

УДК 656.615:656.614

doi: 10.31498/2225-6733.37.2018.160414

© Зинченко С.Г.¹, Хлестова О.А.², Хлопецкая Л.Ф.³**МОДЕЛИРОВАНИЕ НА МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОСНОВЕ ОЦЕНКИ
ФАКТОРОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ЭФФЕКТИВНУЮ РАБОТУ
ТРАНСПОРТНЫХ ОБЪЕКТОВ МОРСКОГО ПОРТА**

В статье рассмотрена проблема оценки факторов, обеспечивающих эффективную работу транспортно-технологического комплекса морского порта в современных условиях. Способ оценки факторов основан на формировании и сравнении массива данных обусловленных показателей экономической, экологической, социальной, функциональной и других видов эффективностей систем. Исследованы виды эффективностей работы морских портов Украины и различные их оценочные критерии, построена графическая модель структуризации факторов, демонстрирующая изменения основных показателей работы портов.

Ключевые слова: модель, оценка, бесперебойная работа, транспорт, факторы, эффективность, морской порт, перевозки грузов.

Зінченко С.Г., Хлестова О.А., Хлопецька Л.Ф. Моделювання на багатокритеріальній основі оцінки факторів, що забезпечують ефективну роботу транспортних об'єктів морського порту. У статті розглянуто проблему оцінки факторів, що забезпечують ефективне функціонування транспортно-технологічного комплексу морського порту в сучасних умовах. Транспортно-технологічний комплекс морського порту поєднує на своїй території роботу різних видів транспорту: залізничного, автомобільного, морського та спеціальних видів транспорту. На роботу такого комплексу впливають багато різних факторів. Тому дослідження, спрямовані на підвищення ефективності транспортної інфраструктури морського порту, особливо скорочення простою суден у порту, слід вважати актуальними. Моделювання ефективності розвитку такого складного транспортно-технологічного комплексу, як морський порт, можливе на багатокритеріальній основі. Найближчим до розглянутого є спосіб, що представляє собою оптимізацію процесів та об'єктів системи, а також саму систему процесів, оцінюється за наявності певного набору гетерогенних критеріїв за методом машино-механічних процедур, що застосовується до реальної системи. Спосіб оцінювання факторів базується на формуванні та порівнянні масиву даних обумовлених показників економічної, екологічної, соціальної, функціональної та інших видів ефективності систем. Метою дослідження є розробка моделі взаємодії основних факторів, що впливають на різну ефективність і безпеку морського порту в особливий період, що має неоднорідні, іноді суперечливі, критерії оцінки, за допомогою яких можна оцінити вплив чинників на ефективну та безпечну експлуатацію інфраструктури морського порту. Були вивчені види діяльності морських портів України та їх різні критерії оцінки, побудовано графічну модель структурних факторів, що демонструє зміни в основних показниках роботи портів. Збільшення витрат морського порту відбувається у двох основних сферах: безпеки та продуктивності. Крім того, робота інфраструктури морського порту передбачає певні додаткові заходи, що впливають на безперебійне функціонування порту. Слід мати на увазі, що загальна ефективність виконання запланованих заходів складається з чотирьох основних ефективностей:

¹ канд. экон. наук, доцент, Мариупольский институт «Межрегиональная Академия управления персоналом», г. Мариуполь, s-zinchenko@ukr.net

² канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь, batami36@gmail.com

³ аспирант, Восточноукраинский Национальный Университет им. В. Даля, г. Северодонецк, l.khlopetskaya@gmail.com

економічної, екологічної, соціальної та функціональної. Враховуючи те, що показники суб'єктів різної ефективності неоднорідні, їх підсумовування призводять до одного показника в залежності від їх значимості. Аналіз таких моделей – графічно-структурованих факторів та економіко-математичної ефективності – показує, що функціонування морської інфраструктури залежить від певного комплексу факторів різного типу, що вимагає оцінки своєї роботи на багатокритеріальній основі. Результатом дослідження є запропонований метод визначення раціонального складу об'єктів та технологій системи морського порту, вибір пріоритетних напрямів їх подальшого розвитку, а також оцінка ефективності цієї системи з позиції економічної, соціальної, екологічної, функціональної та інших ефективностей. **Ключові слова:** модель, оцінка, безперебійна робота, транспорт, фактори, ефективність, морський порт, перевезення вантажів.

S.G. Zinchenko, O.A. Khlestova, L.F. Khlopetskaya. Modeling the estimation of factors providing efficient work of transport objects of the seaport on a multicriteria basis. The article considers the problem of assessing the factors that ensure the effective operation of the transport and technological complex of the seaport in modern conditions. The transport and technological complex of the seaport links on its territory the work of different types of transport: rail, road, sea and special types of transport. The work of such a complex is influenced by many different factors. Therefore, studies aimed at improving the efficiency of the transport infrastructure of the seaport, especially reducing the idle time of ships in the port should be considered relevant. Modeling the development efficiency of such a complex transport and technological complex as a seaport is possible on a multi-criteria basis. The immediate to the considered one is a method representing optimization of processes and objects of the system, as well as the process system itself, evaluated with a certain set of heterogeneous criteria using the method of man-machine procedures, applied to a real system. The method of evaluating factors is based on the formation and comparison of a data set of conventional indicators of economic, environmental, social, functional and other types of system efficiencies. The purpose of the study is to develop a model of interaction of the main factors affecting the various efficiencies and safety of the seaport during a special period, which have heterogeneous, sometimes contradictory, evaluation criteria with which you can assess the influence of the factors on the efficient and safe operation of the seaport. The types of performance of the seaports of Ukraine and their various evaluation criteria have been studied, a graphical model of structuring factors has been built, demonstrating changes in the main indicators of the ports. The increase in expenses of the seaport goes in 2 main areas: safety and performance. In addition, the work of the seaport infrastructure provides for certain additional expenditure measures that affect the smooth running of the port. It should be born in mind that the overall effectiveness of the implementation of the planned measures consists of four main efficiencies: economic, environmental, social and functional. Considering that the indicators of entities of different efficiencies are heterogeneous, their summation results in a single indicator depending on their significance. Analysis of the following models: graphical – structuring factors and economic-mathematical – efficiency shows that the operation of the seaport infrastructure depends on a certain set of factors of various kinds, which requires an assessment of its work on a multi-criteria basis. The technical result of the study is to provide a method for determining the rational composition of objects and technologies of the seaport process system, choosing priority directions for their development and future development, as well as evaluating the performance of this system from economic, social, environmental, functional and other efficiencies point of view.

Keywords: model, evaluation, smooth operation, transport, factors, efficiency, seaport, transportation of goods.

Постановка проблеми. Транспортно-технологический комплекс морского порта увязывает на своей территории работу разных видов транспорта: железнодорожного, автомобильно-

го, морского и специальных видов транспорта. На работу такого комплекса оказывает влияние множество различных факторов.

Например, работа транспортно-технологического комплекса Мариупольского морского порта, особенно в зимних условиях при низких температурах и в ледовой обстановке, существенно усложняется. В определенной мере снижается уровень безопасности судоплавания в акватории порта и подходных каналах. Одновременно увеличиваются простои морских судов при их обработке в порту и увеличивается время прохождения судами акватории порта и судоходных каналов.

В зимних условиях увеличивается нагрузка в работе практически всех структурных подразделений морского порта, а также его объектов и средств транспорта, что, в свою очередь, приводит к увеличению финансовых, трудовых, природно-энергетических затрат и к снижению уровня защиты окружающей среды. В соответствии с этим снижаются показатели эффективности работы порта в целом, а также отдельных процессов и объектов его инфраструктуры.

Поэтому исследования, направленные на повышение уровня эффективности работы объектов транспортной инфраструктуры морского порта, особенно снижение простоя морских судов в порту, следует считать актуальными.

Моделирование эффективности развития такого сложного транспортно-технологического комплекса, как морской порт, возможно на многокритериальной основе [1].

В этих условиях для оценки работы инфраструктуры порта требуется учет множества различных факторов с их разноплановыми (порой противоречивыми) критериями, влияющих на экономическую [2], социальную [3], экологическую [4] и функциональную [5] виды эффективностей.

Особенно это касается служб: диспетчерской, ремонтной, снабжения, портового флота, капитанерии, лоцманской навигации, информационных технологий, связи и других, в том числе внутрипортового и внешнего транспорта, а также организаций, составляющих инфраструктуру порта.

Анализ последних исследований и публикаций. Для подготовки и организации работы порта в зимний особый период на практике издаются внутрипортовые приказы, в которых отражается определенное множество факторов, влияющих на указанные выше эффективности, например [6, 7].

К известным способам оценки и мониторинга работы сложных систем можно отнести способ оценки эффективности процесса разработки объектов военной техники применительно к реальным данным, характеризующим свойства разнородных объектов процессной системы, а также самой системы, описанной в [8]. Однако этот способ не рассматривает другие виды эффективностей составляющих объектов и системы в целом, базируется на моделировании системы на экономической основе.

В лит. источнике [9] описан способ оценки эффективности процесса системы обучения путем подсчета количества условных единиц знаний, каждая из которых представляет собой связь между изучаемым и известным понятием, а также подсчета условных единиц умений, каждая из которых представляет собой единичный шаг алгоритма, описывающего соответствующее умение, что, по мнению его авторов, повышает объективность и точность оценки эффективности процесса обучения и его средств, используемых при обучении. К недостаткам этого способа следует отнести наличие сложной комбинаторной проблемы фиксации и варьирования множества, порой не до конца определенных, ограничений и их оценок.

Способ, описанный в лит. источнике [10], расширяет функциональные возможности систем, в том числе искусственного интеллекта; может применяться при решении следующих проблем: определение слаженной координации, взаимодействие и формы поведения объектов, планирование взаимодействия объектов с внешней средой, формирование новых форм поведения и универсальности процессной системы. К недостатку вышеизложенного метода можно отнести то, что различные виды эффективностей в нем не были учтены.

Способ, описанный в лит. источнике [11], базируется также, как и в [9], в основном, на описательных, информационных, адаптивных и когнитивных моделях процессов и объектов, которые носят информационный характер и обладают в какой-то мере неопределенностью, связанной с теорией подобия, а также создают ряд проблем, с которыми сталкиваются разработчики процессных систем. Основными из них являются определение слаженной координации, вза-

имодействие, формы поведения объектов и т. д.

Наиболее близким к рассматриваемому является способ, описанный в источнике [12], представляющий собой оптимизацию процессов и объектов системы, а также саму процессную систему, оцениваемых при наличии определенного множества разнородных критериев с использованием метода человеко-машинных процедур применительно к реальной системе.

Цель исследования. Разработать модель взаимодействия основных факторов, влияющих на различные эффективности и безопасность работы морского порта в особый период, которые имеют разнородные, порой противоречивые оценочные критерии, с помощью которых можно оценить влияние факторов на эффективную и безопасную работу порта в зимний период. При этом важно выделить и сформулировать значимость каждого из критериев.

Изложение основного материала. Учитывая влияние различных факторов, структурируем их в виде графической модели оценочных критериев, влияющих на эффективность работы морского порта при работе в зимнюю навигацию, см. рис. 1.

Согласно приказам [6, 7] и др., в работе инфраструктуры морского порта предусматриваются определенные, влияющие на обеспечение бесперебойной работы порта, дополнительные расходные мероприятия, в том числе:

- создается оперативный штаб ледовых операций;
- вводится дополнительная нагрузка специалистов структурных подразделений порта;
- производится калькуляция дополнительных услуг плавсредств портового флота;
- создаются караваны из нескольких судов для проводки их по подходному каналу;
- устанавливается очередь на ввод судов в порт и вывод их из порта;
- координируется информация по проводке судов с помощью ледокола и буксирных средств по каналу Угольной гавани;
- обеспечивается информация о подходе судов к Керчь-Еникальскому каналу;
- организовывается своевременная и безопасная доставка и снятие лоцманов на внутреннем и внешнем рейдах порта с помощью плавсредств портового флота;
- плавсредства портового флота переводятся на зимний ледовый режим работы с доукомплектованием их экипажей, отдельные члены экипажей судов снабжаются мобильной связью;
- обеспечивается досрочное снабжение провизией, водой, топливом, маслом, а также другими видами экипировки плавсредств портового флота для работы в зимних условиях;
- выполняются предварительные и итоговые экономические расчеты на основе выписок из судовых вахтенных журналов при работе плавсредств портового флота в зимних условиях;
- учитывается оплата услуг сторонних организаций при работе порта в зимних условиях согласно предварительно составленным договорам;
- на период зимней навигации производится изменение штатного расписания экипажей ледокольных судов в сторону введения дополнительных специалистов по обеспечению зимнего плавания с созданием условий для их постоянного проживания и питания на судне;
- вводится дополнительная оплата членам экипажей судов портового флота, работающих в зимних условиях;
- на ледоколе и буксирах ледового класса в штатах их экипажей предусматривается дополнительно наличие специалистов по поддержанию в рабочем состоянии и текущему ремонту механизмов, устройств, систем и корпусных конструкций, а также обеспечивающих безопасность судоплавания в зимних условиях;
- для экипажей судов, плавающих в ледовой обстановке по акватории порта и на подходных каналах, предусматриваются расходы на столовое питание, обеспечивается доставка членов экипажей судов домой и до судна автотранспортом порта;
- предусматриваются другие мероприятия, обеспечивающие эффективную работу электронавигации, информационных технологий, технических средств, способствующих безопасности и эффективности мореплавания в зимний период.

Наращение затрат порта в зимний период идет по 2 основным направлениям: безопасность и результативность работы порта (рис. 2).

Анализируя рассмотренные факторы и их оценочные критерии, а также мероприятия, принимаемые морским портом для повышения безопасности и эффективности его работы в зимний период, особенно в условиях ледовой обстановки, следует отметить, что все они в совокупности носят затратный характер.

При этом необходимо учитывать, что общая эффективность от внедрения намечаемых мероприятий складывается из четырех основных эффективностей: экономической, экологической, социальной и функциональной [12].

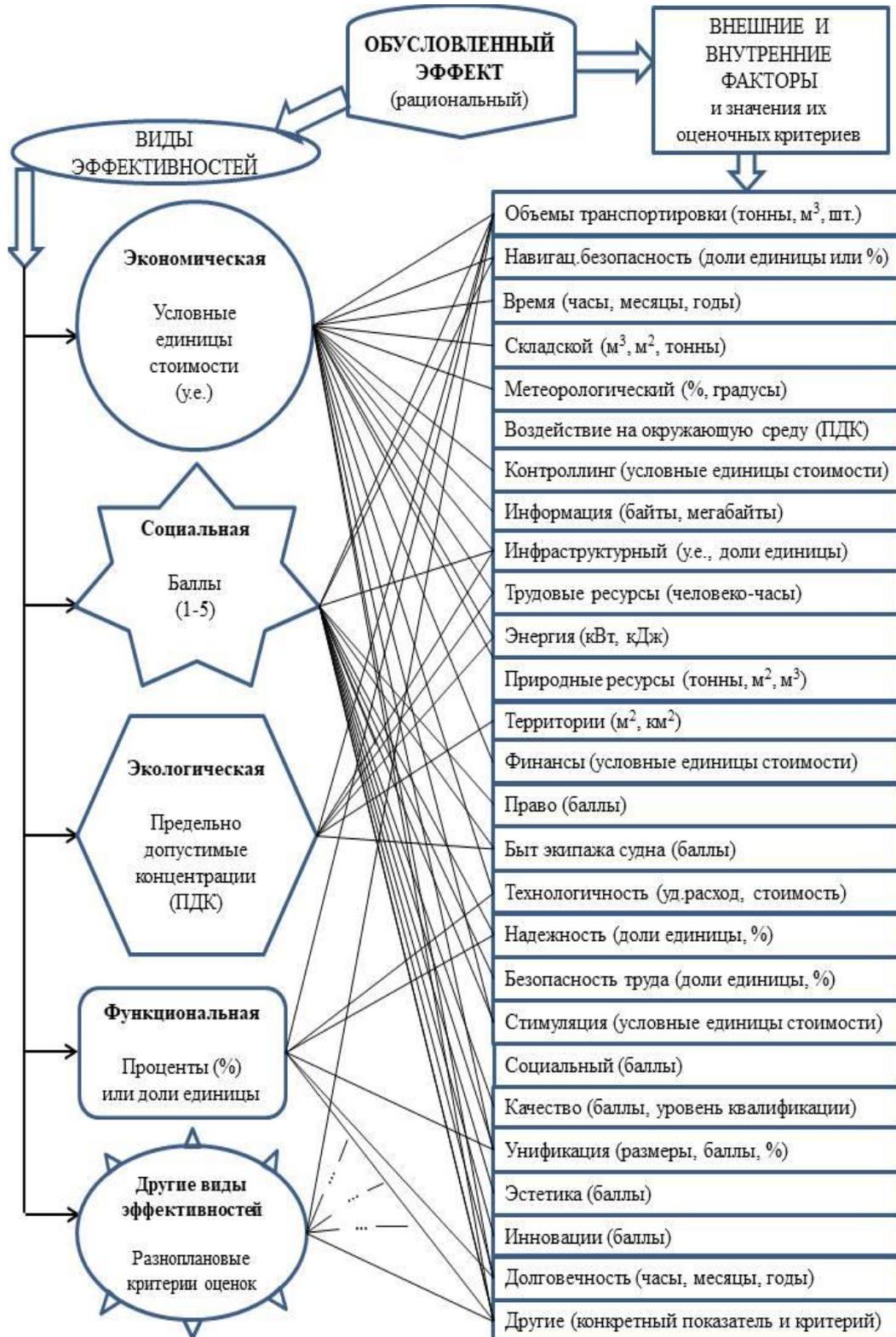


Рис. 1 – Графическая модель структуризации основных факторов и их оценочных критериев, влияющих на эффективность работы морского порта в зимнюю навигацию

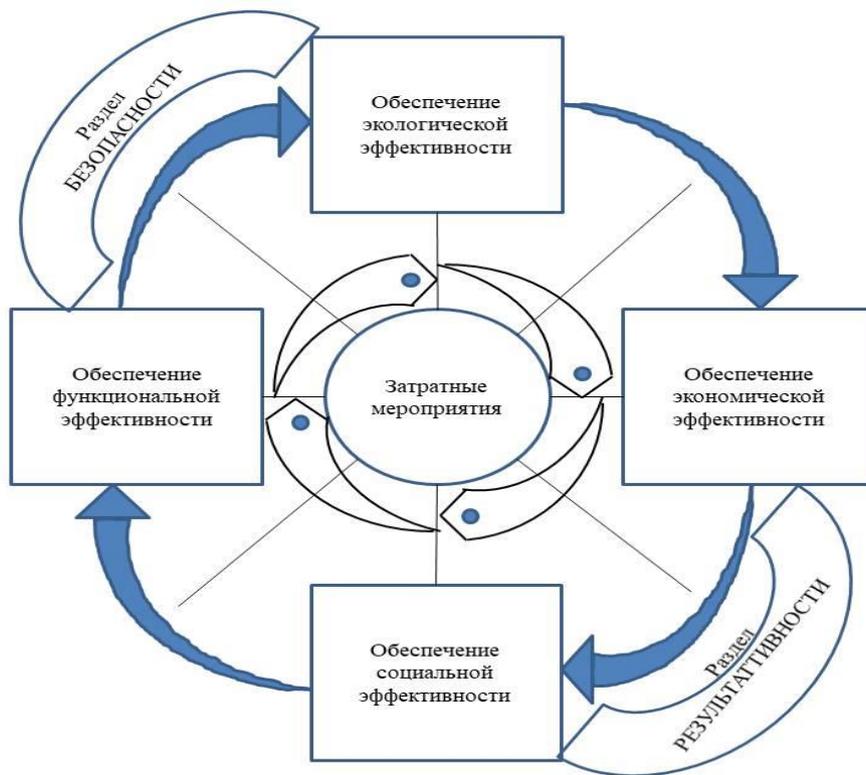


Рис. 2 – Графическая модель нарастания дополнительных затрат в транспортно-технологической системе морского порта в зависимости от планируемых портом мероприятий по обеспечению безопасной и результативной его работы в зимних условиях: ↻ – рост мероприятий; ↻ – рост затрат

В этих условиях важными являются действия морского порта, направленные на более эффективное внедрение рассмотренных мероприятий, с учетом оценки их эффективности на многокритериальной основе.

Это представляет собой весьма трудное и сложное решение задачи, осуществление которой возможно с применением человеко-машинных процедур и с использованием ЭВМ, а также основ многоцелевого программирования, в которых при анализе и процедуре принятия решений в расплывчатых условиях участвует эксперт – лицо, принимающее решение; в большинстве случаев это коллектив специалистов [12].

Мультикритериальные исследования проводились учеными в разных портах: метод DELPHI был внедрен в морских портах Испании [13], сегментивный анализ проводился в порту Клайпеда [14] и при развитии порта Венеция [15]. Обобщив данный опыт, авторами предложена модель определения общей эффективности на многокритериальной основе.

Экономико-математическая модель решения задачи определения общей эффективности \mathcal{E}_c при реализации мероприятий в морском порту может быть выражена в виде:

$$\mathcal{E}_c = f(\sum \mathcal{E}_i) = f(\mathcal{E}_{экон}; \mathcal{E}_{экол}; \mathcal{E}_{соц}; \mathcal{E}_{функ}) \rightarrow \max,$$

- где \mathcal{E}_i – виды эффективностей, комплексный показатель;
 $\mathcal{E}_{экон}$ – экономическая эффективность, условные единицы стоимости;
 $\mathcal{E}_{экол}$ – экологическая эффективность, ПДК;
 $\mathcal{E}_{соц}$ – социальная эффективность, баллы;
 $\mathcal{E}_{функ}$ – функциональная эффективность, доли единицы (или %).

при ограничениях:

- $\mathcal{E}_{экон}$ – максимальная прибыль, условные единицы стоимости;
 $\mathcal{E}_{экол}$ – максимально допустимый уровень ПДК;
 $\mathcal{E}_{соц}$ – наивысший балл;
 $\mathcal{E}_{функ}$ – наивысший показатель надежности и безопасности, %.

Учитывая то, что показатели разных по виду сущностей эффективностей разнородны, их при суммировании (Σ) приводят к единому показателю \mathcal{E}_c в зависимости от их значимости по методикам [1, 16].

Выводы

1. Анализ приведенных моделей: графической – структуризации факторов и экономико-математической – эффективностей показывает, что работа инфраструктуры морского порта зависит от определенного множества факторов различного рода, что требует оценки его работы на многокритериальной основе.

2. Техническим результатом исследования является обеспечение способа определения рационального состава объектов и технологий процессной системы морского порта, выбора приоритетных направлений их разработки и перспективного развития, а также оценки на многокритериальной основе работы данной системы с позиций экономической, социальной, экологической, функциональной и других эффективностей, что создает основы упрощения оценки определенной эффективности и конкурентоспособности сложных процессных систем, например, производственных и транспортных, а также способствует интеграции национальных систем в мировые.

Список использованных источников:

1. Берестовой А.М. Синтез процессов и объектов в материальных потоках транспорта затвердевающих жидкостей: дис. ... д-ра техн. наук : 05.22.12 : защищена 24.05.02; утв. 17.11.02 / Берестовой Анатолий Михайлович. – Луганск, 2002. – 542 с.
2. Экономическая эффективность [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>. – Название с экрана.
3. SimpleEconomic. Доступная экономика [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.simpleeconomic.ru/silems-353-1.html>. – Название с экрана.
4. Экологический словарь [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ecolog>. – Название с экрана.
5. Большая энциклопедия нефти и газа [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.ngpedia.ru/id625108p1.html>. – Название с экрана.
6. О проведении ледовой компании в зимнюю навигацию 2013-2014 гг. : Приказ № 788 от 29.11.2013 г. по ГП «ММТП». – 2013. – 5 с.
7. О проведении ледовой компании в зимнюю навигацию 2014-2015 гг. : Приказ № 671 от 27.11.2014 г. по ГП «ММТП». – 2014. – 5 с.
8. Пат. 2282243 Россия, МПК G 06 T 17/50, G 06 N 5/00. Способ оценки эффективности процесса разработки объектов военной техники / В.В. Барвиненко, И.Д. Бейлин, А.Л. Борисов, И.Ю. Жуков, В.Н. Зимин, В.Р. Ляпин, Г.В. Озерин, В.В. Соломатин, Ю.Г. Шарашкин. – № 2004128922/09; заявл. 04.10.04; опубл. 20.08.06, Бюл. № 23. – 14 с.
9. Пат. 2158964 Россия, МПК G 09 V3/00. Способ оценки эффективности процесса обучения / М.П. Карпенко, О.М. Карпенко, А.Н. Чмыхов, Е.В. Чмыхова. – № 99112970/28; заявл. 15.06.99; опубл. 10.11.00, Бюл. № 31. – 9 с.
10. Пат. 2225033 Россия, МПК G 06 N1/00. Способ формирования информационной модели динамической системы и визуализации полученных результатов / Г.В. Сменцарев. – № 2000112330/09; заявл. 18.05.00; опубл. 27.02.04, Бюл. № 6. – 16 с.
11. Pat. 6215498B1 US, Int. Cl. G 06 T 15/00. Virtual command post / Andrew S. Filo, Mark P. Morgenthaler, Glenn C. Steiner. – № 09/150,769; filed 10.09.98; publ. 10.04.01. – 34 p.
12. Вопросы анализа и процедуры принятия решений : сб. переводов с англ. языка / Под редакцией И.Ф. Шахнова. – М. : Мир, 1976. – 232 с.
13. Awad-Nunez S. Application of a Model based on the Use of DELPHI Methodology and Multicriteria Analysis for the Assessment of the Quality of the Spanish Dry Ports Location / S. Awad-Nunez, N. Gonzalez-Cancelas, A. Camarero-Orive // Procedia – Social and Behavioral Sciences. – 2014. – Vol. 162. – Pp. 42-50. – Mode of access: DOI: 10.1016/j.sbspro.2014.12.184.
14. Bagocius V. Multi-Criteria Selection of a Deep-Water Port in Klaipeda / V. Bagocius, K.E. Zavadskas, Z. Turskis // Procedia Engineering. – 2013. – Vol. 57. – Pp. 114-148. – Mode of access: DOI: 10.1016/j.proeng.2013.04.021.

15. Libardo A., Parolin A. Multicriteria Analysis Evaluating Venice Port Development / A. Libardo, A. Parolin // *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. – 2012. – Vol. 48. – Pp. 2545-2554. – Mode of access: DOI: [10.1016/j.sbspro.2012.06.1225](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.1225).
16. Хлестова О.А. Підвищення ефективності транспортно-технологічної схеми доменного виробництва : дис. ...канд. техн. наук : 05.22.12: захищена 27.04.15; затв. 12.05.15 / Хлестова Ольга Анатоліївна. – Дніпропетровськ, 2015. – 172 с.

References:

1. Berestovoy A.M. *Sintez protsessov i ob'ektov v material'nykh potokakh transporta zatverdetsvaiushchikh zhidkostei*. Diss. dokt. techn. nauk [Synthesis of processes and objects in the material flow of solidified liquids transport. Dr. tech. sci. diss.]. Lugansk, 2002. 542 p. (Rus.)
2. *Ekonomicheskaiia effektivnost'* (Cost effectiveness) Available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (accessed 13 October 2018). (Rus.)
3. *SimpleEconomic. Dostupnaia ekonomika (SimpleEconomic. Affordable economy)* Available at: <http://www.simpleeconomic.ru/silems-353-1.html> (accessed 28 September 2018). (Rus.)
4. *Ekologicheskii slovar'* (Ecological dictionary) Available at: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ecolog/> (accessed 08 October 2018). (Rus.)
5. *Bol'shaia entsiklopediia nefti i gaza* (Great encyclopedia of oil and gas) Available at: <https://www.ngpedia.ru/id625108p1.html> (accessed 29 September 2018). (Rus.)
6. *Prikaz №788 ot 29.11.2013 GP «ММТП» «O provedenii ledovoj kompanii v zimnjuju navigaciju 2013-2014 gg.»* [Order № 788 from 29.11.2013 SE «MSCP» «On the conduct of the ice company in the winter navigation 2013-2014»]. 5 p. (Rus.)
7. *Prikaz № 671 ot 27.11.2014 GP «ММТП» «O provedeniiledovojkompanii v zimnjunavigaciju 2014-2015 gg.»* [Order № 671 from 27.11.2014 SE «MSCP» «On the conduct of the ice company in the winter navigation 2014-2015»]. 5 p. (Rus.)
8. Barvinenko V.V., Bejlin I.D., Borisov A.L., Zhukov I.Yu., Zimin V.N., Lyapin V.R., Ozerin G.V., Solomatin V.V., Sharashkin Yu.G. *Sposob otsenki effektivnosti protsessa razrabotki ob'ektov voyennoy tekhniki* [Method for estimating efficiency of process of development of military equipment objects]. Patent RF, no. 2282243, 2006. (Rus.)
9. Karpenko M.P., Karpenko O.M., Chmykhov A.N., Chmykhova H.V. *Sposob otsenki effektivnosti protsessa obucheniya* [Method for estimating efficiency of process of learning]. Patent RF, no. 2158964, 2000. (Rus.)
10. Smentsarev G.V. *Sposob formirovaniya informatsionnoy modeli dinamicheskoy sistemy i vizualizatsii poluchennykh rezul'tatov* [The method of forming an information model of a dynamic system and visualization of the results]. Patent RF, no. 2225033, 2004. (Rus.)
11. Andrew S. Filo, Mark P. Morgenthaler, Glenn C. Steiner. Virtual command post. Patent US, no. 6215498, 2001.
12. Edited by I.F. Shakhnov. *Voprosy analiza i protsedury priniatiia reshenii: sbornik perevodov s angl. iazyka* [Issues of analysis and decision-making procedures: collection of translations from English]. Moscow, 1976. 232 p. (Rus.)
13. Awad-Nunez S., Gonzalez-Cancelas N., Camarero-Orive A. Application of a Model based on the Use of DELPHI Metodology and Multicriteria Analysis for the Assessment of the Quality of the Spanish Dry Ports Location. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2014, vol. 162, pp. 42-50. doi: [10.1016/j.sbspro.2014.12.184](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.12.184).
14. Bagocius V., Zavadskas K.E., Turskis Z. Multi-Criteria Selection of a Deep-Water Port in Klaipėda. *Procedia Engineering*, 2013, vol. 57, pp. 114-148. doi: [10.1016/j.proeng.2013.04.021](https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.04.021).
15. Libardo A., Parolin A. Multicriteria Analysis Evaluating Venice Port Development. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2012, vol. 48, pp. 2545-2554. doi: [10.1016/j.sbspro.2012.06.1225](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.1225).
16. Khlestova O.A. *Pidvishchennia effektivnosti transportno-tekhnologichnoi skhemi domennogo virobnitstva*. Diss. kand.tech. nauk [Improving the efficiency of the transport and technological scheme of blast-furnace production. Cand.tech. sci.diss.]. Dnipropetrovsk, 2015. 172 p. (Ukr.)

Рецензент: А.М. Берестовой
д-р техн. наук, проф., ГБУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 26.10.2018