

## РОЗДІЛ 9. МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

### СИСТЕМНО-ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ ФІНАНСОВО-ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ МОРСЬКОГО ТОРГОВЕЛЬНОГО ПОРТУ

### SYSTEM DYNAMICS MODEL OF THE SEA COMMERCIAL PORT FINANCIAL AND ECONOMIC ACTIVITY

*Доведена об'єктивна необхідність використання апарату економіко-математичного моделювання під час управління діяльністю морського торговельного порту. Побудовано діаграму причинно-наслідкових зв'язків системно-динамічної моделі фінансово-господарської діяльності морського торговельного порту. Проведений кореляційно-регресивний аналіз для підтвердження гіпотез щодо значущості виявлених зв'язків між показниками операційної діяльності морського торговельного порту. Розроблено і реалізовано у ППП VenSim системно-динамічну модель управління фінансово-господарською діяльністю морського торговельного порту.*

**Ключові слова:** системна динаміка, кореляційно-регресивний аналіз, економіко-математичне моделювання, морський торговельний порт.

*Доказана объективная необходимость использования аппарата экономико-математического моделирования при управлении деятельностью морского торгового порта. Построена диаграмма причинно-следственных связей системно-динамической модели финансово-хозяйственной деятельности морского торгового порта. Проведен корреляционно-регрессионный*

*анализ для подтверждения гипотез о значимости выявленных связей между показателями операционной деятельности морского торгового порта. Разработана и реализована в ППП VenSim системно-динамическая модель управления финансово-хозяйственной деятельностью морского торгового порта.*

**Ключевые слова:** системная динамика, корреляционно-регрессионный анализ, экономико-математическое моделирование, морской торговый порт.

*The objective necessity of using the economic and mathematical modeling tools in managing the activities of the sea commercial port is proved. The diagram of cause-effect relations of the system dynamics model of the sea commercial port financial and economic activity is constructed. Correlation and regression analysis is performed to confirm the hypotheses about the significance of the revealed relationships between the indicators of the operational activity of the sea commercial port. The VenSim system dynamics model for managing the sea commercial port financial and economic activities are created and implemented.*

**Key words:** system dynamics, correlation and regression analysis, economic-mathematical modeling, commercial sea port.

УДК 519.8:656.07

**Мандра В.В.**

к.е.н., докторант  
Полтавський університет  
економіки і торгівлі

**Постановка проблеми.** В умовах орієнтації вітчизняної економічної системи на стандарти країни Євросоюзу, посилення глобальної конкуренції, а також виходячи з тенденції до підвищення клієнтоорієнтованості світової економіки, практичної цінності набувають питання підвищення орієнтації українських підприємств на потреби споживачів.

Споживча цінність товарів та послуг зумовлюється комплексом параметрів, одним з найважливіших серед яких є ціна. При цьому слід зазначити, що ціна визначається собівартістю товарів та послуг, 10-17 % складають витрати на логістику [4, с.20]. Таким чином, транспортно-вантажна система держави створює передумови її соціально-економічного розвитку та забезпечує конкурентні переваги на міжнародному ринку.

Відзначимо, що наявність водного транспорту у вітчизняній транспортно-вантажній системі формує передумови для ефективного розвитку транспортних і логістичних процесів, економіки країни загалом, оскільки саме цей вид транспорту є найменш витратним і придатний для перевезення різноманітних вантажів [1].

Виходячи із зазначеного вище, можна зробити висновок, що ефективність управління морськими торговельними портами, що здійснюють діяльність з надання транспортно-вантажних послуг, та іншими суб'єктами господарювання у сфері морського транспорту є однією з першочергових задач в умовах європейської інтеграції вітчизняної економіки. Вказане зумовлює актуальність дослідження.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питаннями підвищення ефективності управління підприємствами з морської і річної логістики присвячені труди багатьох зарубіжних і вітчизняних вчених, серед яких Койцан А.І., Носов Б.А., Парфенов Ю.В., Тріхунков М.Ф., Трунін Є.Г., Егліт Я.Я. [2; 6; 8; 7; 5; 10]. Віддаючи належне вказаним розробкам, слід зазначити, що вони присвячені моделюванню технологічної складової діяльності морських портів, логістичних систем та інших транспортних підприємств, залишаючи поза увагою проблеми моделювання фінансово-господарської діяльності.



Рис. 1. Діаграма причино-наслідкових зв'язків системно-динамічної моделі фінансово-господарської діяльності морського торговельного порту

Таким чином, незважаючи на велику кількість публікацій з означеної проблематики, недостатньо опрацьованими є питання використання математичного апарату для цілей підвищення ефективності управління діяльністю морських торговельних портів України.

**Постановка завдання.** Метою цієї роботи є розробка системно-динамічної моделі управління фінансово-господарською діяльністю морського торговельного порту, а також статистичне підтвердження визначених прямих та зворотних зв'язків. Відповідна модель спрямована на підвищення ефективності фінансово-господарської діяльності морських торговельних портів України за рахунок підвищення оперативності та обґрунтованості управлінських рішень.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Як зазначається у [3], морським торговельним портам притаманні всі характерні риси складних систем, що робить інтуїтивне управління вкрай неефективним. У зв'язку із цим та з метою підвищення ефективності управління діяльністю морського торговельного порту необхідним і виправданим є застосування апарату економіко-математичного моделювання, зокрема, системно-динамічного моделювання. Згідно з методологією системно-

динамічного моделювання, процес розробки моделі морського торговельного порту являє собою послідовність наступних етапів:

- аналіз діяльності порту і визначення меж;
- аргументація гіпотез щодо причинно-наслідкових зв'язків та перевірка таких гіпотез;
- опис моделі мовою системно-динамічного моделювання;
- реалізація моделі системи управління діяльністю морського торговельного порту;
- аналіз та інтерпретація результатів моделювання.

Проведений у роботі [3] аналіз діяльності ДП "Маріупольський морський торговельний порт" дозволив аргументувати визначення меж дослідження, а також висунути гіпотези стосовно причинно-наслідкових зв'язків (рис. 1).

Задля перевірки вказаних гіпотез, а також з метою визначення параметрів моделі управління фінансово-господарською діяльністю

морського торговельного порту було використано аксонометричні методи (зокрема, методи кореляційно-регресійного моделювання).

Опис моделі мовою системно-динамічного моделювання передбачає проведення наступних етапів:

1. Аргументація уявлення деяких змінних у вигляді констант;
2. Перехід до позначень системно-динамічної моделі в ППП VenSim.

У межах цього етапу було виявлено наступні константи, що за певних умов можуть бути транспортовані в управлінські параметри: обсяг ринку; ставка податку на прибуток; зміна якості інфраструктури; сукупна відстань перевезень.

Інші показники моделі було розраховано з використанням рівнянь, описаних у [3], або з використанням рівнянь залежностей, отриманих з використанням методів економічного моделювання за фактичними даними щодо функціонування ДП "Маріупольський морський торговельний порт" [9]. Приклад статистичної апроксимації динаміки щомісячних обсягів вантажоперевезень ДП "Маріупольський морський торговельний порт" наведено на рис. 1.



**Рис. 2. Приклад використання методів статистичного аналізу для моделювання динаміки щомісячних обсягів вантажоперевезень морського торговельного порту, тис. тон**

Виходячи з того, що системно-динамічна модель управління фінансово-господарською діяльністю морського торговельного порту (у подальшому ФГД МТП) об'єднує фінансову складову, складову споживчої цінності, а також складову навчання та розвитку і реалізована з використанням великої кількості змінних, рівнів і констант, для цілей наочності у роботі її було декомпоновано на 3 субмоделі:

1. Фінансову субмодель (рис. 3).
2. Субмодель споживчої цінності (рис. 4).
3. Субмодель навчання та розвитку (рис. 5).

Указані субмоделі відповідають складовим

збалансованої системи показників (ЗСП) на рівні метасистеми, що дозволяє з використанням розробленої моделі відстежувати зміни ключових показників діяльності, а також проводити аналіз взаємного впливу таких показників один на одного.

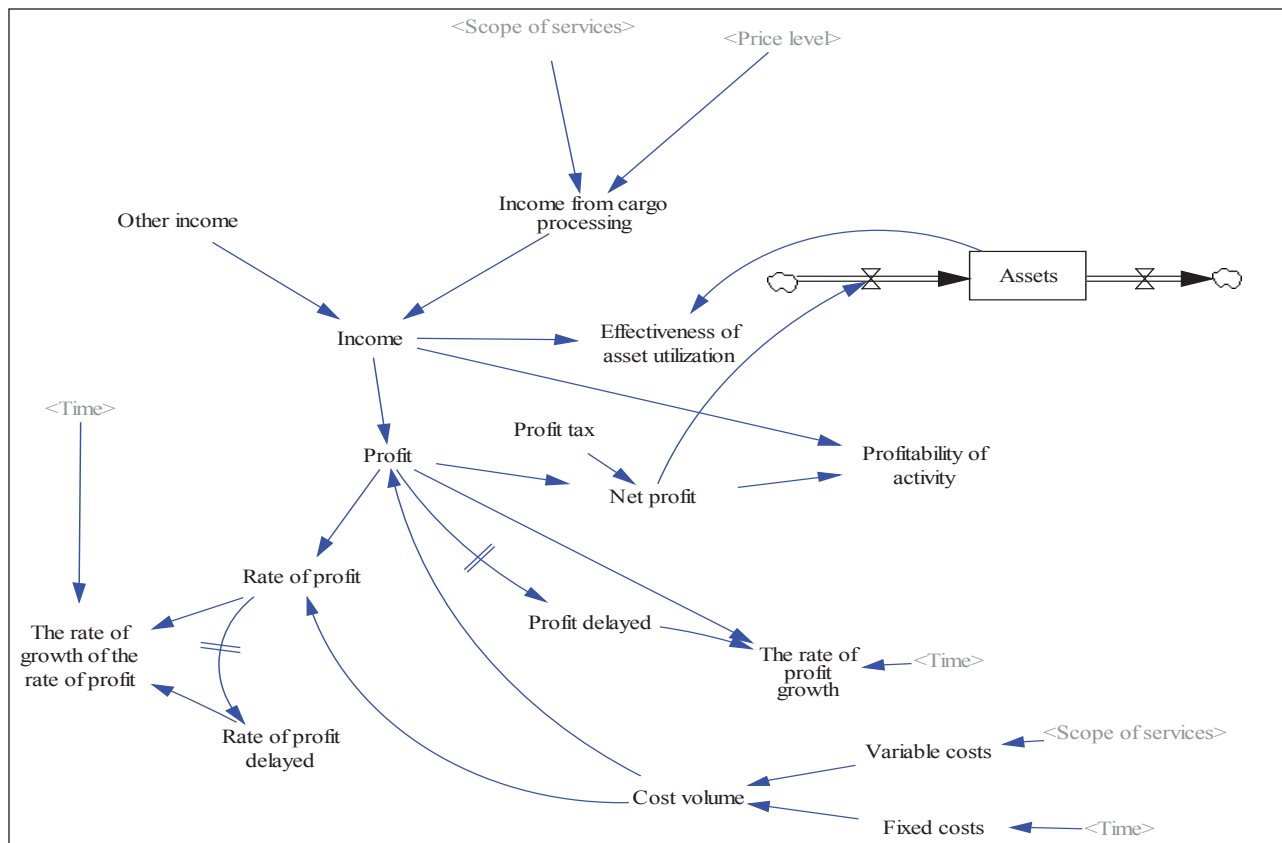
Реалізацію системно-динамічної моделі було здійснено на основі даних щодо ФГД ДП "Маріупольський морський торговельний порт" [9].

На рис. 3-5 змінна Time визначає показник "Модельний час" і зміняється у діапазоні [1; 24], що відображає використання помісячних даних в моделі.

Слід зазначити, що побудована та реалізована з використанням ППП VenSim системно-динамічна модель з високою точністю описує динаміку реальних показників, що підтверджується коефіцієнтом детермінації, який для деяких змінних сягає 0,9.

Окремо зазначимо, що розроблена модель містить позитивні і від'ємні контури, що дає можливість вивчення складної структури взаємовідносин щодо операційної діяльності морського торговельного порту. Зокрема, у моделі наявні 240 контурів, протяжність яких сягає до 19 змінних.

Результати реалізації фінансової субмоделі моделі системи управління діяльністю морського торговельного порту наведені на рис.6-8. Як видно з представлених даних, протягом усього періоду моделювання спостерігається поступове збільшення сукупних витрат і доходів. При цьому коливання прибутку в моделі є декілька згладженими.



**Рис. 3. Фінансова субмодель моделі управління ФГД МТП, що реалізована у нотаціях ППП VenSim**

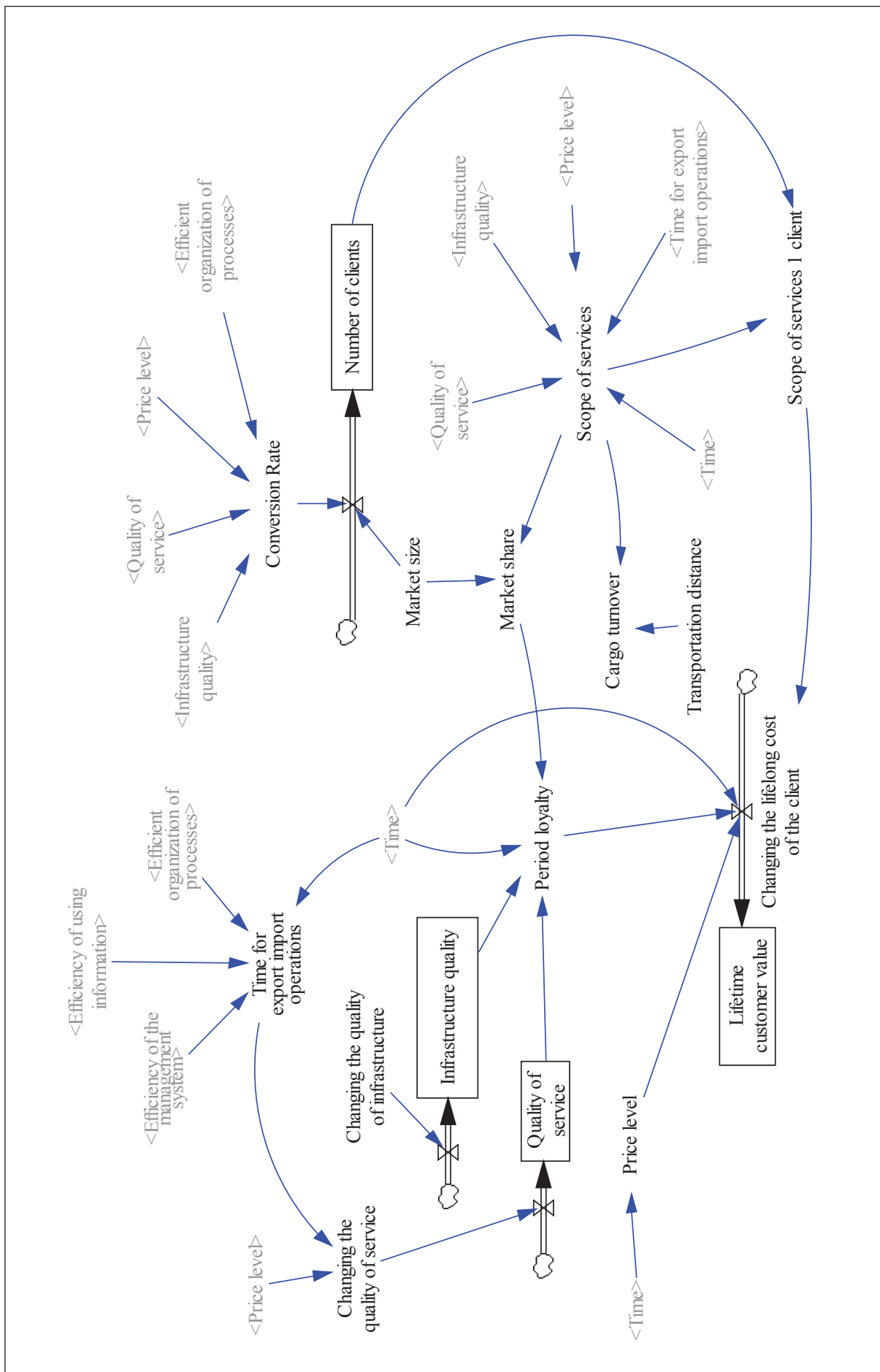


Рис. 4. Субмодель споживчої цінності моделі управління ФГД МТП, що реалізована у нотациях ППП VenSim

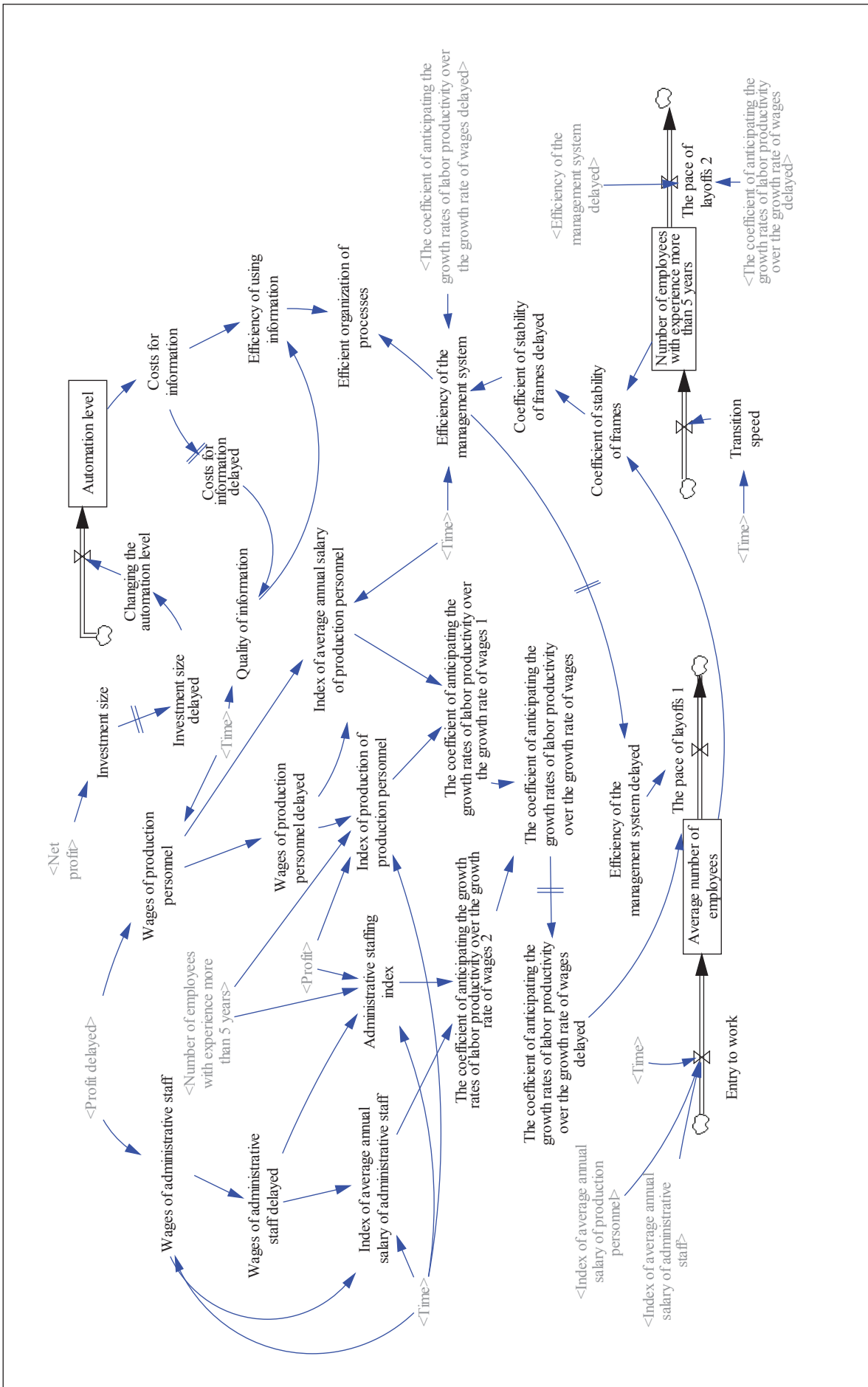


Рис. 5. Субмодель навчання та розвитку моделі управління ФГД МТП, що реалізована у нотаціях ППП VenSim

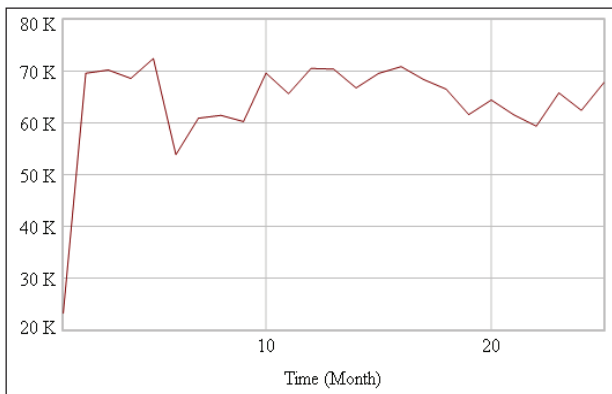


Рис. 6. Моделювання динаміки прибутку ДП "Маріупольський морський торговельний порт" у ППП VenSim, тис.грн

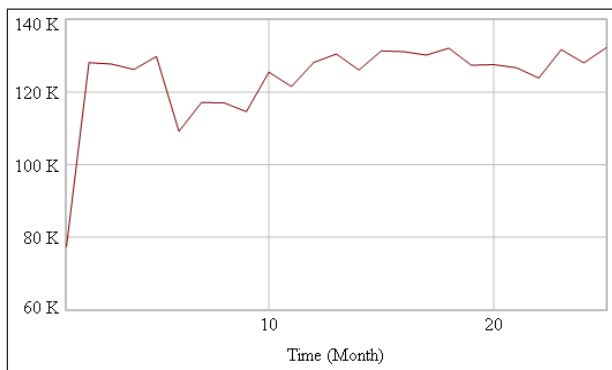


Рис. 7. Моделювання динаміки доходів ДП "Маріупольський морський торговельний порт" у ППП VenSim, тис.грн

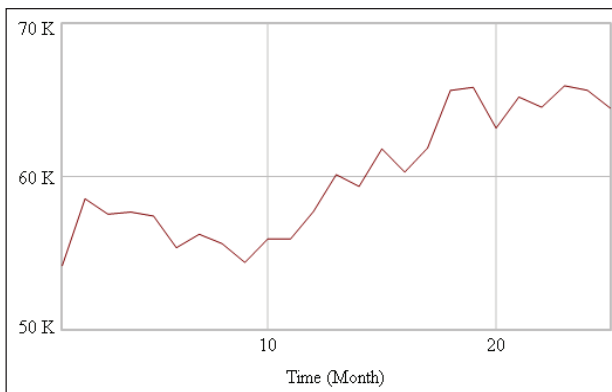


Рис. 8. Моделювання динаміки витрат ДП "Маріупольський морський торговельний порт" у ППП VenSim, тис.грн

Результати реалізації субмоделі споживчої цінності моделі системи управління діяльністю морського торговельного порту наведені на рис. 9-12.

Якість інфраструктури і транспортно-логістичних послуг зменшувалася протягом усього періоду моделювання, що співпадає з даними Світового банку, який оцінює ефективність логістики (LPI) за рядом показників.

Рис. 12 ілюструє, що питома вага на ринку ДП "Маріупольський морський торговельний порт" збільшувалася у аналізованому періоді.

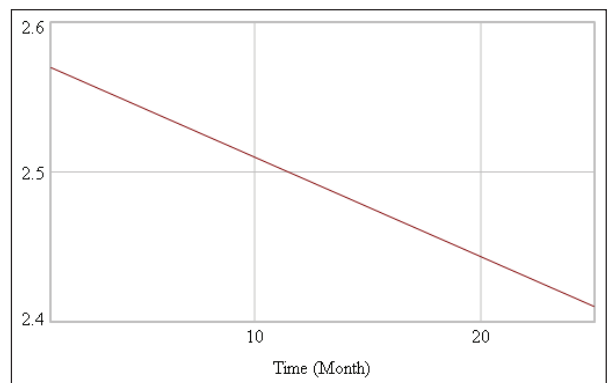


Рис. 9. Моделювання якості інфраструктури ДП "Маріупольський морський торговельний порт" у ППП VenSim

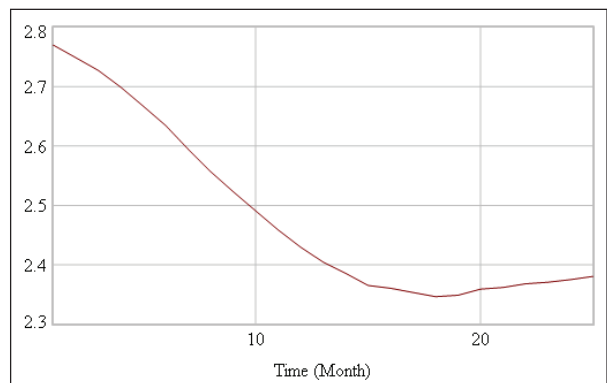


Рис. 10. Моделювання якості послуг ДП "Маріупольський морський торговельний порт" у ППП VenSim

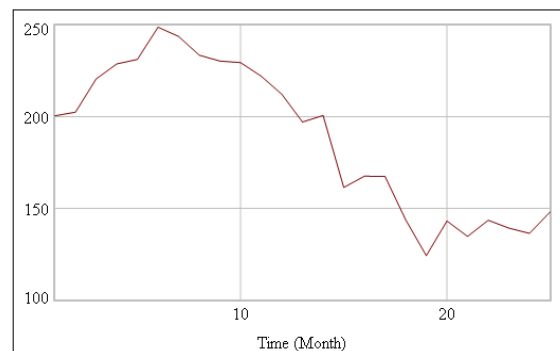


Рис. 11. Моделювання динаміки умовних зважених тарифів ДП "Маріупольський морський торговельний порт" у ППП VenSim, грн

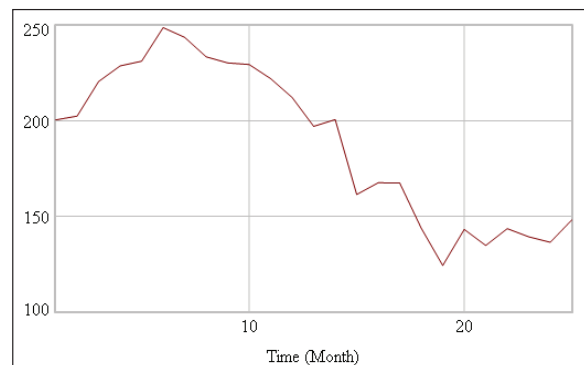
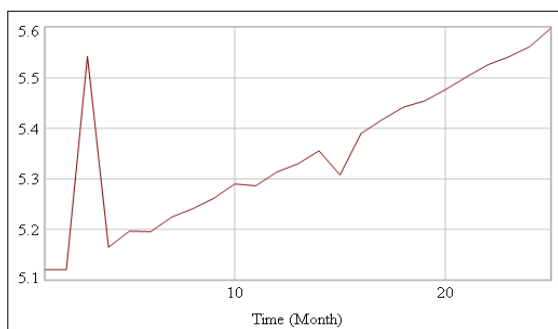


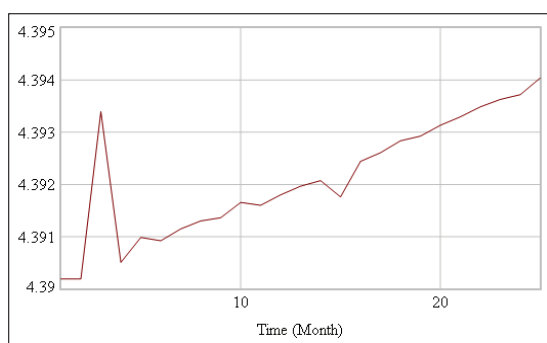
Рис. 12. Моделювання питомої ваги на ринку ДП "Маріупольський морський торговельний порт" у ППП VenSim, %



Результати реалізації субмоделі навчання та розвитку моделі системи управління діяльністю морського торговельного порту наведені на рис. 13-15.



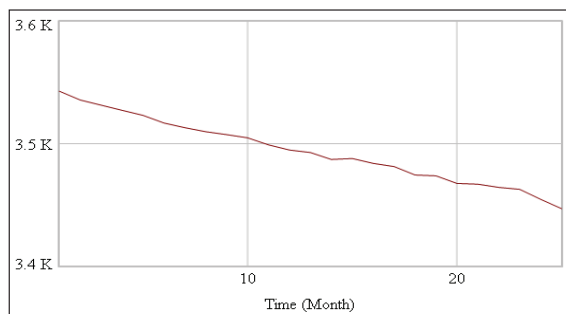
**Рис. 13. Моделювання ефективності системи управління ДП "Маріупольський морський торговельний порт" у ППП VenSim**



**Рис. 14. Моделювання ефективності організації процесів ДП "Маріупольський морський торговельний порт" у ППП VenSim**

Як видно з рис. 13-14, динаміка ефективності організації процесів та ефективності системи управління загалом має тенденцію до поступового зростання. Проте, на третьому періоді моделювання спостерігається значне короткострокове збільшення цих показників, що пов'язано зі збільшенням продуктивності праці на 33% та одночасним зменшенням витрат на заробітну плату майже у 2 рази.

Іншим показником, що визначає складову навчання та розвитку є середньооблікової чисельності кадрів (рис. 15).



**Рис. 15. Моделювання середньооблікової чисельності кадрів ДП "Маріупольський морський торговельний порт" у ППП VenSim, чол.**

Як видно із рис. 15, за весь період моделювання чисельність персоналу монотонно зменшувалася, що в умовах збільшення вантажообігу може свідчити про підвищення ефективності системи управління.

**Висновки з проведеного дослідження.** Таким чином, можна зробити висновок про існування як позитивних тенденцій, так і низки проблем у досягненні цільових значень показників ЗСП на ДП "Маріупольський морський торговельний порт". Це свідчить про необхідність подальшого удосконалення системи управління за рахунок впровадження інноваційних інструментів управління у всіх трьох складових системи збалансованих показників, а саме: фінансової складової (оптимізації фінансових потоків, методів фінансової логістики), складової споживчої цінності (стимулювання попиту, підвищення якості й асортименту послуг, розширення функцій транспортно-логістичного центру), а також складової навчання та розвитку (впровадження системи постійного розвитку персоналу), за рахунок вдосконалення на оперативному рівні управління (методів розробки та реалізації стратегічних орієнтирів). Це є передумовою для створення окремих більш розгалужених економіко-математичних моделей та інструментальних засобів, націлених на підвищення якості управлінських рішень окремих структурних підрозділів.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Гаджинский А. М. Логистика: учебник / А.М. Гаджинский. М.: Маркетинг, 2000. 124 с.
2. Койцан А. И. Состояние и проблемы системы управления федеральной собственностью в морских портах / А.И. Койцан // Бюллетень транспортной информации. 2005 – №2. С. 4-8.
3. Мандра В. В. Моделювання метасистеми управління транспортним підприємством [Текст] / В. В. Мандра // Вісник Одеського національного університету. Економіка. 2017. Т.22, Вип. 4 (57). С. 150-154.
4. Мочалин С. М. Логистика : уч. пособ./ С. М. Мочалин, Г. Г. Левкин, А. В. Терентьев, Д. И. Заруднев. М.-Берлин: Директ-Медиа, 2016. 168 с.
5. Парфенов Ю. В. Концессионные соглашения перспективная форма привлечения частных инвестиций в развитие объектов инфраструктуры морских портов / Ю. В. Парфенов // Морские порты. № 1. 2006. С. 38-42.
6. Парфенов Ю. В. Совершенствование системы государственного управления морскими портами : На примере создания и развития вертикально интегрированной компании ФГУП "Росморпорт": дис... канд. экон.наук 08.00.05 / Ю. В. Парфенов. – М., 2006. 147 с.
7. Трихунков М.Ф. Транспортное производство в условиях рынка: качество и эффективность. М.: Транспорт, 1993 – 255 с.
8. Трунин Е. Г., Носов Б. А. Совершенствование системы управления морскими портами / Е. Г. Трунин, Б. А. Носов // Бюллетень транспортной информации. 2002. № 9. С. 5-7.
9. Характеристика порту // Офіційна інтернет сторінка ДП "Маріупольський морський торговельний порт" [електронний ресурс]. Режим доступу. – <https://www.marport.net> (дата звернення 01.10.2017) – Назва з екрана.
10. Эглит Я. Я. Проблемы совершенствования управления морскими транспортными системами/ Я. Я. Эглит //Экономическая эффективность морских перевозок. Рига, 1990. 321 с.