

Ткаченко К.О.

ДЕЯКІ АСПЕКТИ МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

Розглянуто проблематику моделювання транспортних систем на прикладі національної системи морського та річкового транспорту. Проаналізовано деякі загальні аспекти, етапи та принципи моделювання транспортних систем. Визначаються основні вимоги до моделювання транспортних систем для вирішення проблем функціонування, розвитку і вдосконалення як національної системи морського та річкового транспорту, так і окремих її компонентів. Шляхом вирішення проблем автором обрано ситуаційно-продукційне моделювання системи на основі онтологічного підходу (аналізу та відповідної класифікації елементів такої моделі).

Ситуаційно-продукційне моделювання системи морського та річкового транспорту сприятиме збільшенню ступеня повноти і достовірності оцінки стану системи та прогнозуванню стану систему завдяки врахуванню різних факторів, що впливають на різні рівні та компоненти системи.

Проведено аналіз підходів до моделювання транспортних систем. Зроблено висновки, що для оптимізації прийняття відповідних управлінських рішень щодо розвитку та вдосконалення національної системи морського та річкового транспорту доцільно використовувати відповідну багаторівневу модель.

Розглянувши різні аспекти моделювання системи морського та річкового транспорту, можна зробити висновок, що запропонована багаторівнева ситуаційно-продукційна модель системи сприяє аналізу та прогнозуванню її станів.

Для забезпечення ефективної роботи компонентів системи слід, зокрема, приділяти увагу стратегічному плануванню функціонування системи морського та річкового транспорту на основі відповідних моделей, зокрема й на запропонованій ситуаційно-продукційній багаторівневій моделі, визначати кількість підприємств системи різних рівнів та їх спеціалізацій відповідно до вимог ринку транспортних, логістичних та інших послуг, що надаються підприємствами системи.

Ключові слова: транспортна система, система морського та річкового транспорту, моделювання, багаторівнева модель, ситуаційно-продукційна модель.

Постановка проблеми. Сучасні вимоги до моделювання транспортних систем, до яких належить, зокрема система морського та річкового транспорту (СМРТ), аналіз деяких аспектів моделювання СМРТ надають можливість обґрунтування багаторівневої моделі СМРТ (на прикладі роботи систем логістики на водному транспорті). Існуючі підходи до моделювання складних логістичних систем обумовили актуальність проблем моделювання процесів підготовки відповідних транспортних засобів, складських приміщень, маршрутів, кадрів, що є конкурентоспроможними на внутрішньому та світовому ринках. Ці проблеми є наслідком відсутності відповідних дій щодо національної СМРТ. Все більш актуальним стає прийняття управлінських рішень на основі відповідних моделей СМРТ. Тому проблема моделювання складної системи, якою є СМРТ, визначення технології прийняття рішень щодо вдосконалення цієї системи на основі відповідної моделі, є актуальною.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Національна СМРТ потребує при її моделюванні врахування багатьох факторів впливу. Теоретичні основи моделювання систем розглядалися такими вченими, як Кулініч А.А., Максимов В.І., Костенко К.І., Денисенко

В.Н., Рубаков С.В., Грегер С.Е., Ткаченко О.І. [1 – 8]. Транспортні та логістичні системи розглядаються в працях Боняр С.М. [9], Карпенко О.О., Паливода О. та Бондаренко О. [10]. Підкреслюючи складність проблем, що стоять перед сучасними транспортними системами, ці автори розглядають лише окремі аспекти їх функціонування (логістичні, економічні, фінансові, математичні). Проблеми дослідження транспортних систем за допомогою їх моделей (онтологічних, семантичних, когнітивних, продукційних тощо) є актуальними.

Мета дослідження. Основною метою роботи, що пропонується, є аналіз деяких аспектів моделювання транспортних систем (зокрема, СМРТ) для подальшої розробки підходів до використання запропонованих моделей при прийнятті управлінських рішень щодо розвитку та вдосконаленню СМРТ. В якості моделі пропонується семантико-ситуаційна багаторівнева модель.

Основний матеріал дослідження. Моделювання складної системи, якою є СМРТ, – це засіб вивчення її компонентів, об'єктів, суб'єктів, процесів функціонування, розвитку та вдосконалення шляхом їх заміни відповідною моделлю (наприклад, онтологічною, семантичною, продукційною, фреймовою, економіко-математичною). Вид та клас моделі залежить від проблем, що стоять перед СМРТ. *Модель* – це образ об'єкта дослідження, в ролі якого виступає СМРТ зі всіма її компонентами, об'єктами, суб'єктами та процесами. Процес моделювання СМРТ представлено на рис.1.

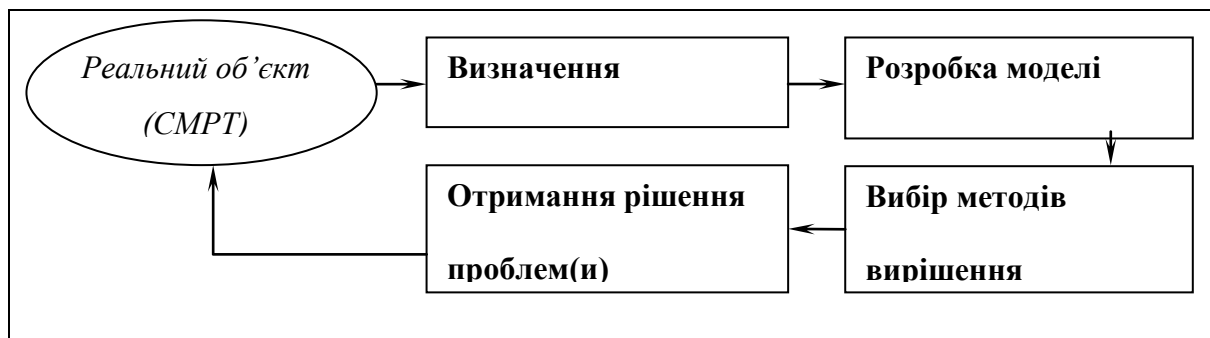


Рис. 1. Схема побудови моделі СМРТ

Цінність моделі для аналізу та оптимізації управлінських рішень щодо СМРТ – надання можливості оцінити планові завдання; визначити рівні забезпечення (матеріального, кадрового, технічного, технологічного, логістичного, фінансового, програмного тощо) та ресурси; отримувати оцінки стану ринків праці, стану річкового та морського флоту, стану логістичного забезпечення тощо. Моделювання СМРТ надає можливість отримати чітке уявлення про неї, охарактеризувати і кількісно описати її внутрішню структуру і зовнішні зв'язки.

Модель СМРТ – сукупність відношень, що визначають характеристики функціонування системи в залежності від багатьох факторів (структури системи, її компонентів, об'єктів, суб'єктів, процесів, алгоритмів поведінки, параметрів функціонування, станів системи, впливів зовнішнього середовища, початкових умов і часу тощо).

Основною метою моделювання СМРТ є формування спектру проблем та задач, що потрібно вирішити, та відповідного спектру моделей дослідження системи, які можуть сприяти вирішенню сформульованих проблем. Модель залежить від багатьох факторів, що можуть постійно змінюватися. Тому модель, яка розглядається, є динамічною.

Модель СМРТ є наближеним представленням системи, вираженим в поняттях предметної області засобами того класу моделей, яка береться за основу дослідження і зберігає суттєві (основні, головні, базові) властивості оригіналу (СМРТ). Модель в кількісній формі за допомогою математичних конструкцій описує основні властивості системи, її параметри,

внутрішні і зовнішні зв'язки, фактори впливу тощо. Якісна форма оцінювання системи все рівно відображається цільцісною шкалою, тому її розглядати не будемо.

Модель СМРТ може бути представлена як система функціоналів $\Phi_i(X, Y, Z, t) = 0$, де X – вектор вхідних змінних (внутрішніх факторів впливу, характеристик стану компонентів системи, тощо), $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$, Y – вектор вихідних змінних (варіанти управлінських рішень тощо), $Y = \{y_1, y_2, y_3, \dots, y_n\}$, Z – вектор зовнішніх факторів впливів, $Z = \{z_1, z_2, z_3, \dots, z_n\}$, t – координата часу.

Побудова моделі СМРТ полягає у визначенні зв'язків між процесами системи, явищами, використанні математичного апарату для кількісного (якісного) відображення зв'язків між процесами, суб'єктами та об'єктами системи, факторами впливу на систему тощо. При побудові моделі СМРТ слід виявити всі фактори впливу на систему (суттєві та несуттєві), виключити несуттєві, щоб спростити модель, зберігши основні властивості системи. На основі наявних даних формується система відношень між компонентами системи, які мають бути відображені у моделі. Ці відношення можуть належати до різних класів, наприклад «підпорядкування», «ієрархія», «слідування», «наслідування». Вибір класу відношень залежить від поставлених задач моделювання, задач аналізу та прогнозування функціонування СМРТ.

Основні вимоги до моделі СМРТ: *повнота* (надається можливість отримання набору оцінок системи з необхідною точністю і достовірністю); *гнучкість* (надається можливість відтворення різних ситуацій при зміні структури, алгоритмів і параметрів системи); *мінімізація* термінів розробки та реалізації; *декомпозиція структури* (надається можливість заміни, додавання і виключення частин без переробки всієї моделі); можливість роботи з інформаційними базами (базами даних, базами знань та базами моделей); сучасний інтелектуальний інтерфейс із програмним продуктом, що є ефективною реалізацією моделі та генерації відповідних управлінських рішень щодо вирішення поставлених проблем; можливість проведення комп'ютерних експериментів.

При моделюванні СМРТ її характеристики визначаються на основі побудованої моделі з урахуванням наявної інформації про СМРТ. При отриманні нової інформації про систему її модель модифікується (змінюється, оновлюється, збільшується тощо). Цей процес продовжується до отримання моделі, яку можна вважати адекватною до вирішення поставленої проблеми дослідження СМРТ.

Основні етапи моделювання СМРТ: *побудова концептуальної моделі* системи та її формалізація (визначення основних об'єктів, суб'єктів, компонентів, процесів тощо); *побудова узагальненої моделі* системи, що перетвориться в інформаційну модель; *алгоритмізація* моделі та її комп'ютерна реалізація; *отримання та інтерпретація результатів* моделювання.

Основними етапами побудови моделі СМРТ, зокрема, є:

- *постановка проблеми моделювання* (виділення класу проблем, аналіз існуючих методів вирішення проблем);
- *аналіз проблеми моделювання* (аналіз існуючих класів моделей, вибір відповідної моделі, аналіз алгоритмізації моделі, її реалізації на ПК, отримання та інтерпретації результатів моделювання);
- *визначення вимог до інформації* про СМРТ (склад, умови отримання, методи обробки, методи збереження та захисту);
- *визначення елементів моделі та їх відношень між собою*;
- *обґрунтування критеріїв оцінки* ефективності моделі системи;
- *опис моделі та оцінка рівня її достовірності*.

Для СМРТ характерні такі стани: *значущі*, притаманні процесам функціонування СМРТ тільки в деякі основні моменти часу (надходження вхідних чи керуючих впливів, впливів зовнішнього середовища і т. п.); *незначущі*, в яких процеси чи компоненти системи знаходяться в інші моменти часу.

Модель СМРТ є адекватною і відображає основні елементи СМРТ та їхні відношення один з одним. Основним при побудові моделі є аналіз закономірностей, притаманних СМРТ, та емпіричних даних про її структуру й особливості. На основі такого аналізу формуються різні підмоделі багаторівневої моделі СМРТ; визначаються методи розв'язання проблем СМРТ; проводиться аналіз отриманих результатів тощо.

Моделюючи СМРТ, слід насамперед сформулювати мету та визначити критерії порівняння варіантів управлінських рішень щодо вирішення окремих проблем СМРТ. Такими критеріями, зокрема, можуть бути: максимізація ефекту транспортної (логістичної, портової тощо) послуги при обмеженні витрат; максимізація прибутку підприємства СМРТ за умов збереження рівня якості транспортної (логістичної, портової тощо) послуги; зниження собівартості транспортної (логістичної, портової тощо) послуги за умов збереження її рівня якості; зростання продуктивності праці, ефективність використання ресурсів, забезпечення екологічної та інформаційної безпеки.

Складність моделювання СМРТ та визначення мети функціонування СМРТ полягає в тому, що крім суто економічних показників (прибутку, витрат тощо) слід враховувати й соціальні аспекти функціонування СМРТ (зайнятість населення, працевлаштування, зняття соціальної та економічної напруги тощо).

Будемо вважати, що деякий компонент СМРТ є підприємством СМРТ (судном, портом, шлюзом, логістичним підприємством, складом тощо), який надає n видів транспортних (логістичних, портових тощо) послуг. Передбачається, що процес надання таких послуг відпрацьований, а попит населення на ці послуги вивчений. Треба визначити річний обсяг таких послуг, з урахуванням того, що цей обсяг повинен забезпечити внутрішні та зовнішні попит і пропозиції на визначені транспортні (логістичні, портові тощо) послуги.

Найкращою моделлю є не найскладніша, а та, що дозволяє отримати найбільш раціональне рішення і найбільш точні економічні оцінки процесів, які відбуваються в СМРТ. Критерієм достовірності та якості моделі є відповідність отриманих результатів реальним умовам, економічна змістовність отриманих оцінок. Якщо результати не відповідають цим умовам, то слід провести аналіз причин невідповідності. Після аналізу причин невідповідності модель модифікується і розв'язання задачі продовжується.

При побудові багаторівневої ситуаційно-продукційної моделі СМРТ вводяться позначення елементів СМРТ і, враховуючи взаємозв'язки між цими елементами, що відображені відношеннями відповідних класів.

Прийняття управлінського рішення в СМРТ базується на даних, отриманих під час проведення відповідного комп'ютерного експерименту. Сформовану модель можна багато разів модифікувати та змінювати згідно з проблемами, що висуваються практикою та реальним функціонуванням системи на різних етапах її життєвого циклу. Моделювання надає також можливість отримати формальний опис реальної задачі/проблеми СМРТ, що дозволяє скористатися універсальним апаратом формального представлення систем (математичним, у вигляді моделей подання знань тощо). Використовуючи методи прийняття рішень на основі моделі, можна генерувати оптимальні управлінські рішення щодо функціонування СМРТ в цілому чи її елементів (компонентів) на тому чи іншому відповідному рівні.

Складність СМРТ унеможлиблює використання універсальних методів щодо її моделювання. Можна говорити лише про деякі принципи та вимоги до таких моделей, зокрема: адекватність, об'єктивність, простота, повнота, достовірність, універсальність.

Розробка моделі – складний процес, який потребує великих витрат ресурсів (розумових, часових, інформаційно-технологічних). Для економії цих ресурсів корисно звертатися до напрацьованого "банку" моделей для аналізу можливості їх застосування для дослідження проблем СМРТ (нових, оновлених, а інколи й старих).

Для побудови адекватної достовірної моделі СМРТ слід добре вивчити предметну область, зібрати і проаналізувати великий обсяг інформації (особливо експертних знань),

визначити цілі, засоби їх досягнення, основні фактори впливу на СМРТ (як внутрішні, так і зовнішні) та зробити аналіз існуючих класів моделей, щоб визначити більш оптимальні для тієї чи іншої проблеми системи.

Основними елементами СМРТ є транспортні (логістичні, портові, ремонтні, субднобудівні, судноремонтні тощо) послуги та відповідні учасники – підприємства СМРТ, їх кадрове та інше забезпечення. Прийняття рішення на основі багаторівневої моделі СМРТ дозволяє знайти найкращі варіанти управлінських рішень щодо вдосконалення СМРТ.

Прийняття рішення передбачає: *підготовку* (економічний, технічний, технологічний, екологічний аналіз стану СМРТ чи її підприємств, виявлення проблем функціонування, розвитку та вдосконалення); *ухвалення* (розробку та оцінку варіантів управлінських рішень; визначення критеріїв оптимального рішення; вибір і прийняття рішення); *реалізацію* (доведення рішення до виконавців; контроль за його виконанням, оцінка результатів виконання; необхідні корективи з можливістю формування змін в моделі чи управлінському рішенні).

Моделювання є методом вирішення проблем розвитку та вдосконалення СМРТ. Воно надає можливість змодельовати ситуацію і дослідити її розвиток під впливом різних чинників та факторів. Для прийняття відповідного рішення пропонується використання багаторівневої ситуаційно-продукційної моделі, яка враховує фактори впливу на СМРТ [7, 8]. СМРТ = <система морського та річкового транспорту>

$$СМРТ^{ОУФ}_{Заг} = СМРТ^{ОУФ}_з \cup СМРТ^{ОУФ}_в \cup СМРТ^{ОУФ}_{вг} \cup СМРТ^{ОУФ}_{вп},$$

де $СМРТ^{ОУФ}_{Заг}$ – загальна багаторівнева модель організації, управління та функціонування СМРТ, $СМРТ^{ОУФ}_з$ – модель зовнішніх факторів впливу, $СМРТ^{ОУФ}_в$ – модель внутрішніх факторів впливу; $СМРТ^{ОУФ}_{вг}$ – модель галузевих факторів впливу, $СМРТ^{ОУФ}_{вп}$ – модель внутрішніх факторів впливу на підприємстві СМРТ. В свою чергу, кожна з вказаних моделей може бути (на основі принципу декомпозиції) сукупністю моделей нижчого рівня.

Таким чином, враховуючи вищевказані групи факторів, модель СМРТ матиме наступний вигляд

$$СМРТ^{ОУФ}_{Заг} = СМРТ^{ОУФ}_{ппф} \cup СМРТ^{ОУФ}_{дф} \cup СМРТ^{ОУФ}_{пп} \cup СМРТ^{ОУФ}_{доп} \cup СМРТ^{ОУФ}_{гр} \cup СМРТ^{ОУФ}_{сусц} \cup СМРТ^{ОУФ}_{прц} \cup СМРТ^{ОУФ}_{кк} \cup СМРТ^{ОУФ}_{яні} \cup СМРТ^{ОУФ}_{да} \cup СМРТ^{ОУФ}_{бз},$$

де використані такі моделі факторів впливу: $СМРТ^{ОУФ}_{ппф}$ ($СМРТ^{ОУФ}_{пп}$) – попиту та пропозицій транспортних та інших послуг, що надаються підприємствами СМРТ; $СМРТ^{ОУФ}_{дф}$ ($СМРТ^{ОУФ}_{доп}$) – динаміки попиту/пропозицій транспортних та інших послуг, що надаються підприємствами СМРТ, на внутрішньому та світовому ринках; $СМРТ^{ОУФ}_{гр}$ ($СМРТ^{ОУФ}_{сусц}$) – грошової сфери (суспільної ціни) на розвиток та функціонування СМРТ; $СМРТ^{ОУФ}_{прц}$ – суспільно-державної політики регулювання ціни; $СМРТ^{ОУФ}_{кк}$ – конкуренції та конкурентноспроможності послуг та суб'єктів СМРТ; $СМРТ^{ОУФ}_{яні}$ – якості та новизни транспортних та інших послуг і інновацій; $СМРТ^{ОУФ}_{да}$ – динамічності СМРТ та її адекватності вимогам суспільства; $СМРТ^{ОУФ}_{бз}$ – динамічності кадрового забезпечення підприємств СМРТ.

Кожна підмодель моделі СМРТ має вигляд

$$СМРТ^{ОУФ} = \{ < S^{ОУФ}, P^{ОУФ} > \},$$

де $\langle S^{Oy\Phi}, P^{Oy\Phi} \rangle$ – продукція (від англ. *production*, продукція, правило), що відображає перетворення (зміну, розвиток, регресію, стабільність) СМРТ; $S^{Oy\Phi}$ – множина ситуацій, що виникають в СМРТ; $P^{Oy\Phi}$ – множина дій в СМРТ.

Висновки. Розглянувши різні аспекти моделювання СМРТ, можна зробити наступний висновок, що моделі системи морського та річкового транспорту сприяють аналізу та прогнозуванню її функціонування, розвитку та вдосконалення.

Для забезпечення ефективної роботи відповідних компонентів системи слід, зокрема, приділяти увагу стратегічному плануванню функціонування СМРТ на основі відповідних моделей, зокрема й на запропонованій ситуаційно-продукційній багаторівневій моделі, визначати кількість користувачів підприємств СМРТ різних рівнів та спеціалізацій відповідно до вимог ринку транспортних, логістичних та інших послуг, що надаються підприємствами СМРТ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Kulinich A.A. The methodology of cognitive modeling of complex poorly defined situations. URL: <http://www.raai.org/about/persons/kulinich/>.
2. Maksimov V.I., Kornoushenko E.K., Kachaev S.V. Cognitive technologies to support managerial decision making. URL: <http://emag.iis.ru/arc/infosoc/emag.nsf/BPA/092aa276c601a997c32568c0003ab839>.
3. Kostenko K.I. Simulation of inference operator for hierarchical knowledge representation formalisms // *Programmna ja Ingenerija*. 2016. № 9. vol. 7. P. 424 – 431.
4. Denisenko V.N., Krasina E.A. General theory of systems and linguistic systemology of professor G.P. Melnikov: Methodology and Method // *Bulletin of RUDN University. Series Theory of Language. Semiotics. Semantics*. 2014. No. 1, P. 15-21.
5. Rubakov S. V. Modern methods of data analysis. URL: <http://riep.ru/upload/iblock/031/031173bb40e099800b248497db44cb88.pdf>.
6. Greger S.E., Porshnev S.V. Building an ontology of information system architecture // *Fundamental Research (Fundamental'nyye issledovaniya)*. 2013. No. 10. P. 2405-2409.
7. Ткаченко О.А., Ткаченко О.І. Деякі аспекти ситуаційно-семантичного моделювання складних об'єктів, процесів та систем // *Водний транспорт*. 2017. Вип.№ 1 (26). С.129-133.
8. Tkachenko O., Tkachenko A., Ovcharuk I., Tkachenko K., Radionov B., Chyhyr I. Modeling of process management in online lending systems // *Norwegian Journal of development of the International Science*. № 35/2019. Vol.1. P. 44-49, (2019).
9. Боняр, С.М. Судоходство река-море: проблемы развития судовладельческих компаний. Одесса: ИПРЭИ НАН Украины, 2009. 289 с.
10. Karpenko O., Palyvoda O., Bondarenko O. Simulation modelling of strategic development of transport and logistics clusters in Ukraine // *Baltic Journal of Economic Studies*, Volume 4 Number 2. Riga: Publishing House “Baltija Publishing”, 2018, P. 93-99.

REFERENCES

1. Kulinich A.A. The methodology of cognitive modeling of complex poorly defined situations. URL: <http://www.raai.org/about/persons/kulinich/>.
2. Maksimov V.I., Kornoushenko E.K., Kachaev S.V. Cognitive technologies to support managerial decision making. URL: <http://emag.iis.ru/arc/infosoc/emag.nsf/BPA/092aa276c601a997c32568c0003ab839>.
3. Kostenko K.I. (2016). Simulation of inference operator for hierarchical knowledge representation formalisms // *Programmna ja Ingenerija*. № 9. Vol. 7. P. 424 – 431.

4. Denisenko V.N., Krasina E.A. (2014). General theory of systems and linguistic systemology of professor G.P. Melnikov: Methodology and Method // Bulletin of RUDN University. Series Theory of Language. Semiotics. Semantics. No. 1, P. 15-21.
5. Rubakov S. V. Modern methods of data analysis. URL: <http://riep.ru/upload/iblock/031/031173bb40e099800b248497db44cb88.pdf>.
6. Greger S.E., Porshnev S.V. (2013). Building an ontology of information system architecture // Fundamental Research (Fundamental'nyye issledovaniya). No. 10. P. 2405-2409.
7. Tkachenko O.A., Tkachenko O.I. (2017). Deyaki aspekty sytuatsiyno-semantychnoho modelyuvannya skladnykh ob'yektiv, protsesiv ta system [Some aspects of situational-semantic modeling of complex objects, processes and systems] // Vodnyy transport [Water transport]. Vyp. № 1 (26). P.129-133. (in Ukrainian).
8. Tkachenko O., Tkachenko A., Ovcharuk I., Tkachenko K., Radionov B., Chyhyr I. (2019). Modeling of process management in online lending systems // Norwegian Journal of development of the International Science. № 35/2019. Vol.1. P. 44-49.
9. Bonyar, S.M. (2009). Sudokhodstvo reka-more: problemy razvitiya sudovladel'cheskikh kompaniy [River-sea shipping: problems of development of ship-owning companies]. Odessa: IPREEI NAN Ukrainy. 289 p. (in Russian).
10. Karpenko O., Palyvoda O., Bondarenko O. (2018). Simulation modelling of strategic development of transport and logistics clusters in Ukraine // Baltic Journal of Economic Studies, Volume 4 Number 2. Riga: Publishing House "Baltija Publishing". P. 93-99.

Ткаченко К.А.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Рассмотрена проблематика моделирования транспортных систем на примере национальной системы морского и речного транспорта. Проанализированы некоторые общие аспекты, этапы и принципы моделирования транспортных систем. Определяются основные требования к моделированию транспортных систем для решения проблем функционирования, развития и совершенствования как национальной системы морского и речного транспорта, так и отдельных ее компонентов. Путем решения проблем автором избрано ситуационно-продукционное моделирование системы на основе онтологического подхода (анализа и соответствующей классификации элементов такой модели).

Ситуационно-продукционное моделирование системы морского и речного транспорта будет способствовать увеличению степени полноты и достоверности оценки состояния системы и прогнозированию состояния системы благодаря учитыванию различных факторов, влияющих на разные уровни и компоненты системы.

Проведен анализ подходов к моделированию транспортных систем. Сделаны выводы, что для оптимизации принятия соответствующих управленческих решений по развитию и совершенствованию национальной системы морского и речного транспорта целесообразно использовать соответствующую многоуровневую модель.

Рассмотрев различные аспекты моделирования системы морского и речного транспорта, можно сделать вывод, что предложенная многоуровневая ситуационно-продукционная модель системы способствует анализу и прогнозированию ее состояний.

Для обеспечения эффективной работы компонентов системы следует, в частности, уделять внимание стратегическому планированию функционирования системы морского и речного транспорта на основе соответствующих моделей, в том числе и на предложенной ситуационно-продукционной многоуровневой модели, определять количество предприятий системы различных уровней и их специализаций в соответствии с требованиями рынка транспортных, логистических и других услуг, предоставляемых предприятиями системы.

Ключевые слова: транспортная система, система морского и речного транспорта, моделирование, многоуровневая модель, ситуационно-продукционная модель.

Tkachenko K.A.

SOME ASPECTS OF MODELING OF TRANSPORT SYSTEMS

The problems of modeling transport systems on the example of the national system of sea and river transport are considered. Some general aspects, stages and principles of modeling of transport systems are analyzed. The basic requirements to modeling of transport systems for the decision of problems of functioning, development and perfection both of national system of sea and river transport, and its separate components are defined. By solving the problems, the author chose situational-production modeling of the system on the basis of the ontological approach (analysis and appropriate classification of elements of such a model).

Situational and production modeling of the system of sea and river transport will help to increase the degree of completeness and reliability of the assessment of the state of the system and forecast the state of the system by taking into account various factors affecting different levels and components of the system.

The analysis of approaches to modeling of transport systems is carried out. It is concluded that in order to optimize the adoption of appropriate management decisions for the development and improvement of the national system of sea and river transport, it is advisable to use the appropriate multilevel model.

Having considered various aspects of modeling of the system of sea and river transport, it is possible to draw a conclusion that the offered multilevel situational-production model of system promotes the analysis and forecasting of its states.

To ensure the efficient operation of system components, attention should be paid, in particular, to strategic planning of the sea and river transport system based on appropriate models, including the proposed situational-production multilevel model, to determine the number of enterprises of different levels and their specializations in accordance with market requirements for transport, logistics and other services provided by the system enterprises.

Keywords: *transport system, sea and river transport system, modeling, multilevel model, situational-production model.*