship width, container capacity, deadweight, world merchant fleet.*

For citation: Burov Yu.P. Study of functional dependencies of the main characteristics of a container ship. *Research Bulletin by Russian Maritime Register of Shipping*. 2025. No. 79. P. 62 — 73. EDN FWGEIP. (In Russ.)

ВВЕДЕНИЕ

Проектирование контейнерного судна представляет собой сложный инженерный процесс, требующий учета множества факторов, таких как грузоподъемность, мореходные качества и экономическая эффективность. Одной из ключевых задач является определение главных размерений судна — длины, ширины, высоты борта и осадки, которые напрямую влияют на его эксплуатационные качества. Современные методы проектирования предполагают использование математического моделирования и компьютерных технологий, позволяющих оптимизировать характеристики судна, однако даже с учетом современных инструментов существует необходимость глубокого понимания специфики эксплуатации судов в различных условиях, что можно получить на основе анализа существующего флота.

На сегодняшний день имеется большое количество работ на тему исследования зависимостей главных размерений контейнерного судна. Так, в источнике [1] приведены графики функций длины, высоты борта и ширины судна от контейнеровместимости. Из более современных трудов можно также выделить работы [2 — 4].

Однако, в отличие от вышеприведенных источников, целью настоящего исследования является получение именно тех функциональных зависимостей, которые впоследствии могут быть применены на начальной стадии проектирования судна для определения оптимальных значений главных размерений конкретных классов контейнерных судов. Для построения искомых функций предлагается обратиться к имеющейся статистике, описывающей основные характеристики уже введенных в эксплуатацию контейнерных судов, и провести подробный анализ имеющихся данных. Стоит отметить, что при текущей постановке задачи важен не только вид самой математической зависимости, но и корректный выбор зависимых переменных. При этом особый интерес вызывает исследование поведения таких зависимостей в рамках одной дедевной группы контейнерных судов.

Многие типы судов способны при определенных случаях загрузки нести на своем борту контейнеры, причем иногда количество такого груза сопоставимо с контейнеровместимостью самих контейнерных судов. В настоящей работе рассматриваются контейнерные суда, имеющие в символе класса словесную характеристику «container ship» и предназначенные в соответствии с ч. 1 Правил классификации и постройки морских судов РС [5] для перевозки контейнеров международного образца, а в трюмах таких судов оборудованы ячеистые направляющие конструкции. Для обеспечения оперативности процесса погрузки-разгрузки такие суда имеют широкое раскрытие главной палубы и высокий центр тяжести из-за наличия большого количества контейнеров на открытой палубе. Данные особенности требуют от судна достаточного запаса прочности и остойчивости, что регламентируется специальными требованиями к контейнерным судам со стороны классификационных обществ [6].

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Контейнерные суда успешно эксплуатируются уже в течение многих десятилетий, что позволило накопить большой объем статистической информации по ним. На основе базы данных, имеющейся в открытом доступе в сети Интернет [7], проведена выборка значений основных характеристик из 53 судов разной контейнеровместимости. В процессе выбора судна для построения функциональной зависимости применялись следующие критерии: равномерное распределение точек графика в исследуемом диапазоне, наличие достоверных и точных данных (информация минимум из двух проверенных источников), различные годы и места постройки судов.

Рис. 1 отображает графическую зависимость длины судна от его контейнеровместимости: ось x — контейнеровместимость судна, измеряемая в 20-футовых контейнерах международного образца (TEU); ось y — габаритная длина судна (м). Настоящая и все последующие функциональные зависимости реализованы с помощью программного комплекса «Statistica» [8].

В настоящий момент наибольшие контейнерные суда имеют длину почти 400 м, а их контейнеровместимость превысила 24 000 TEU, что наглядно демонстрирует рис. 1. Следует отметить, что при высокой контейнеровместимости (более 18 000 TEU) ок. 400 м — максимальная длина. Если проанализировать список крупнейших контейнеровозов в мире, то можно четко определить, что их длина 400 м или немного меньше, а ширина около 60 м. Такие габариты — сегодняшний предел для контейнерных судов. Существует большое количество причин таким ограничениям.

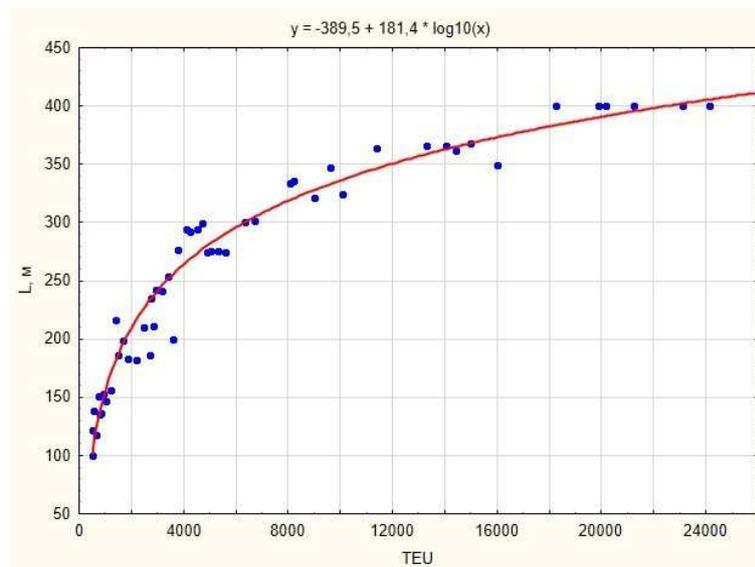


Рис. 1. Зависимость длины судна от контейнеровместимости

Если построить суда с большими размерениями, то они будут выходить за рамки даже самых крупных портов мира, а модернизация портовой инфраструктуры является очень дорогостоящим и болезненным процессом. Эффект от увеличения грузоподъемности судов будет намного меньше, нежели вложенные средства на модернизацию портовой инфраструктуры. Увеличение размеров судна также резко сокращает возможность прохода через шлюзы и каналы, включая Суэцкий и Панамский, которые имеют ограничения по размеру. Критичным в данном случае может оказаться и увеличение осадки судна. Самые большие контейнерные суда в некоторых портах «уже фактически сидят так глубоко в воде, что касаются дна и скользят по илу, а не плавают над ним» [9]. Другая проблема заключается в том, как очень длинные и широкие суда справляются с морским волнением. Когда волны проходят по длине очень большого контейнеровоза, его нос и корма могут выходить из воды всякий раз, когда пик волны находится в средней части судна, что оставляет часть носа и кормы без поддержки водой. Такие явления представляют опасность для целостности конструкции корпуса судна и могут привести к возникновению недопустимых напряжений. Также массивные контейнеровозы имеют очень большие люки на палубах, а следовательно, их общая структура слабее, чем у некоторых других судов, и более подвержена кручению или скручиванию, что негативно сказывается на мореходных качествах.

Вышеперечисленными проблемами перечень не исчерпывается, ведь большие суда вдобавок требуют огромных объемов топлива и размещения большого количества груза ярусами, часты случаи потерь контейнеров при переходе. Все вышеизложенное позволяет утверждать, что длина около 400 м и ширина около 60 м — оптимальные характеристики самых больших контейнерных судов на настоящий момент с технической и экономической точек зрения.

Зависимость ширины судна от контейнеровместимости изображена на рис. 2. В данном случае функция очень схожа с предыдущей, что позволяет сделать выводы о тесной взаимосвязи ширины и длины судна: изменение одного параметра непременно приводит к изменению другого. Рис. 3 показывает устойчивую линейную зависимость полного дедвейта судна от количества контейнеров, а на рис. 4 изображена функция скорости от контейнеровместимости судна.

На рис. 1 — 5 представлены зависимости основных характеристик судна от его контейнеровместимости, однако полученные графики отображают результаты для всех дедвейтных групп контейнерных судов, от фидерных до больших контейнерных, и не всегда учитывают особенность конкретной группы.

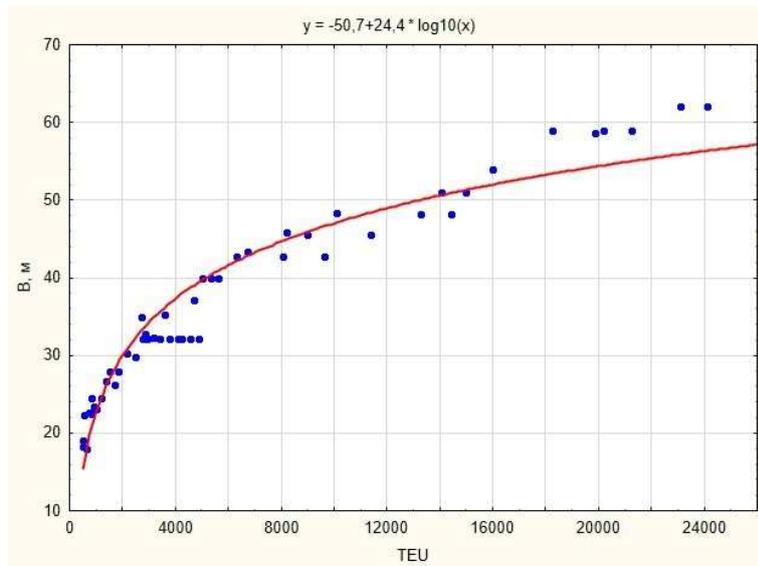


Рис. 2. Зависимость ширины судна от контейнеровместимости

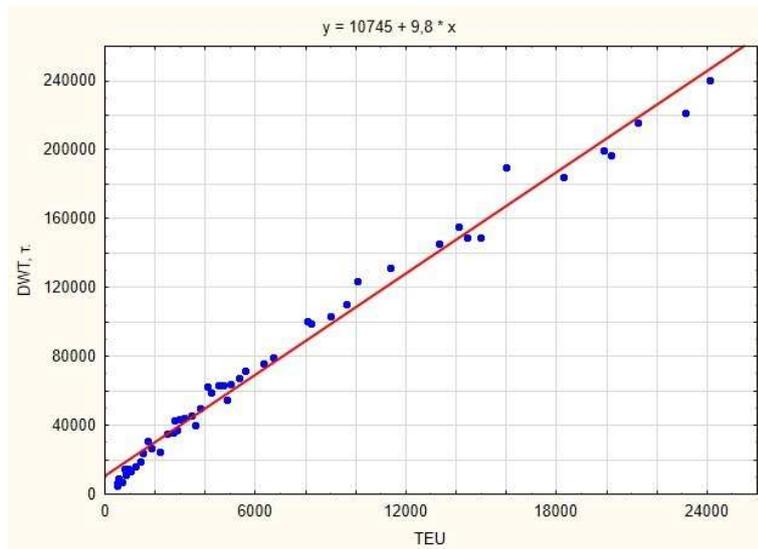


Рис. 3. Зависимость дедвейта судна от контейнеровместимости

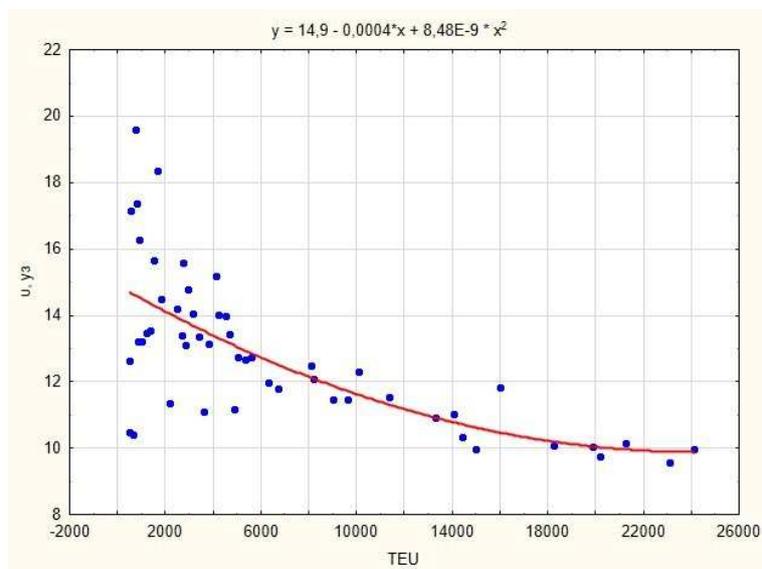


Рис. 4. Зависимость скорости судна от контейнеровместимости

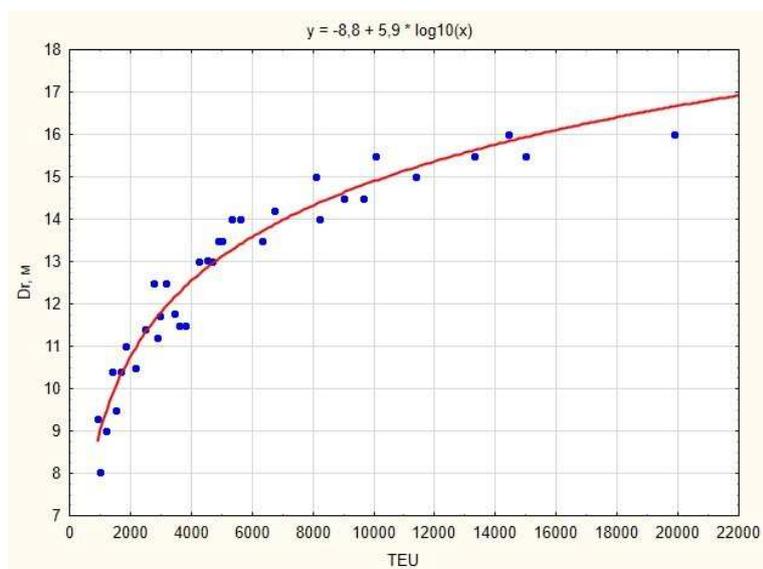


Рис. 5. Зависимость осадки судна от контейнеровместимости

В современной научной литературе нет однозначного деления контейнерных судов на группы по контейнеровместимости. К фидерным контейнерным судам относят суда вместимостью от 800 до 3500 TEU [10], от 260 до 2500 TEU [11], от 1000 до 2800 TEU [12]. В источнике [13] также приведена одна из возможных классификаций контейнерных судов на подтипы. Объектом дальнейшего исследования будут фидерные контейнерные суда, максимальная контейнеровместимость которых в рамках настоящего исследования принята до 3000 TEU (рис. 6).



Рис. 6. Фидерное контейнерное судно контейнеровместимостью 2500 TEU¹

В работе [14] исследуется эффективность фидерных контейнерных судов в среднесрочной (15 лет) перспективе. При такой постановке вопроса большую точность в расчетах на начальной стадии проектирования показали бы именно функции зависимости, построенные на основе статистики фидерных контейнерных судов.

Фидерные контейнерные суда являются одним из наиболее востребованных типов судов в мире благодаря ряду преимуществ [15]: меньшее время доставки груза за счет сокращения времени погрузки-разгрузки судна, малые размеры, а следовательно, возможность зайти в любой порт, отсутствие зависимости погрузки судна от прихода-отхода других судов.

¹Изображение из открытого источника в сети интернет: https://cargo-vessels-international.at/html/container_2_000-3_000_teu_gear1.html.

Важным фактором, обуславливающим необходимость применения специализированных для конкретного класса судна зависимостей, является в том числе схожесть условий эксплуатации. Например, длина эксплуатационной линии больших контейнерных судов достигает больше 10 000 морских миль, в то время как у фидерных контейнеровозов она ограничивается 2000 — 3000 морских миль. Вид энергетической установки, степень автоматизации, архитектурно-конструктивный тип, количество членов экипажа и многие другие технические характеристики судна оказывают непосредственное влияние на его главные размерения с самого начального этапа проектирования. Так, в работе [16] приводится пример влияния условий эксплуатации на проектные характеристики навалочных судов, то есть исследуется вопрос, который актуален и для контейнерных судов. В рамках настоящего исследования искомые зависимости и степень влияния на них тех или иных условий эксплуатации будут освещены путем построения функции в рамках одной дедевной группы — фидерных контейнерных судов. Для построения зависимостей характеристик фидерных судов применена выборка из 20 судов контейнеровместимостью от 500 до 3000 TEU.

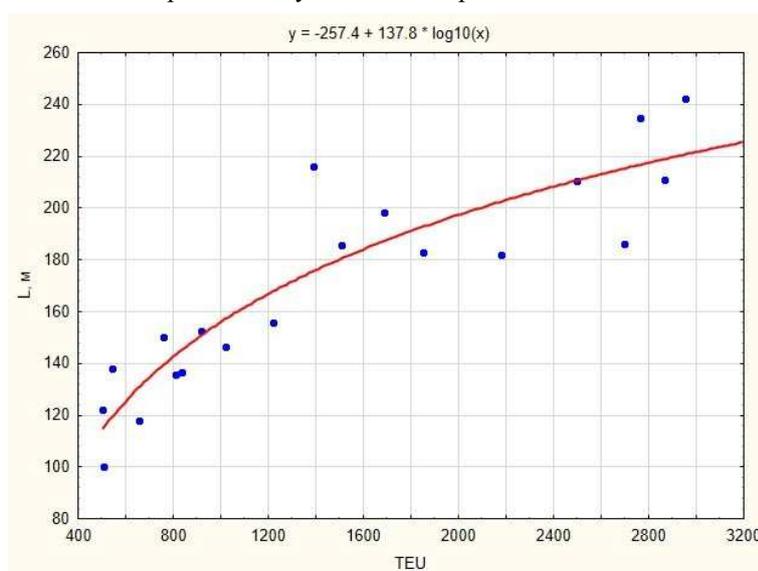


Рис. 7. Зависимость длины фидерных контейнерных судов от контейнеровместимости

На рис. 7 изображена зависимость длины фидерных контейнерных судов от контейнеровместимости. Данная функция по своему типу не отличается от полученной ранее аналогичной зависимости для всех классов судов, однако имеет ярко выраженный более острый угол наклона к оси X и больший разброс значений длины судна. Такие результаты объясняются большим разнообразием рассматриваемых судов и возможностью варьировать их характеристики и архитектурно-конструктивный тип ввиду небольших размеров. Другими словами, если большие контейнерные суда представляют схожие по своим характеристикам и параметрам проекты, имеют полные обводы, типовые размеры и расположения грузовых трюмов, то фидерные контейнерные суда могут значительно отличаться друг от друга по этим характеристикам.

Рис. 8, 9 отображают зависимость ширины и дедвейта фидерного контейнерного судна от его контейнеровместимости. Функции аналогичны полученным ранее, однако содержат более точное математическое описание зависимости исследуемых характеристик.

С использованием методов регрессионного анализа получены математические зависимости рассмотренных выше величин:

- формулы (1) — (5) для всех типов контейнеровозов:

$$L = -389,5 + 181,4 \cdot \log_{10}(\text{TEU}), \quad (1)$$

$$B = -50,7 + 24,4 \cdot \log_{10}(\text{TEU}), \quad (2)$$

$$DWT = 10745 + 9,8 \cdot \text{TEU}, \quad (3)$$

$$v = 14,9 - 0,0004 \cdot \text{TEU} + 8,48E9 \cdot \text{TEU}^2, \quad (4)$$

$$Dr = -8,8 + 5,92 \cdot \log_{10}(\text{TEU}), \quad (5)$$

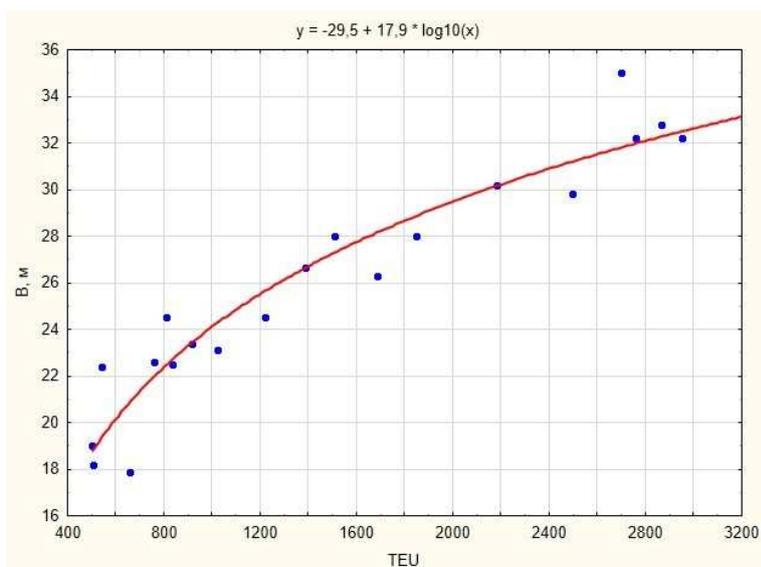


Рис. 8. Зависимость ширины фидерных контейнерных судов от контейнеровместимости

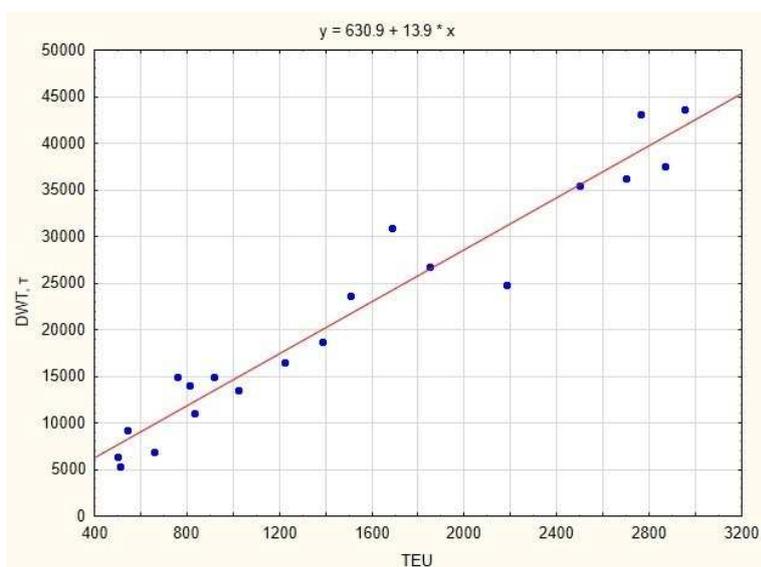


Рис. 9. Зависимость дедвейта фидерных контейнерных судов от контейнеровместимости

• формулы (6) — (10) для фидерных контейнерных судов:

$$L = -257,4 + 137,8 \cdot \log_{10}(\text{TEU}), \quad (6)$$

$$B = -29,5 + 17,9 \cdot \log_{10}(\text{TEU}), \quad (7)$$

$$DWT = 630,9 + 13,9 \cdot \text{TEU}, \quad (8)$$

$$v = 14,5 - 8,8E5 \cdot \text{TEU}, \quad (9)$$

$$Dr = -10,5 - 6,4 \cdot \log_{10}(\text{TEU}). \quad (10)$$

Полученные графики на рис. 7 — 11 более точно описывают характеристики фидерных контейнерных судов. Для оценки степени точности необходимо провести проверочные расчеты по функциям.

В табл. 1 приведены характеристики контейнерных судов с контейнеровместимостью до 3000 TEU. Для большей информативности приведены IMO номера судов, участвующих в расчетах. Все эти суда, согласно общепринятой классификации, относятся к фидерным. Стоит отметить, что характеристики данных судов не были включены в построение раннее полученных зависимостей, что обеспечивает независимость настоящих практических расчетов.

Таблица 1

Характеристики контейнерных судов						
№	Имя	IMO	L, м	B, м	TEU	DWT, т
1	EMMA	9124574	113,0	16,4	510	5660
2	IBERIAN EXPRESS	9167851	128,5	22,4	749	11117
3	KOTA RAJIN	9296286	145,9	22,6	910	13212
4	HUMACAO	6708379	213,5	27,5	1258	22582
5	CARIBIA EXPRESS	7383877	204,0	30,8	1560	27795
6	MSC CLORINDA	7820394	221,7	32,3	1948	30714
7	MSC HOBART	9077288	187,5	28,4	2004	33523
8	HYUNDAI PROGRESS	9158563	182,4	30,2	2181	24766
9	MAERSK BAHRAIN	7361219	239,0	30,6	2328	37129
10	KOTA PERMATA	9342695	222,0	30,0	2824	39446

В табл. 2 приведены итоговые расчеты в соответствии с полученными зависимостями, где Δ_{L1} , Δ_{B1} , Δ_{DWT1} — погрешность в расчетах в соответствии с общими функциями для всех классов контейнерных судов (рис. 1 — 3), а Δ_{L2} , Δ_{B2} , Δ_{DWT2} — соответствующие расчеты по графикам рис. 7 — 9 специально для фидерных контейнерных судов.

Таблица 2

Расчет характеристик контейнерных судов						
№	Δ_{L1} , %	Δ_{L2} , %	Δ_{B1} , %	Δ_{B2} , %	Δ_{DWT1} , %	Δ_{DWT2} , %
1	10,0	2,4	6,3	15,6	178,1	36,4
2	2,7	7,9	13,2	2,0	62,7	0,7
3	0,9	3,0	4,9	3,8	48,8	0,5
4	19,1	20,5	9,3	5,5	2,2	19,8
5	7,0	10,5	11,7	10,3	6,3	19,7
6	6,5	11,6	8,5	9,0	2,9	9,8
7	11,7	5,4	5,2	4,2	9,4	15,0
8	18,5	11,1	1,9	0,2	29,7	25,0
9	7,4	13,6	2,9	0,7	9,6	11,1
10	6,5	1,7	11,7	7,6	2,6	1,1
Δ_{CP}	9,0	8,8	7,6	5,9	35,2	13,9

Анализ полученных данных показывает, что погрешности при расчете длины судна практически идентичны: 9,0 % против 8,8 %, а при расчете ширины судна точность вычислений выше на 1,7 % у функции для фидерных судов. Совсем критичную разницу погрешности демонстрируют в третьем случае — по дедвейту судна, где общая функция показала погрешность 35,2 %, а специализированная — всего 13,9 %.

Результаты расчетов дают разную степень погрешности итоговых вычислений. Функциональные зависимости демонстрируют относительно невысокую для начального этапа проектирования степень погрешности при расчете длины и ширины судна, однако погрешность при расчете дедвейта значительно выше. Данный факт объясняется тем, что дедвейт и контейнеровместимость судна хоть и связанные между собой величины, но не являются однозначно определяющими друг друга. Иначе говоря, судно с большей контейнеровместимостью не всегда будет иметь больший дедвейт, потому что контейнеровместимость — это «объем грузовых пространств» контейнерного судна вместе с открытыми пространствами (палубой), а дедвейт — это в основном масса груза, который может быть размещен в контейнерах. Соотношение «контейнеровместимость/дедвейт» является одной из основных характеристик контейнерного судна и на начальном этапе проектирования может быть определено с погрешностью. Чем меньше размеры судна, тем больше бывает такая погрешность, потому что суда с небольшими размерами (к которым относятся фидерные контейнеровозы) больше подвержены всевозможным модернизациям, переоборудованиям, вследствие которых может меняться как контейнеровместимость, так и дедвейт судна в процессе проектирования.

С этой точки зрения важным вопросом при проектировании контейнерного судна является расчетная масса загруженного контейнера. Это позволит в рамках настоящего и последующих исследований принимать термин «средняя масса контейнера», то есть допущение, что все контейнеры имеют одинаковую массу.

На рис. 10 полученная зависимость массы контейнера от контейнероёмкости судна демонстрирует явную тенденцию к снижению средней массы одного контейнера с ростом размеров судна. Полученные результаты подтверждают изложенный ранее тезис: заявленное увеличенное количество контейнеров не отображает качественного увеличения соотношения «дедвейт/контейнероёмкость» судна, а лишь увеличение объема грузовых пространств судна. Иначе говоря, контейнерные суда лишь в редких случаях могут нести на борту заявленное максимальное количество контейнеров, поскольку высока вероятность превышения дедвейта судна.

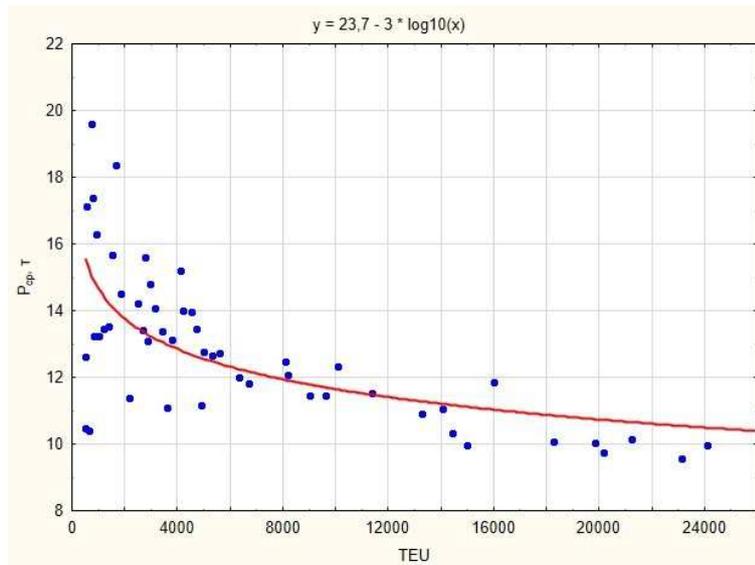


Рис. 10. Зависимость массы контейнера от контейнероёмкости судна

Приближенная оценка массы одного контейнера (τ) при проектировании может быть получена по уравнению для контейнерных судов:

$$P_{\text{ср}} = 23,7 - 3 \cdot \log_{10}(\text{TEU}) \pm 1,26. \quad (11)$$

Рис. 11 представляет собой график зависимости массы контейнера от контейнероёмкости фидерного судна. Как видно из построенных точек значений, контейнероёмкость судов, на основе которых была реализована функция, варьируется в пределах 11 — 18 т, что и приводит к широкому разбросу значений. Функция рис. 11 имеет вид:

$$P_{\text{ср}f} = 14,4 + 0,0004 \cdot \text{TEU} \pm 1,79. \quad (12)$$

Важным вопросом в процессе построения зависимостей является анализ полученных функций. Один из самых распространенных показателей в таких случаях — коэффициент детерминации, определяющий степень зависимости между переменными. Значения коэффициента находятся в диапазоне от 0 до 1: чем он ближе к 1, тем сильнее зависимость между переменными. Как правило, значения коэффициента выше 0,7 демонстрируют достаточную степень наличия зависимости, если значение меньше, функция характеризуется слабой зависимостью между переменными.

Значения табл. 3 (где индексом «f» отмечены графики для фидерных судов) демонстрируют наличие достаточной зависимости между переменными.

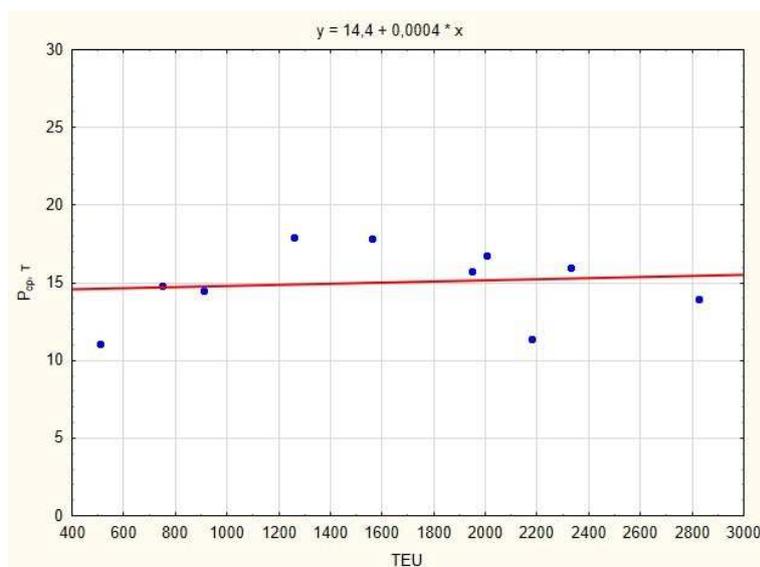


Рис. 11. Зависимость массы контейнера от контейнеровместимости фидерного судна

Таблица 3

Значения коэффициента детерминации

№	Функция	R
1	L / TEU	0,86
2	B / TEU	0,79
3	DWT / TEU	0,80
4	v / TEU	0,76
5	Dr / TEU	0,85
6	L_f / TEU_f	0,77
7	B_f / TEU_f	0,78
8	DWT_f / TEU_f	0,78
9	$P_{ср} / TEU$	0,77
10	$P_{срf} / TEU_f$	0,76

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В рамках настоящего исследования построены графики зависимостей основных характеристик контейнерных судов, проведены практические расчеты с применением полученных результатов. Полученные формулы (1) — (5) способны в первом приближении определить главные размерения судна на начальном этапе проектирования. Однако стоит отметить, что такие функции имеют погрешность, достигающую в определенных случаях значительной степени. Формулы (6) — (10), описывающие функциональные зависимости для фидерных контейнеровозов, продемонстрировали один из способов уменьшить погрешность при расчетах — применение статистики для конкретного класса контейнерных судов. В процессе проектирования контейнерного судна могут быть применены и другие способы уменьшения погрешностей:

- увеличение количества расчетных точек графика путем добавления статистики по другим контейнерным судам;
- построение графика в рамках одного класса контейнерных судов или объединение их в группы по другим признакам (например, год постройки, место постройки);
- увеличение количества проверочных расчетов, демонстрирующих полученную погрешность по большему количеству судов, что поможет выбрать оптимальный тип математической зависимости в рамках поставленной задачи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Определение главных характеристик судна — необходимая задача уже начального этапа проектирования, а значит, важность искомых зависимостей трудно переоценить. Изложенный метод получения зависимостей главных характеристик судна ценен в том числе тем, что позволяет упрощенным способом в первом приближении определить эксплуатационную привлекательность судна, представить заказчику актуальное коммерческое предложение. Выделим перспективные направления развития в изучении поднятых вопросов:

- увеличение количества задействованных в расчетах характеристик судна;
- распространение метода на другие типы судов, также перевозящих контейнеры;
- выделение новых подгрупп типов судов, для которых такие зависимости могут быть построены.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гайкович А.И. Проектирование контейнерных судов: уч. пос. / А.И. Гайкович. — Л.: ЛКИ, 1984. — 27 с.
2. Radfar S. Standardization of the main dimensions of design container ships in ports — A case study / S. Radfar, A. Taherkhani, R. Panahi // *World Journal of Engineering and Technology*. — 2017. — Vol. 5, No. 4B. — P. 51 — 61.
3. Veldman S. On the ongoing increase of containership size / S. Veldman // *Advances in Maritime Logistics and Supply Chain Systems* / ed. by Ek Peng Chew, Loo Hay Lee, Loon Ching Tang. — Singapore: World Scientific Publishing, 2011. — P. 201 — 228.
4. Якута И.В. Исследование влияния изменения отношений главных размерений на мореходные качества контейнеровозов / И.В. Якута // *Известия КГТУ*. — 2023. — № 68. — С. 110 — 124.
5. Правила классификации и постройки морских судов. Часть I. Классификация / Российский морской регистр судоходства. — СПб., 2025.
6. Правила классификации и постройки морских судов. Часть XIX. Дополнительные требования к контейнеровозам и судам, перевозящим грузы преимущественно в контейнерах / Российский морской регистр судоходства. — СПб., 2019.
7. <https://cargo-vessels-international.at/index.html> (дата обращения 18.06.2025).
8. <https://statsoftstatistica.ru/> (дата обращения 18.06.2025).
9. Baraniuk C. Why container ships probably won't get bigger // *BBC. Future Now*. — 5 July 2022. [Электронный ресурс] URL: <https://www.bbc.com/future/article/20220629-why-container-ships-probably-wont-get-bigger> (дата обращения 18.06.2025).
10. Кириченко А.В. Организация грузовых мест в логистике: уч. пос. / А.В. Кириченко, Д.О. Рычков, В.А. Фетисов. — СПб.: ГУ ГУАП, 2009. — 244 с.
11. Размеры грузовых судов и их практические определения. 05.11.2012. [Электронный ресурс] URL: <https://capmen.wordpress.com/2012/11/05/> (дата обращения 18.06.2025).
12. Propulsion trends in container vessels / *Man Diesel and Turbo*. — Copenhagen, 2020. — 8 p.
13. Порто-ориентированная логистика — 2018: м-лы 2-й Междунар. науч.-практ. конф. 1 — 2 ноября 2018 г. — СПб.: ГУМРФ им. адмирала С. О. Макарова, 2018. — 247 с.
14. Буров Ю.П. Оптимизация характеристик контейнерного судна с учетом прогнозируемой цены его постройки и эксплуатации / Ю.П. Буров // *Морские интеллектуальные технологии*. — 2020. — № 48. — С. 76 — 82.
15. Polat O. An overview of feeder services in the era of mega containerships / O. Polat // *Intelligent Transportation and Planning: Breakthroughs in Research and Practice* / ed. by Information Resources Management Association. — Hershey, PA: IGI Global Scientific Publishing, 2018. — P. 187 — 209.
16. Китаев М.В. Анализ влияния условий эксплуатации на проектные характеристики балкеров / М.В. Китаев // *Научные проблемы водного транспорта*. — 2022. — № 73 (4). — С. 27 — 44.

REFERENCES

1. Gaikovich A.I. *Proektirovanie konteynernykh sudov* [Design of container ships: a study guide]. Leningrad: LKI, 1984. 27 p.
2. Radfar S., Taherkhani A., Panahi R. Standardization of the main dimensions of design container ships in ports — A case study. *World Journal of Engineering and Technology*. 2017. Vol. 5, No. 4B. P. 51 — 61.
3. Veldman S. On the ongoing increase of containership size. *Advances in Maritime Logistics and Supply Chain Systems* / ed. by Ek Peng Chew, Loo Hay Lee, Loon Ching Tang. Singapore: World Scientific Publishing, 2011. P. 201 — 228.
4. Yakuta I.V. Issledovanie vliyaniya izmeneniya otnoshenii glavnykh razmerenii na morekhodnye kachestva konteynerovozov [Study of the influence of changes in the ratios of the main dimensions on the sea-keeping performance of container ships]. *Izvestia KSTU [Bulletin of the Kaliningrad State Technical University]*. 2023. No. 68. P. 110 — 124.
5. Rules for the Classification and Construction of Sea-Going Ships. Part I. Classification / Russian Maritime Register of Shipping. St. Petersburg, 2025.
6. Rules for the Classification and Construction of Sea-Going Ships. Part XIX. Additional requirements for structures of container ships and ships, dedicated primarily to carry the load in containers / Russian Maritime Register of Shipping. St. Petersburg, 2019.
7. <https://cargo-vessels-international.at/index.html> (accessed 18.06.2025).
8. <https://statsoftstatistica.ru/> (accessed 18.06.2025).
9. Baraniuk C. Why container ships probably won't get bigger. *BBC. Future Now*. 5 July 2022. <https://www.bbc.com/future/article/20220629-why-container-ships-probably-wont-get-bigger> (accessed 18.06.2025).

10. Kirichenko A.V., Rychkov D.O., Fetisov V.A. Organizatsiya gruzovykh mest v logistike [Organization of cargo spaces in logistics]. St. Petersburg: GU GUAP, 2009. 244 p.
11. Razmery gruzovykh sudov i ikh prakticheskie opredeleniya [Cargo ships dimensions and their empirical definition]. [Электронный ресурс] URL: <https://capmen.wordpress.com/2012/11/05> (accessed 18.06.2025).
12. Propulsion trends in container vessels / Man Diesel and Turbo. Copenhagen, 2020. 8 p.
13. Porto-orientirovannaya logistika — 2018 [Port-oriented logistics — 2018: Proceedings of the International Research Conf. 1-2 Nov. 2018]. St. Petersburg: GUMRF im. admirala S.O. Makarova, 2018. 247 p.
14. Burov Yu.P. Optimization of the container ship's characteristics considering the projected cost of its construction and operation. *Marine Intellectual Technologies*. 2020. No. 48. P. 76 — 82.
15. Polat O. An overview of feeder services in the era of mega containerships. *Intelligent Transportation and Planning: Breakthroughs in Research and Practice* / ed. by Information Resources Management Association. Hershey, PA: IGI Global Scientific Publishing, 2018. P. 187 — 209. (In Russ.)
16. Kitaev M.V. Analysis of the impact of operation conditions on the bulk carriers design characteristics. *Russian Journal of Water Transport*. 2022. No. 73 (4). P. 27 — 44. (In Russ.)