

УДК 65.1

А. М. БЕРЕСТОВОЙ<sup>1\*</sup>, С. Г. ЗИНЧЕНКО<sup>2\*</sup>, О. А. ХЛЕСТОВА<sup>3\*</sup>

<sup>1\*</sup> Каф. «Автомобильный транспорт», ГБУЗ «Приазовский государственный технический университет», ул. Университетская, 7, 87555, Мариуполь, Украина, тел. +38 (067) 625 64 16, эл. почта bamami36@gmail.com, ORCID 0000-0001-7637-2319

<sup>2\*</sup> Каф. «Управление персоналом и экономики труда», Мариупольский институт Межрегиональной академии управления персоналом, ул. Громовой, 62, 87556, Мариуполь, Украина, тел. +38 (067) 713 26 38, эл. почта s-zinchenko@ukr.net, ORCID 0000-0001-7761-7429

<sup>3\*</sup> Каф. «Охрана труда и защиты окружающей среды», ГБУЗ «Приазовский государственный технический университет», ул. Университетская, 7, 87555, Мариуполь, Украина, тел. +38 (050) 472 82 17, эл. почта hlestova182@gmail.com, ORCID 0000-0002-4287-4203

## ОЦЕНКА НА МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОСНОВЕ КАЧЕСТВА РАБОТЫ ЭЛЕМЕНТОВ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МОРСКОГО ПОРТА

**Аннотация.** В статье рассмотрена проблема оценки на многокритериальной основе качества работы элементов транспортно-технологической системы морского порта.

Способ оценки показателей работы транспортно-технологической системы морского порта построен на формировании и сравнении массива данных обусловленных показателях экономической, экологической, социальной, функциональной и других видов эффективностей данной системы.

Управление международной транспортной системой, которой является транспортно-технологическая система морского порта, несёт в себе довольно сложный эконометрический характер с логистическими принципами «компромиссность, невмешательство, качество, риски» и другие. Более простой является оценка качества на многокритериальной основе с использованием человеко-машинных процедур, что актуально для оценки работы транспортно-технологической системы морского порта в современных условиях дерегуляции. Это характерно для работы морских портов.

Человеко-машинная процедура предусматривает использование двух возможностей: первая – достоверно необходимые и точные данные, полученные от лиц, принимающих решения; вторая – разработка алгоритма и программы, что позволяет ускорить расчеты необходимых оценочных данных и установления оценки затрат на качество работ в транспортно-технологической системе морского порта.

Особое внимание при использовании аппарата человеко-машинных процедур по расчёту оценки качества на многокритериальной основе, заслуживает выбор весовых критериев с оценкой «важности» отклонений затрат на качества работы конкретного элемента от показателей в практике работы отдельных элементов транспортно-технологической системы морского порта.

Качество работ элементов транспортно-технологической системы морского порта следует оценивать на многокритериальной основе по затратам на достижение значения соответствующего оценочного показателя эффективности в зависимости от стоимости груза.

Составлена блок-схема алгоритма для ускорения расчетов необходимых оценочных данных по установлению оценки затрат на качество работ в транспортно-технологической системе морского порта, по которой определяются коэффициенты весомости затрат при оценке работ отдельных ее элементов.

Таким образом, разработанный метод позволяет оценить на многокритериальной основе объем затрат, эффективность и качество работы любого элемента транспортно-технологической системы морского порта в неопределенных условиях, особенно при дерегуляции перевозок грузов, а также наметить и разработать конкретные мероприятия для улучшения оценочных показателей данной системы.

**Ключевые слова:** оценка; критерии; многокритериальность; транспортно-технологическая система; морской порт, качество

### Введение

В настоящее время качество услуг транспортно-технологической системы (ТТС) морского порта (МП), рис.1, оценивается, в основном, в балльных показателях, без должного учета множества внешних и внутренних факторов, влияющих на работу МП [1, с. 1-2], [2, с.

120]. В современных условиях для оценки качества работы инфраструктуры морского порта, ее элементов процессных объектов и технологий, требуется учет определенного множества различных факторов, обладающих разноплановыми, порой противоречивыми, показателями с их оценочными критериями [3, с. 272].

Особенно это важно в условиях дерегуляции грузопотоков.

На рис. 1 приведена обобщённая семантическая схема взаимосвязи основных элементов транспортно-технологической системы морского порта, на которой показано взаимодействие производителя и потребителя груза, а также внешнего (для морского порта) транспорта.

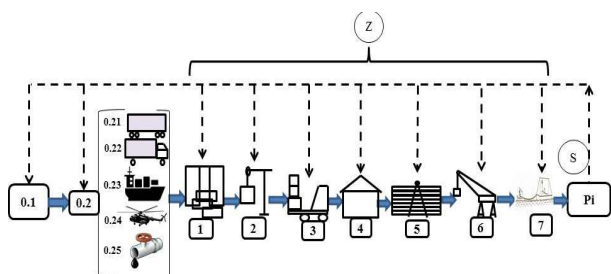


Рис. 1. Семантическая схема взаимосвязи основных элементов транспортно-технологической системы морского порта

*Условные обозначения:* 0.1 – производитель груза; 0.2 – внешний транспорт (0.21 – железнодорожный, 0.22 – автомобильный, 0.23 – водный, 0.24 – воздушный, 0.25 – зафиксированный, например: конвейерный, трубопроводный и т. п.); 1 – подготовка к разгрузке; 2 – разгрузка; 3 – складирование; 4 – хранение; 5 – подготовка к погрузке на морское судно; 6 – погрузка; 7 – отшвартовка; Pi – потребитель; S – все затраты в ТТС МП (оплачиваются потребителем, что заложено в цене груза); Z – затраты морского порта.

Это представляет определенную проблему, решение которой является актуальной задачей.

### Анализ публикаций

Анализ последних публикаций и исследований показывает, что для получения качественного продукта должны быть заранее установлены четкие, измеримые требования к процессу его производства и не менее четкие представления о том, что будет результатом производства, оказанной услуги. Вопросам дерегуляции потоков в морских портах Украины посвящена работа [4, с. 73-91], в которой установлен характер дерегуляции грузопотоков. В источниках [5, с. 255-290], [6, с. 183-190] и других проанализированы разработки относительно уровня качества промышленной продукции.

При этом научные исследования качества услуг транспортно-технологической системы морского порта практически отсутствуют. Поэтому исследования, направленные на оценку факторов, влияющих на показатели работы ТТС морского порта в условиях дерегуляции

грузопотоков, следует считать актуальными.

Определение качества дано в [5, с. 10-11]: качество – весьма емкая, сложная и универсальная категория, имеющая множество различных аспектов. К таким аспектам можно отнести: технический, социальный, экономический, философский, экологический и другие [6, с. 7].

Моделирование на многокритериальной основе оценки факторов, обеспечивающих эффективную работу транспортных объектов морского порта рассмотрено в работе [7, с. 210-214].

Качество работы транспортно-технологической системы морского порта относительно по своему содержанию, поэтому рассматривается в качестве случайной величины. Качество портовой продукции и услуг является основным инструментом повышения уровня конкуренции между портами [8, с. 3].

### Цель

Цель исследования – разработка метода оценки качества услуг, оказываемых транспортно-технологической системой морского порта при перевозке различных грузов с изменяющимися характеристиками: количественным составом, объемами транспортировки.

Объект исследования – транспортно-технологическая система морского порта.

Предмет исследования – оценка на многокритериальной основе качества работы элементов транспортно-технологической системы морского порта.

### Методы исследования

В работе использованы следующие методы исследования:

- дедуктивный – при логическом переходе от оценки эффективности работы в стоимостном выражении всей транспортно-технологической системы морского порта к оценке эффективности при выполнении требований конкретного критерия;

- синтеза – при установлении связей между критериями разного рода показателей;

- диакоптики – при исследовании оценки работы транспортно – технологической системы морского порта с разбиением ее на отдельные составляющие;

- другие методы, необходимые для исследований оценки эффектометрики работы транспортно-технологической системы морского порта.

## Результаты исследований

Исследованиями [4, с. 75-87], [9, с. 70-74] установлены тренды дерегуляции грузопотоков за длительный период, а также поля резерва работ транспортно-технологической системы морского порта в период дерегуляции грузопотоков. На основании проведенных исследований можно установить коэффициент дерегуляции, который находится в пределах соотношений работ транспортно-технологической системы морского порта в периоды максимального и минимального количества перегружаемого груза.

Коэффициент дерегуляции показывает степень эффективности работы элементов транспортно-технологической системы морского порта. Это позволяет оценить общие прибыльность и эффективность транспортно-технологической системы морского порта в целом, в зависимости от показателей коэффициента дерегуляции. В современной практике можно встретить различного рода эффективностей, представляющих отдельную науку – эффектометрию, имеющую свои показатели и их оценочные критерии, например: стоимостную (условные единицы цены), социальную и эстетичную (баллы), экологическую (единицы предельно допустимых концентраций (ПДК)), функциональную – надежность (доли единицы), производительность (т/час), временную (час, год), температурную ( $^{\circ}\text{C}$ ), пространственную ( $\text{м}^3$ ), информационную (байты), энергетическую (ватт, джоуль), трудовую (человеко-часы), природно-ресурсную (т,  $\text{м}^3$ ), территориальную ( $\text{м}^2$ ,  $\text{км}^2$ ), инновационную и правовую (баллы), унификационную (%), скоростную (км/час) и определенное множество других.

Для исследования принято, в качестве примера, 9 различных показателей (табл. 1) эффектометрии транспортно-технологической системы морского порта с их разнородными критериями.

С точки зрения современной логистики как науки об удовлетворении запросов потребителя, все основные показатели транспортно-технологической системы морского порта носят эконометрический характер, в том числе и выступающие в качестве потребителей этапы рассматриваемой системы.

Следует учитывать, что при оценке качества по критерию «удовлетворенность потребителя» можно принять около 15% от стоимости затрат ( $S$ ) оплаченных потребителем [10, с. 136-137].

Управление международной транспортной системой, какой является транспортно-технологическая система морского порта, несет в себе

весьма сложный эконометрический характер с логистическими принципами «компромиссность, невмешательство, качество, риски» и другие. Более простой является оценка качества на многокритериальной основе с использованием человеко-машинных процедур, что актуально для оценки работы транспортно-технологической системы морского порта в современных условиях дерегуляции. Это характерно для работы морских портов.

Человеко-машинная (ЛПП и ЭВМ) процедура предусматривает использование двух возможностей: первая – достоверно необходимые и верные данные, полученные от лиц, принимающих решения (ЛПП); вторая – разработка алгоритма и программы, позволяющих ускорить расчеты необходимых оценочных данных по установлению оценки расходов по качеству работ в транспортно-технологической системе морского порта.

Особое внимание, при использовании аппарата человеко-машинных процедур по расчету оценки качества на многокритериальной основе, заслуживает выбор весовых критериев с оценкой «важности» отклонений затрат по качеству работы конкретного элемента от значений в практике работы отдельных элементов транспортно-технологической системы морского порта.

Качество работ элементов транспортно-технологической системы морского порта следует оценивать по затратам на достижение значения соответствующего оценочного показателя эффективности в зависимости от стоимости груза.

В то же время, следует понимать, что цена груза зависит от качества работ с ним в транспортно-технологической системе морского порта.

Качество транспортных услуг в ТТС МП также определяют следующие показатели с их критериями: скорость (км/час); регулярность (время: часы, сутки и т.д.); надежность доставки (доли единицы) и другие.

Логистическая экономико-математическая модель оценки на многокритериальной основе затратности качества работы каждого элемента транспортно-технологической системы морского порта может быть представлена в следующем виде:

$$Z_{ij} = f(S, K_i, K_{ij}, Z, \alpha), \quad (1)$$

где  $S$  – стоимость (цена) единицы груза;

$Z$  – сумма затрат средств, выделенных ЛПП на оплату стоимости работ МП по перегрузке груза с внешнего транспорта на морской и

заложенного в цену  $S$  единицы груза, условные единицы стоимости;

$$Z = S \cdot \alpha \quad (2)$$

где  $\alpha$  – доля работ ТТС МП в стоимости единицы груза;

$$0 < \alpha < 1 \quad (3)$$

где  $K_i$  – коэффициент значимости принятого этапа в ТТС МП (табл.1);

$i$  – количество принятых этапов (рис.1);

$K_{ij}$  – коэффициент значимости  $j$ -го элемента ТТС МП (табл.1), который устанавливает ЛПР;

$j$  – количество принятых к рассмотрению оценочных показателей.

На основании исследований [11, с. 113], по основным и вспомогательным работам, с использованием ЛПР, составляется табл. 1 коэффициентов значимости затрат на их выполнение.

Таблица 1

**Коэффициенты значимости затрат от стоимости груза при оценке на многокритериальной основе качества работ элементов транспортно-технологической системы морского порта (ТТС МП)**

№	Оценочные показатели	Критерий показателя	Номера этапов ТТС МП ( $i = 1, \dots, 7$ ), коэффициенты значимости этапов ( $K_i$ ) и оценочных показателей ( $K_{ij}, j = 1, \dots, 10$ )							Условие
			1	2	3	4	5	6	7	
			$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$K_5$	$K_6$	$K_7$	$\sum K_i = 1$
1	Экономический	Единица цены	$K_{11}$	$K_{21}$	$K_{31}$	$K_{41}$	$K_{51}$	$K_{61}$	$K_{71}$	
2	Экологический	ПДК	$K_{12}$	$K_{22}$	$K_{32}$	$K_{42}$	$K_{52}$	$K_{62}$	$K_{72}$	
3	Энергетический	кВт	$K_{13}$	$K_{23}$	$K_{33}$	$K_{43}$	$K_{53}$	$K_{63}$	$K_{73}$	
4	Время	Час, год	$K_{14}$	$K_{24}$	$K_{34}$	$K_{44}$	$K_{54}$	$K_{64}$	$K_{74}$	
5	Социальный	Баллы	$K_{15}$	$K_{25}$	$K_{35}$	$K_{45}$	$K_{55}$	$K_{65}$	$K_{75}$	
6	Функциональный (надежность)	Доли единицы	$K_{16}$	$K_{26}$	$K_{36}$	$K_{46}$	$K_{56}$	$K_{66}$	$K_{76}$	
7	Затраты труда	Человеко-час	$K_{17}$	$K_{27}$	$K_{37}$	$K_{47}$	$K_{57}$	$K_{67}$	$K_{77}$	
8	Информация	Байты	$K_{18}$	$K_{28}$	$K_{38}$	$K_{48}$	$K_{58}$	$K_{68}$	$K_{78}$	
9	Вес груза	Тонна	$K_{19}$	$K_{29}$	$K_{39}$	$K_{49}$	$K_{59}$	$K_{69}$	$K_{79}$	
10	Другие показатели	Критерий конкретного показателя	$K_{110}$	$K_{210}$	$K_{310}$	$K_{410}$	$K_{510}$	$K_{610}$	$K_{710}$	
Итого (Условие)			$\sum K_{ij} = K_1$	$\sum K_{ij} = K_2$	$\sum K_{ij} = K_3$	$\sum K_{ij} = K_4$	$\sum K_{ij} = K_5$	$\sum K_{ij} = K_6$	$\sum K_{ij} = K_7$	

Основу табл. 1 составляют этапы (расположенные по горизонтали) обработки грузов в ТТС МП, которые показаны на рис.1 в виде  $i$ -х затрат (принимается количество этапов  $i=7$ ), а также  $j$ -е показатели с их критериями, показанные на рис. 2 (принимается  $j=10$ ), расположенные по вертикали (табл. 1).

Затраты входят в стоимость (цену)  $S$  груза.

Блок-схема алгоритма расчета на многокритериальной основе оценочных данных ТТС МП представлена на рис. 2.

Согласно данной блок-схеме определяются коэффициенты значимости затрат при оценке на многокритериальной основе качества работ отдельных элементов ТТС МП.

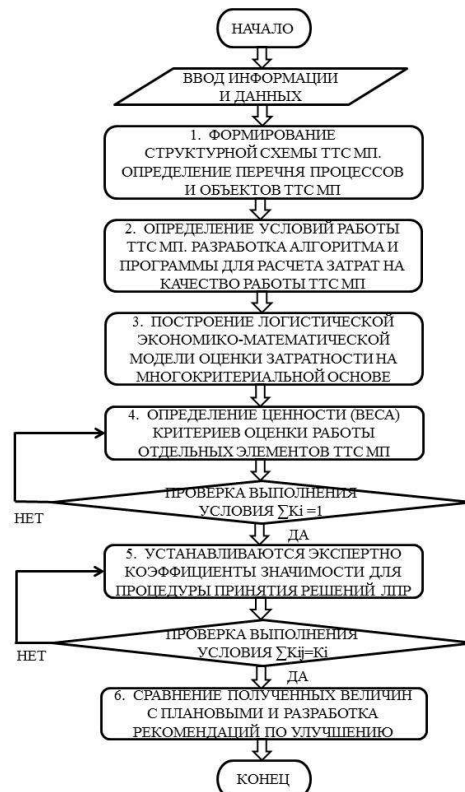


Рис. 2. Семантическая схема взаимосвязи основных элементов транспортно-технологической системы морского порта

Используя таблицу 1, стоимость груза  $Z$  и разработанную блок-схему (рис. 2) можем рассчитать, что, например, на 6-ом этапе ТТС МП на выполнение 7-го показателя затраты ( $Z_{67}$ ) будут равны:

$$Z_{67} = K_{67} \cdot Z. \quad (4)$$

Сравнивая полученную величину затрат с плановой, мы можем оценить качество работ по достижению выполнения 7-го показателя на 6-м этапе работы ТТС МП и наметить соответствующее мероприятие по качеству сервиса рассматриваемого 6-го этапа, направление его

улучшения с использованием человеко-машинных процедур.

### Вывод

Предложен метод оценки на многокритериальной основе качества работы транспортно-технологической системы морского порта с использованием данных, полученных от лиц, принимающих решения, и алгоритм, который позволяет ускорить расчеты необходимых оценочных данных.

Разработанный метод с использованием человеко-машинных процедур позволит оценить затратность, эффективность и качество работы любого элемента транспортно-технологической системы морского порта в неопределенных условиях, особенно при дерегуляции грузоперевозок, а также наметить и разработать мероприятия для улучшения их оценочных показателей.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ДСТУ ISO 9000:2015 (ISO 9000:2015, IDT) // Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів. – Національний стандарт України. Видання офіційне. – Київ, ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 45 с.
2. Петров С. И. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст]: учеб. пособие [Текст] / С. И. Петров. – Омск: ОИВТ (филиал) ФБОУ ВПО «НГАВТ», 2012. – 154 с.
3. Берестовой А. М. Синтез процессов и объектов в материальных потоках транспорта затвердевающих жидкостей. [Текст] / Дис. докт. техн. наук. Мариуполь, ПГТУ. – 2002. – 528 с.
4. Зинченко С. Г. Контроллинг эксплуатации и ремонта объектов транспортно-технологической системы морского порта в условиях дерегуляции перевозок грузов и наличия суброгационного оборудования [Текст] / С. Г. Зинченко. – Мариуполь: ООО «ППНС», 2017. – 159 с. – ISBN 978-617-7413-45-4.

5. Салимова Т. А. Управление качеством: учебник по специальности «Менеджмент организации» [Текст] / Т. А. Салимова. – 5-е изд., стер. – М.: «Омега-Л», 2011. – 416 с.

6. Мишин В. М. Управление качеством: Учебное пособие для ВУЗов. [Текст] / В. М. Мишин. – М.: ЮНИТИ-Дана, 2000. – 303 с.

7. Зинченко С. Г. Моделирование на многокритериальной основе оценки факторов, обеспечивающих эффективную работу транспортных объектов морского порта [Текст] / С. Г. Зинченко, О. А. Хлестова, Л. Ф. Хлопецкая // Вісник ПДТУ. Технічні науки Маріуполь. Вип. 37, 2018. – С. 209-216.

8. Наврозова Ю. А. Экономические основы управления качеством продукции морских торговых портов Украины: дисс. ... кандидата экон. наук: 08.07.04: защищена 21.06.2005. [Текст] // Одесса, ОНМУ. – 2005 – 216 с.

9. Зинченко С. Г. Оцінка витрат на якість в сучасних умовах [Текст] / С. Г. Зинченко // Наукові праці МАУП (екон. науки), 2018. – Вип. 2 (56). – К.: МАУП, С. 66-76.

10. Парфеньева И. Е., Андина Ю. С. Оценка качества деятельности организации методом самооценки // Сборник статей по мат. XXXII научно-практической конференции [Текст] / Технические науки – от теории к практике. – Новосибирск: СибАК, – № 3 (28), 2014. – С. 132-139.

11. Хлестова О. А. Повышение эффективности транспортно-технологической схемы доменного производства: дис. канд. наук: 05.22.12: защищена 27.04.15: утв. 12.05.15 [Текст] / О. А. Хлестова. – Днепрпетровск, 2015. – 172 с.

*Статья рекомендована к публикации д.т.н., проф. Белозеровым В. Е. (Украина)*

Поступила в редколлегию 17.09.2020.  
Принята к печати 02.10.2020.

А. М. БЕРЕСТОВОЙ, С. Г. ЗИНЧЕНКО, О. А. ХЛЕСТОВА

## ОЦІНКА НА БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНІЙ ОСНОВІ ЯКОСТІ РОБОТИ ЕЛЕМЕНТІВ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ МОРСЬКОГО ПОРТУ

**Анотація.** В статті розглянуто проблему оцінки на багатокритеріальній основі якості роботи елементів транспортно-технологічної системи морського порту.

Спосіб оцінки показників роботи транспортно-технологічної системи морського порту побудований на формуванні і порівнянні масиву даних обумовлених показників економічної, екологічної, соціальної, функціональної та інших видів ефективностей даної системи.

Управління міжнародною транспортною системою, якою є транспортно-технологічна система морського порту, несе в собі вельми складний економетричний характер з логістичними принципами «компромісність, невтручання, якість, ризики» та інші. Більш спрощеною є оцінка якості на багатокритеріальній основі з

використанням людино-машинних процедур, що актуально для оцінки роботи транспортно-технологічної системи морського порту в сучасних умовах дерегуляції. Це є характерним для роботи морських портів.

Людино-машинна процедура передбачає використання двох можливостей: перша – достовірно необхідні і точні дані, що отримані від осіб, які приймають рішення; друга – розробка алгоритму і програми, що дозволяють прискорити розрахунки необхідних оціночних даних з встановлення оцінки витрат з якості робіт в транспортно-технологічній системі морського порту.

Особливу увагу при використанні апарату людино-машинних процедур з розрахунку оцінки якості на багатокритеріальній основі, заслуговує вибір вагових критеріїв з оцінкою «важливості» відхилень витрат з якості роботи конкретного елемента від показників в практиці роботи окремих елементів транспортно-технологічної системи морського порту.

Якість робіт елементів транспортно-технологічній системі морського порту слід оцінювати на багатокритеріальній основі по затратах на досягнення значення відповідного оціночного показника ефективності в залежності від вартості вантажу.

Складено блок-схему алгоритму для прискорення розрахунків необхідних оціночних даних з встановлення оцінки витрат з якості робіт в транспортно-технологічній системі морського порту, за якою визначаються коефіцієнти вагомості витрат при оцінці робіт окремих її елементів.

Таким чином, розроблений метод дозволяє оцінити на багатокритеріальній основі обсяг витрат, ефективність і якість роботи будь-якого елемента транспортно-технологічної системи морського порту в невизначених умовах, особливо при дерегуляції перевезень вантажів, а також намітити і розробити конкретні заходи для поліпшення оціночних показників даної системи.

*Ключові слова:* оцінка; критерії, багатокритеріальність; транспортно-технологічна система; морський порт; якість

A. M. BERESTOVOI, S. G. ZINCHENKO, O. A. KHLIESTOVA

## **ASSESSMENT ON A MULTI-CRITERIA BASIS OF QUALITY OF WORK OF ELEMENTS OF TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL SYSTEM OF THE SEA PORT**

**Abstract.** The article considers the problem of evaluating, on a multicriteria basis, the quality of work of elements of the transport and technological system of the seaport.

The method for evaluating the performance indicators of the transport and technological system of the seaport is based on the formation and comparison of a data array of conditional indicators of economic, environmental, social, functional and other types of effectiveness of this system.

The management of the international transport system, which is the transport and technological system of the seaport, bears a rather complicated econometric character with the logistic principles of “compromise, non-interference, quality, risks” and others. A simpler is the assessment of quality on a multi-criteria basis using human-machine procedures, which is relevant for evaluating the operation of the transport and technological system of the seaport in modern conditions of deregulation. This is typical for seaports.

The human-machine procedure involves the use of two possibilities: the first is reliably necessary and accurate data received from decision makers; the second is the development of an algorithm and program that allows you to speed up the calculations of the necessary estimates and establish estimates of the cost of the quality of work in the transport and technological system of the seaport.

Particular attention when using the apparatus of human-machine procedures for calculating the quality assessment on a multi-criteria basis deserves the choice of weight criteria with an assessment of the “importance” of deviations of the cost of the work of a particular element from the indicators in the practice of individual elements of the transport and technological system of the seaport.

The quality of work of the elements of the transport and technological system of the seaport should be assessed on a multi-criteria basis at the cost of achieving the value of the corresponding estimated efficiency indicator depending on the value of the cargo.

A block diagram of the algorithm has been compiled to accelerate the calculation of the necessary estimated data for establishing an estimate of the cost of the quality of work in the transport and technological system of the seaport, which determines the coefficients of the weight of costs in evaluating the work of its individual elements.

Thus, the developed method makes it possible to assess, on a multicriteria basis, the volume of costs, the efficiency and quality of work of any element of the transport and technological system of the seaport in uncertain conditions, especially when deregulating cargo transportation, as well as to outline and develop specific measures to improve the estimated performance of this system.

*Key words:* assessment; criteria; multicriteria; transport and technological system; seaport; quality