

ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД УКООПСПЛКИ  
«ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ»

Подскребко Олександр Сергійович



УДК: 330.46:004.94

**МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ВИРОБНИЧОГО МЕНЕДЖМЕНТУ  
ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА**

Спеціальність 08.00.11 – математичні методи, моделі  
та інформаційні технології в економіці

**Автореферат**  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата економічних наук

Полтава – 2017

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано у Державному вищому навчальному закладі «Донецький національний технічний університет» (м. Покровськ) Міністерства освіти і науки України.

**Науковий керівник:**

доктор економічних наук, професор  
**Румянцев Микола Васильович**,  
Державний вищий навчальний заклад  
«Донецький національний технічний  
університет»,  
завідувач кафедри економічної кібернетики та  
вищої математики.

**Офіційні опоненти:**

доктор фізико-математичних наук, професор,  
**Колечкіна Людмила Миколаївна**,  
Вищий навчальний заклад Укоопспілки  
«Полтавський університет економіки і торгівлі»,  
професор кафедри документознавства та  
інформаційної діяльності;

кандидат економічних наук, доцент,  
**Глуцєвський В'ячеслав Валентинович**,  
Запорізька державна інженерна академія,  
доцент кафедри економіки та інформаційних  
технологій.

Захист відбудеться «31» березня 2017 р. об 11<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 44.877.02 у Вищому навчальному закладі Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі» за адресою: 36014, м. Полтава, вул. Ковалю, 3.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Вищого навчального закладу Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі» за адресою: 36014, м. Полтава, вул. Ковалю, 3.

Автореферат розісланий «28» лютого 2017 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради



І. О. Пінчук

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми дослідження.** Виробничий менеджмент промислового підприємства спрямований на забезпечення ефективного управління підприємством в умовах дефіциту ресурсів і мінливості зовнішнього середовища, оперативності прийняття управлінських рішень, що дозволяє підвищити його адаптивні якості. Особливої уваги виробничий менеджмент промислового підприємства набуває у сьогоденні, коли існують проблеми фактично у всіх галузях української економіки пов'язані, перш за все, з негативними світовими тенденціями, що зумовило уповільнення темпів економічного зростання з другої половини 2012 року. Так зростання ВВП за весь 2013 фінансовий рік склало 0 % (після 0,2 % в 2012 році). 2014–2015 роки також характеризуються різким падінням ВВП. При цьому показники діяльності ключових секторів економіки залишалися низькими, що в свою чергу, зумовило падіння рівня виробництва, яке спостерігається і зараз. Так в січні 2016 року порівняно з січнем 2015 року індекс випуску промислової продукції склав 98,3 %. З одного боку це пов'язано з макроекономічною нестабільністю, а з іншого, є явним індикатором внутрішніх проблем промислових підприємств і в першу чергу проблем пов'язаних з управлінням і прийняттям оперативних і зважених управлінських рішень.

Основним атрибутом будь-якого промислового підприємства є гнучкість і ефективність системи виробничого менеджменту, що дозволяє підприємству залишатися конкурентоспроможним. Тому доцільною є необхідність приділяти особливу увагу виробничій системі, оцінці виробничого потенціалу, організації виробничих процесів, формуванню ефективних виробничих структур тощо.

Рішення цих проблем обумовлює необхідність розробки та застосування менеджментом промислових підприємств інноваційних підходів ведення бізнесу та інструментів, що дозволяють підвищити ефективність функціонування системи виробничого менеджменту промислового підприємства, оперативно приймати адекватні і виважені управлінські рішення. Одним з таких підходів є економіко-математичне моделювання системи виробничого менеджменту промислового підприємства, насамперед методами імітаційного моделювання.

Проблемам моделювання системи виробничого менеджменту промислового підприємства присвячені роботи таких вітчизняних і зарубіжних вчених, як: Х. Біннер, В. Варфоломєєв, В. Герасимов, В. Глушечевский, О. Горелік, В. Іванов, С. Ільєнкова, Д. Каталевський, Л. Колечкина, В. Кравченко, С. Левицький, Ю. Лисенко, В. Малюк, Н. Новицький, Р. Руденський, М. Румянцева, І. Семенчі, В. Тимохина.

Але незважаючи на значний обсяг публікацій, слід зазначити, що питання розробки імітаційних моделей і створення на їх основі систем підтримки прийняття рішень, що дозволяють підвищити ефективність функціонування системи виробничого менеджменту промислового підприємства не отримали достатнього розвитку.

Тому моделювання системи виробничого менеджменту промислового підприємства методами імітаційного моделювання є актуальним науковим завданням, що зумовило вибір теми дисертації її мету і завдання.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційну роботу виконано відповідно до плану наукових досліджень Донецького національного технічного університету МОН України за такою темою: «Моделі та інформаційні технології в детермінованих та стохастичних соціально-економічних системах» (номер державної реєстрації 0116U007865, 2016–2019 рр.), де автором запропоновано імітаційну модель конвеєрної лінії промислового підприємства; дискретно-подієву модель процесів виробничої логістики промислового підприємства; агентну модель процесу залучення персоналу до змін; механізми захисту елементів інформаційної інфраструктури підприємства; концепцію моделювання системи виробничого менеджменту промислового підприємства; систему підтримки прийняття рішень з управління процесами виробничої логістики промислового підприємства.

**Мета і завдання дослідження.** *Метою дослідження є розробка комплексу економіко-математичних моделей, призначених для підвищення ефективності функціонування системи виробничого менеджменту промислового підприємства за рахунок більш ефективного використання ресурсів.*

Відповідно до мети в роботі поставлено і вирішено наступні *завдання*:

- проаналізовано сучасні проблеми управління системою виробничого менеджменту на підприємствах України;
- проаналізовано основні інструменти підвищення ефективності виробничих процесів;
- розроблено концепцію моделювання системи виробничого менеджменту промислового підприємства;
- побудовано імітаційну модель конвеєрної лінії промислового підприємства;
- побудовано дискретно-подієву модель процесів виробничої логістики промислового підприємства;
- вдосконалено агентну модель процесу залучення персоналу до змін;
- побудовано механізми захисту елементів інформаційної інфраструктури підприємства;
- побудовано систему підтримки прийняття рішень з управління процесами виробничої логістики промислового підприємства.

*Об'єктом* дослідження є процеси управління системою виробничого менеджменту промислового підприємства.

*Предметом* дослідження є методи та моделі процесів управління системою виробничого менеджменту промислового підприємства.

*Методи дослідження.* Теоретичною і методологічною основою дослідження стали роботи вітчизняних і зарубіжних вчених в сфері операційного та виробничого менеджменту, імітаційного моделювання, системного аналізу, теорії обмежень.

У процесі дослідження використано теорії системного аналізу і синтезу – для розробки концепції моделювання системи виробничого менеджменту промислового підприємства і механізмів захисту елементів інформаційної інфраструктури підприємства (п. 1.1, 3.3); імітаційне моделювання – для побудови імітаційної моделі конвеєрної лінії промислового підприємства (п. 2.1, 2.2); дискретно-подієве моделювання – для побудови моделі процесів виробничої логістики промислового підприємства (п. 2.3), методологія проектування інформаційних та інформаційно-аналітичних систем – для побудови системи підтримки прийняття рішень з управління процесами виробничої логістики промислового підприємства (п. 3.1); агентне моделювання – для вдосконалення моделі процесу залучення персоналу до змін (п. 3.2).

Формування результируючих показників здійснювалося за допомогою прикладних програмних продуктів імітаційного моделювання Arena, Anylogic, PowerSim, програмного середовища Microsoft Excel.

**Наукова новизна одержаних результатів.** У дисертаційній роботі здійснено постановку та вирішення нового важливого для економіки України наукового завдання моделювання системи виробничого менеджменту промислового підприємства. При цьому були отримані такі нові наукові результати:

*вперше:*

– розроблено концепцію моделювання системи виробничого менеджменту промислового підприємства, яка заснована на методології системного аналізу, імітаційного моделювання та теорії обмежень, що дозволяє підвищити ефективність функціонування промислових підприємств за рахунок усунення вузьких місць і скорочення втрат, пов'язаних з простоем устаткування і економією основних енергоносіїв;

*удосконалено:*

– агентну модель процесу залучення персоналу до змін, яка на відміну від існуючих базується на агентному підході та використовується при впровадженні прийнятих рішень щодо зміни перетворюючої підсистеми, що дозволяє визначити час необхідний для залучення персоналу підприємства до змін та спланувати заходи щодо проведення змін і тим самим, підвищити ймовірність досягнення максимального ефекту від впровадження нововведень в систему виробничого менеджменту, а також, за рахунок проведення ефективних змін, зміцнити підприємству свої позиції на ринку;

*набули подальшого розвитку:*

– імітаційна модель конвеєрної лінії промислового підприємства, яка базується на теорії масового обслуговування та імітаційному моделюванні, яка на відміну від існуючих, дозволяє конструювати процеси виробництва, планувати і контролювати діяльність виробничої системи, досягати підвищення ефективності виробничих ліній за рахунок виявлення вузьких місць виробничої системи промислового підприємства, визначати за допомогою сценарного

аналізу доцільність проведення заходів щодо їх усунення, оцінювати можливе підвищення ефективності функціонування системи виробничого менеджменту;

– дискретно-подієва модель логістичних процесів промислового підприємства, яка базується на дискретно-подієвому моделюванні та теорії обмежень, що дозволяє виявити вузькі місця в логістиці виробничої системи і оцінити різні альтернативи по її вдосконаленню, за допомогою програмних засобів, моделювати виробничу систему, що дозволить підвищити якість управління та планування логістичних операцій в системі виробничого менеджменту промислового підприємства;

– система підтримки прийняття рішень з управління процесами виробничої логістики промислового підприємства, яка базується на методології проектування інформаційно-аналітичних систем, що дозволяє виробити найбільш ефективну стратегію прийняття рішень, щодо управління виробничою системою, та дозволить скоротити час для прийняття рішень, заснованих на інформації про фактичні запаси, планові простой і втрати, а також визначити ціну помилки управлінських рішень з метою виключення можливості її повторення в майбутньому.

**Практичне значення одержаних результатів.** Запропоновані моделі виробничих процесів, побудовані на основі застосування методології економіко-математичного моделювання, зокрема, імітаційного моделювання є універсальним інструментом управління системою виробничого менеджменту будь яких промислових підприємств.

Основні результати дослідження впроваджено у діяльність ПАТ «Авдіївський завод металевих конструкцій». Підтверджений актом річний економічний ефект склав 150,3 тис. грн (акт № 3 від 04.01.2017 р.).

Окремі теоретичні розробки впроваджено в навчальний процес ДВНЗ «Донецький національний технічний університет» Міністерства освіти и науки України при викладанні дисциплін «Моделювання економіки», «Моделювання системних характеристик в економіці», «Імітаційне моделювання» (акт № 1-2/1551 від 29.12.2016 р.).

**Особистий внесок здобувача.** Дисертація є самостійно виконаним завершеним науковим дослідженням. Усі наукові результати, представлені у цій дисертаційній роботі, отримані автором самостійно. Із наукових праць, опублікованих у співавторстві, в роботі використано тільки ті ідеї та положення, які розроблені автором особисто.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення дисертації представлені та обговорені на: V Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні проблеми моделювання соціально-економічних систем» (11-12 квітня 2013 р., м. Харків); IV Міжнародній науково-практичній конференції «Економіка: реалії часу і перспективи» (20-21 лютого 2014 р., м. Одеса); VIII Міжнародній науковій конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Проблеми управління виробничо-економічною діяльністю суб'єктів господарювання» (22 травня 2014 р., м. Донецьк); XIX міжнародній науково-методичній конференції «Проблеми економічної кібернетики» (2-3 жовтня

2014 р., м. Полтава); V Міжнародній науково-практичній конференції «Моніторинг, моделювання та менеджмент емерджентної економіки» (26-28 квітня 2016 р., м. Черкаси).

**Публікації.** Основні наукові положення, висновки та результати дисертації опубліковано в 11 наукових працях, серед яких 6 публікацій у наукових фахових виданнях (1 публікація – у виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз, 1 зарубіжна публікація), 5 тез доповідей за матеріалами конференцій. Загальний обсяг публікацій становить 3,29 друк. арк., з яких особисто автору належить 2,85 друк. арк.

#### **Структура й обсяг дисертації.**

Дисертація складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Обсяг основного тексту становить 190 сторінки, містить 15 таблиць, 85 рисунків, із яких 7 ілюстрацій повністю займають площу сторінки; 2 додатки на 3 сторінках. Список використаних джерел містить 180 найменувань і розміщується на 20 сторінках.

### **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

**У вступі** обґрунтовано актуальність дослідження, визначено його мету і основні завдання, об'єкт та предмет дослідження, розкрито наукову новизну і практичне значення одержаних результатів.

**У першому розділі – «Теоретико-методологічні основи моделювання системи виробничого менеджменту промислового підприємства»** розглянуто сучасні проблеми управління, проаналізовано підходи до моделювання системи виробничого менеджменту на підприємствах і запропоновано авторську концепцію моделювання системи виробничого менеджменту промислового підприємства.

Проведений аналіз показав, що показники діяльності ключових секторів економіки за останні роки в Україні залишалися низькими через несприятливі зовнішні умови і зволікання з коригуванням внутрішньої політики, а високий темп і нерівномірний характер зміни зовнішнього середовища позначився на функціонуванні економічних об'єктів, зокрема на випуску промислової продукції. Так, починаючи з збільшення обсягів випуску промислової продукції в 2010 році, вже в 2011 спостерігається спад на 3 % в порівнянні з 2010 роком, а в 2012 і 2013 на 9 % і 4 % відповідно. У 2014 році в порівнянні з 2013 спад обсягів випуску промислової продукції склав 10 %, а в 2015 році в порівнянні з 2014 роком ще на 13 %. Варто зазначити, що однією з причин такого стрімкого падіння є те, що дані за 2014 і 2015 роки наведено без урахування даних тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, міста Севастополя та частини зони проведення антитерористичної операції.

Для вирішення завдань дослідження у промисловому підприємстві будемо виділяти комплекс засобів виробництва, необхідних для виконання виробничого процесу з метою виготовлення конкретної продукції, для якого є характерною виробничо-технічна і організаційно-економічна єдність, а також можливість прийняття специфічних управлінських рішень. Виробничий

менеджмент промислового підприємства тоді розглядається як цілеспрямовані управлінські дії з розробки, використання і вдосконалення виробничих систем, на основі яких виготовляється основна продукція промислових підприємств. Система виробничого менеджменту промислового підприємства є системою взаємодії між об'єктом управління – перетворюючою підсистемою (рис. 1) та суб'єктом управління – підсистемою планування і контролю, яка включає в себе планування, організацію і контроль діяльності перетворюючої підсистеми (рис. 2).

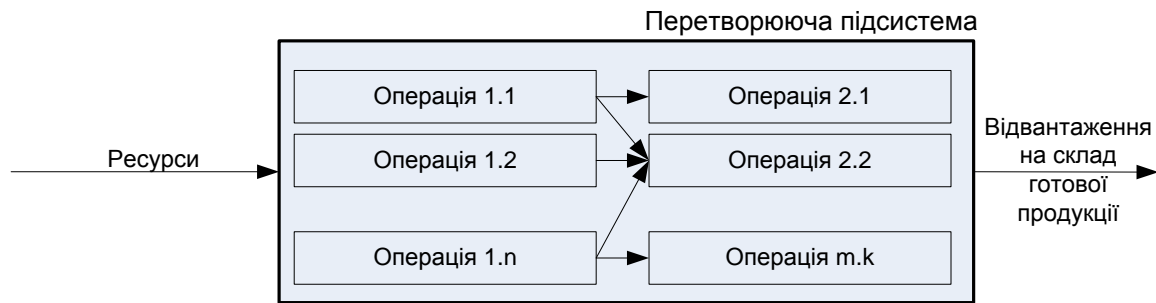


Рис. 1. Перетворююча підсистема (виробнича система) системи виробничого менеджменту промислового підприємства

Доведено, що система управління для розв'язання таких складних економічних завдань має бути гнучкою і ефективною, що неможливо без концентрації уваги на організації виробничих процесів, оцінці виробничого потенціалу підприємства, формуванні ефективних виробничих структур.

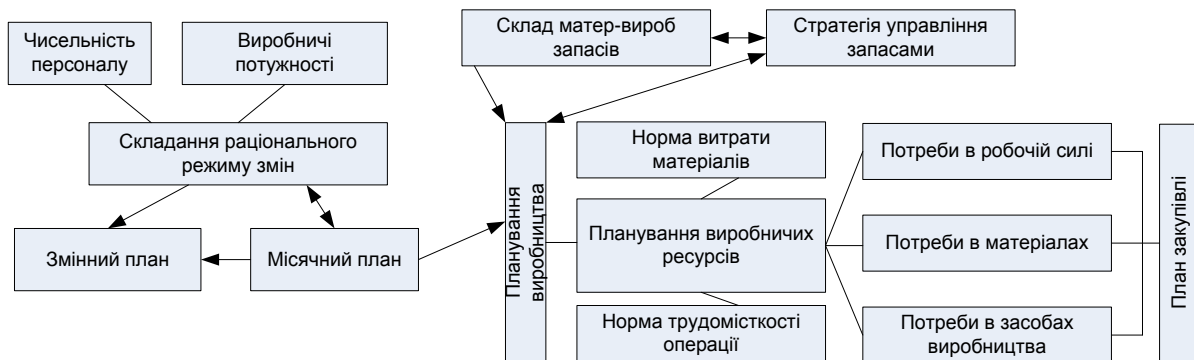


Рис. 2. Підсистема планування і контролю системи виробничого менеджменту промислового підприємства

Проаналізовано і виділено різновиди моделей, що описують структуру системи виробничого менеджменту промислового підприємства, їх елементи, основні підсистеми і компоненти, а також види управлінських дій, які можливо застосовувати для розв'язання управлінських завдань виробничого характеру.

Зроблено висновок, про те що існуючі моделі мають більше теоретичне значення і в наочній формі відображають структуру і зв'язки, як між елементами системи виробничого менеджменту, так і з зовнішнім середовищем. Тому отримувати конкретні результати для ухвалення рішень



доцільно за допомогою апарату імітаційного моделювання, який дозволяє розглядати процеси, що відбуваються на підприємстві і в його оточенні, на різних рівнях їх деталізації. Це послужило основою для вибору методу імітаційного моделювання як основного для дослідження системи виробничого менеджменту промислового підприємства. Застосування імітаційних моделей з метою моделювання системи виробничого менеджменту промислових підприємств дає безліч переваг в порівнянні з виконанням експериментів над реальною системою: вартість, час, повторюваність, точність, наочність, універсальність.

На рис. 3 наведено концепцію моделювання системи виробничого менеджменту промислового підприємства. Вона об'єднує мету, завдання, інструментарій, а її реалізація дає можливість розвитку нових моделей та виступає методологічною основою для синтезу моделей управління системою виробничого менеджменту промислового підприємства.

За цією концепцією основна мета моделювання системи виробничого менеджменту полягає у підвищенні ефективності функціонування виробничої системи за рахунок застосування апарату економіко-математичного моделювання. В якості завдань, які вирішуються для досягнення поставленої мети, виступають: скорочення часу транспортування, зменшення зайвих пересувань, підвищення оперативності прийнятих рішень, усунення вузьких місць.

Центральними ланками системи виробничого менеджменту промислового підприємства виділені: 1) перетворююча підсистема – виконує продуктивну роботу, пов'язану з перетворенням входу (ресурси) у вихід (продукція, послуги); 2) підсистема планування і контролю – обмінюється інформацією з внутрішнім і зовнішнім середовищем, аналізує отриману інформацію і формує рішення про те, як повинна працювати перетворююча система.

Як інструментарій запропоновано використовувати моделі, які потрібні для реалізації концепції моделювання системи виробничого менеджменту промислового підприємства, а цифрами позначені їх позиції в процесі ухвалення рішень (чи в їх впровадженні), а також те, що саме для виробничої системи вони означають: 1) дискретно-подієві моделі, які дозволяють провести аналіз, виявити вузькі місця системи і обґрунтувати ухвалення того або іншого управлінського рішення спрямованого на збільшення ефективності функціонування системи виробничого менеджменту промислового підприємства. Ці моделі моделюють виробничу систему і є тим інструментом, який дозволить підвищити ефективність рішень, що приймаються, підсистемою планування і контролю; 2) агентну модель залучення персоналу в зміни, яка дозволяє спланувати безпосереднє проведення змін на підприємстві, тим самим, підвищити вірогідність досягнення максимального ефекту від їх впровадження в систему виробничого менеджменту промислового підприємства. Ця модель є допоміжною і має первинне значення при впровадженні рішень, що приймаються, по зміні перетворюючої підсистеми.



Як інструментарій запропоновано використовувати моделі, які потрібні для реалізації концепції моделювання системи виробничого менеджменту промислового підприємства, а цифрами позначені їх позиції в процесі ухвалення рішень (чи в їх впровадженні), а також те, що саме для виробничої системи вони означають: 1) дискретно-подієві моделі, які дозволяють провести аналіз, виявити вузькі місця системи і обґрунтувати ухвалення того або іншого управлінського рішення спрямованого на збільшення ефективності функціонування системи виробничого менеджменту промислового підприємства. Ці моделі моделюють виробничу систему і є тим інструментом, який дозволить підвищити ефективність рішень, що приймаються, підсистемою планування і контролю; 2) агентну модель залучення персоналу в зміни, яка дозволяє спланувати безпосереднє проведення змін на підприємстві, тим самим, підвищити вірогідність досягнення максимального ефекту від їх впровадження в систему виробничого менеджменту промислового підприємства. Ця модель є допоміжною і має первинне значення при впровадженні рішень, що приймаються, по зміні перетворюючої підсистеми.

Рішення поставлених завдань за допомогою застосування апарату економіко-математичного моделювання, розробки системи підтримки прийняття рішень дозволить не тільки підвищити ефективність функціонування системи, але і надасть можливість оцінити очікуваний результат.

**У другому розділі «Моделювання системи виробничого менеджменту промислового підприємства»** розглянуто математичні (методологічні) аспекти дискретно-подієвого моделювання, розроблена імітаційна модель конвеєрної лінії промислового підприємства, дискретно-подієва модель процесів виробничої логістики промислового підприємства.

Досить важливим завданням, що передуює побудові імітаційної моделі, є вибір як самого підходу імітаційного моделювання, так і програмного засобу, який буде використано для її побудови. З цією метою в розділі проведена порівняльна оцінка сучасних програмних пакетів (ПП) для імітаційного моделювання та Game engine: Blitz3D, AnyLogic, Arena, Powersim. Визначено найбільш ефективні програмні пакети для кожного з етапів в концепції моделювання системи виробничого менеджменту промислового підприємства.

Моделювання виробничих ліній за рахунок застосування сучасних програмних засобів дозволяє конструювати процеси виробництва, планувати і контролювати діяльність виробничої системи, досягати максимальної ефективності виробничих ліній, таких як конвеєр. Так як конвеєрна лінія відноситься до багатофазних систем масового обслуговування, в роботі представлено її математичний опис. Для  $k$  послідовних фаз з чергою перед кожною фазою і необмеженим пуассонівським потоком, що надходить в кожен фазу,  $i$ -я фаза, де  $i$  – будь-яке число, складається з каналу з експоненціальним часом обслуговування з параметром  $\mu_i$ . Таким чином, ймовірність того, що за час  $\Delta t$  буде закінчено обслуговування одного з  $n_i$  вимог, які перебувають в  $i$ -й фазі, дорівнює  $n_i \mu_i + o(\Delta t)$ , а основні характеристики представленої системи масового обслуговування визначаються в такий спосіб:

1. Імовірність того, що в  $i$ -й фазі перебуває  $n$  вимог дорівнює:

$$p(n_1, \dots, n_k) = p(0, \dots, 0) \prod_{i=1}^k (1 - \rho_i). \quad (1)$$

2. Імовірність відсутності очікування в  $i$ -й фазі дорівнює  $1 - \rho_i$ , а ймовірність очікування, коли система зайнята, –

$$(\mu_i - \lambda) e^{-(\mu_i - \lambda)\xi} d\xi, \quad (2)$$

де  $\lambda$  – інтенсивність потоку заявок.

Так як аналітичне дослідження представленої моделі пов'язане з певними труднощами, доведена доцільність її реалізації за допомогою програмного пакету імітаційного моделювання Arena.

Середнє число вимог в  $i$ -й фазі моделі становить:

$$\sum_{n=0}^{\infty} n \rho_i^n (1 - \rho_i) = \frac{\rho_i}{1 - \rho_i}. \quad (3)$$

Середнє число вимог, що очікують початку обслуговування в  $i$ -й фазі, дорівнює:

$$\rho_i^2 (1 - \rho_i)^{-1}, \quad (4)$$

де

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}. \quad (5)$$

Розроблена імітаційна модель конвеєрної лінії промислового підприємства дозволяє на основі реальних даних по тривалості кожної операції, часу, необхідного для виробництва одного виробу з метою задоволення попиту споживача, визначити вузькі місця системи, виробити максимально ефективні стратегії щодо їх усунення, оцінити доцільність впровадження тієї чи іншої стратегії.

Для аналізу запропоновано обирати тільки ті операції, під час виконання яких утворювалися черги заготівель, очікуючих подальшої обробки, тобто скупчувалося незавершене виробництво більш ніж 2-х одиниць за етап дослідження.

Дана імітаційна модель надає можливість за допомогою зміни часових характеристик певних операцій, шляхом підвищення кваліфікації задіяного персоналу або зміни кількості робочих, планових показників по випуску готової продукції, оптимізувати чисельність персоналу задіяного на конвеєрної лінії, визначити необхідні резерви робочої сили в разі підвищення попиту на продукцію, підвищити ефективність функціонування конвеєрної лінії в цілому.

Крім того, розроблено імітаційну модель-тренажер конвертерного цеху (рис. 4), яка дозволяє менеджеру за допомогою легких маніпуляцій проводити підготовку і перепідготовку персоналу (в даному випадку змінного майстра), обґрунтовувати ухвалення того або іншого управлінського рішення, пов'язаного із зміною положення будь-якого елемента моделі (перенесення установки ківш-піч, переміщення стенду розігрівання і так далі), візуально

продемонструвати в зрозумілій для простого користувача формі роботу моделі, що імітує функціонування конвертерного цеху, тощо.

Також досліджено систему виробництва холодильного устаткування ( $s$ ), що складається з керуючої системи і системи управління, яка, у свою чергу, складається з чотирьох підсистем ( $s_1, \dots, s_4$ ) по виробництву чотирьох різних моделей холодильників. Кожна з підсистем, у свою чергу, складається з п'яти систем нижчого рівня, а саме: зборка компресора ( $s_{11}$ ); зборка конденсатора ( $s_{12}$ ); зборка пристрою ( $s_{13}$ ), що дроселює; зборка випарника ( $s_{14}$ ); підготовка корпусу ( $s_{15}, s_{25}, s_{35}, s_{45}$ ); монтаж різних моделей холодильного устаткування ( $s_{21}, s_{22}, s_{23}, \dots, s_{24}$ ).

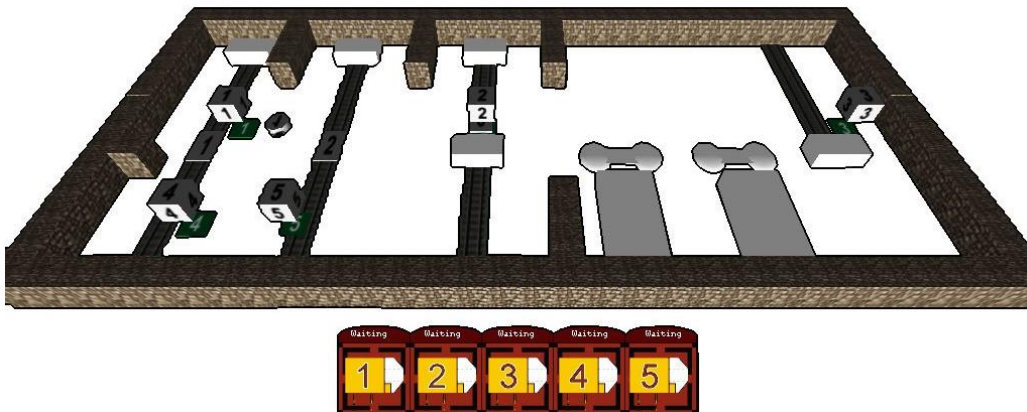


Рис. 4. Імітаційна модель-тренажер конвертерного цеху

Система представлена у вигляді сірого ящика з множиною входів  $X$  (різні ресурси), і безліччю виходів  $Y$  (холодильне устаткування для  $S$  і складові холодильного устаткування для  $s_1 \dots s_4$ ). На систему чинить вплив безліч збурюючих дій  $\omega$  (з боку ринку, технологічних інновацій, тощо). Поставлено завдання за допомогою застосування теорії обмежень, виявити позитивні ефекти, а також позначити можливі негативні наслідки, змінюючи внутрішню структуру системи, шляхом винесення  $s_{11}$  за межі системи (аутсорсинг) або ж її оптимізації усередині діючої системи. У результаті проведений опис процесу «Зборка компресора», побудована оптимізаційна модель планування добового виробництва позмінно, розраховані формули обчислюваних на листі віконць, побудована імітаційна модель виробництва холодильного устаткування, реалізована за допомогою ПП AnyLogic, (рис. 5) та імітаційна модель (підсистема  $s_{11}$ ), реалізована за допомогою ПП Arena.

У результаті модельного експерименту процесу «зборка компресора» не було встановлено утворення великої кількості незавершеного виробництва, очікуючого черги на подальшу обробку. А проведене перебалансування моделі дало можливість менеджменту виявити, що кількість вироблених деталей можна збільшити на 5 одиниць.

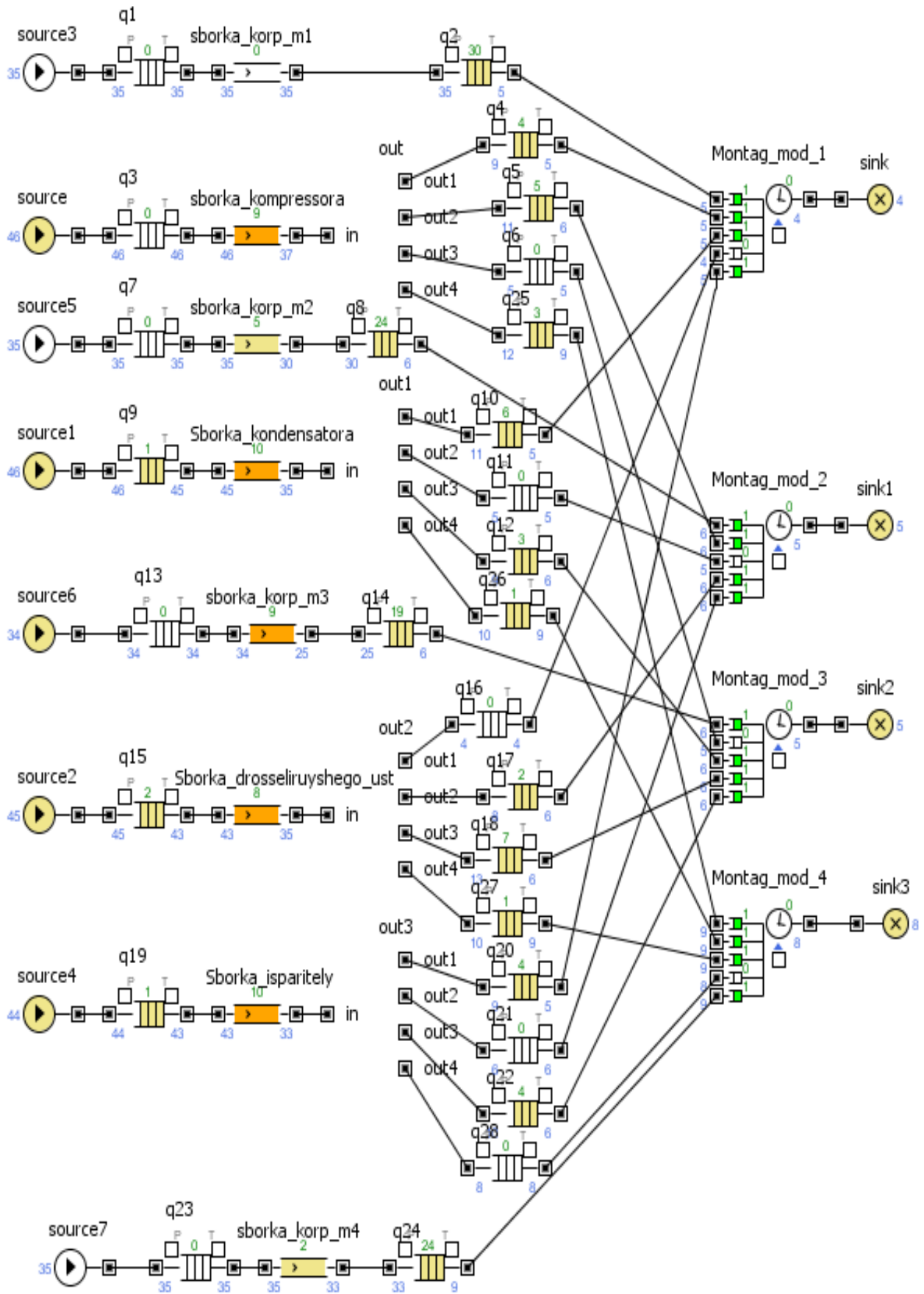


Рис. 5. Імітаційна модель виробництва холодильного устаткування на прикладі ПАТ «Норд»

Запропоноване в ході дослідження перебалансування підсистеми  $S_{11}$  за допомогою моделі дозволило збільшити її продуктивність на 5 компресорів за зміну за рахунок додавання одного працівника, що з економічної точки зору, в розрахунку 5 компресорів за зміну на зарплату робітника, є ефективним. Основним недоліком може бути лише те, що вироблені понад план компресори мають бути забезпечені попитом.

Ще одним з важливих виробничих завдань є підвищення ефективності логістичних операцій. Для вирішення цього завдання запропоновано дискретно-подієву модель логістичних операцій в конвертерному цеху металургійного заводу. Модель дозволяє враховувати:

- інтервальні оцінки тривалості операцій в процесі безперервного розливання сталі;
- дискретні позиції рухомого обладнання (кранів, сталевіза, ковшів), що визначаються їх розташуванням;
- виробничі потужності і продуктивність агрегатів, задіяних в процесі безперервного розливання сталі (конвертер, установка ковш-піч, машина безперервного розливання сталі).

Запропонована дискретно-подієва модель дає можливість:

- розрахувати змінний випуск продукції за видами при поточному розташуванні агрегатів (установки ковш-піч, стендів розігріву і т. п.) і швидкості руху кранів;
- виявити вузькі місця в процесі безперервного розливання сталі;
- виробити максимально ефективні стратегії усунення вузьких місць;
- оцінити кожну запропоновану стратегію на предмет можливого збільшення продуктивності в процесі безперервного розливання сталі і співвіднести її з витратами на впровадження;
- визначити наслідки будь-яких змін у процесі безперервного розливання сталі: переміщення (зміни місця розташування) агрегатів (стендів розігріву, стендів відстою і т. п.); і (або) збільшення швидкісних характеристик прогонових кранів.

**У третьому розділі «Синтез системи підтримки прийняття рішень в системі виробничого менеджменту промислового підприємства»** запропоновано агентну модель процесу залучення персоналу до змін, структуру системи підтримки прийняття рішень з управління процесами виробничої логістики промислового підприємства, механізми взаємодії модулів системи підтримки прийняття рішень (СППР).

У розділі визначено, що у найближчій перспективі підвищення ефективності і якості управління підприємствами може бути досягнуте тільки за допомогою застосування і подальшого вдосконалення економічних інформаційних систем.

У ході дослідження виявили, що логістична складова технологічного процесу, здійснювана пролітними кранами, знаходиться під управлінням в ручному режимі змінним майстром конвертерного цеху, який у своїй роботі

спирається на евристичні підходи і комбінаторні алгоритми, що не дає можливості оцінити ефективність його дій з управління логістикою процесу.

Для вирішення цього завдання розроблена структура СППР по управлінню логістичними процесами конвертерного цеху (рис. 6).

База знань в структурі є системою продукцій, утвореною безліччю правил, що полягають в тому що, при виконанні деякої заданої умови, можна виконати деяку дію. У базі знань продукції мають вигляд:

$$\text{ЯКЩО } a \text{ ТА } b \text{ АБО } c \text{ ТО } d \text{ ТА } e \text{ ТА } f \text{ ІНАКШЕ } g \text{ ТА } h, \quad (6)$$

де  $a, b, c$  – деякі умови,  $a, d, e, f, g, h$  – деякі дії.

Приклад граматичних правил (продукції) в моделі виглядає так:

ЯКЩО <стан крану №6 = «вільний»> ТО <рекомендується транспортувати ківш із сталевозу конвертера №3 на сталевоз УКП №2>.

Запропонована система підтримки прийняття рішень з управління процесами виробничої логістики промислового підприємства дозволяє виробити найбільш ефективну стратегію поведінки змінного майстра, що дозволить скоротити час для прийняття рішень, заснованих на інформації про фактичні запаси, планових простоях і втрат, а також забезпечити інтенсифікацію праці персоналу, зайнятого в процесі безперервного розливання сталі, визначити ціну помилки управлінських рішень з метою виключення можливості її повторення в майбутньому.

Зроблено висновок, що зміни, що проводяться, в системі виробничого менеджменту неминуче приведуть до опору ним з боку персоналу, якого вони зачіпають. Змінами можуть виступати як перебалансування конвеєрної лінії, так і впровадження системи ухвалення рішень, перебудова конвеєрної лінії на основі концепції бережливого виробництва або реінжинірингу, впровадження елементів Кайдзена, тощо. Застосування моделей управління організаційними змінами дозволить скоротити можливі ризики, пов'язані з опором змінам, у тому числі і в системі виробничого менеджменту промислового підприємства і, отже, понизити ризик втрати вигоди від їх впровадження. У розділі розглянуті модель планованих змін і модель Берка-Литвина, визначені їх обмеження, слабкі сторони і запропонована авторська агентна модель залучення персоналу до змін.

Модель описує залучення персоналу до змін деякого підприємства з чисельність персоналу у 200 працівників, яких зачіпають заплановані керівництвом підприємства зміни. Залучення персоналу до змін здійснюється за рахунок:



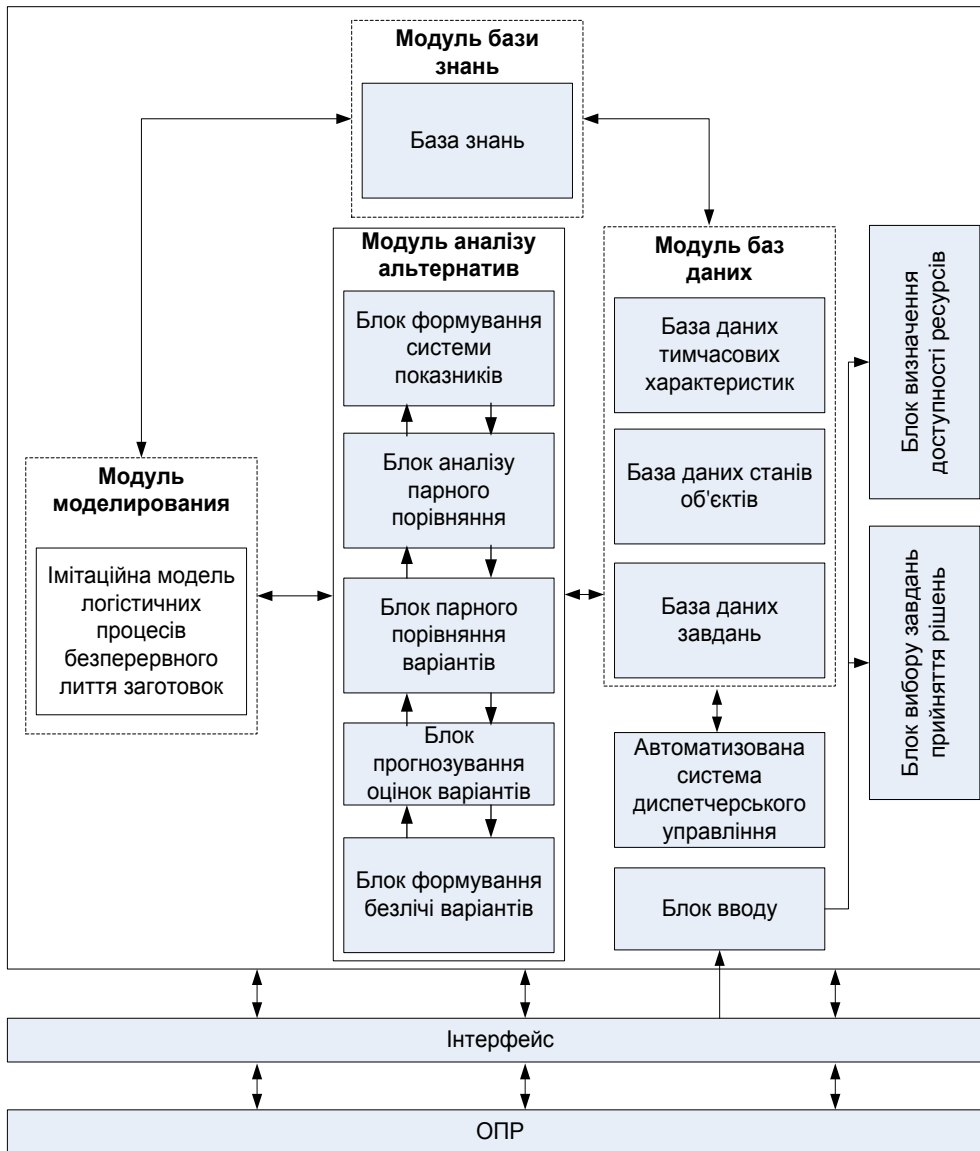


Рис. 6. Структура системи підтримки прийняття рішень з управління логістичними процесами конвертерного цеху

- виробничій комунікації співробітників підприємства з керівництвом в тому, що зміни потрібні і вони позитивно вплинуть на підприємство, а, отже, і на благополуччя персоналу;
- виробничій комунікації між вже залученими до змін співробітниками (Agree\_ch) і не залученими (N\_agree\_ch);
- за рахунок навчання персоналу і виробничій комунікації навчених співробітників (Trained\_workers) зі своїми колегами.

Для вибору адекватного ПП в агентному моделюванні проведена порівняльна характеристика таких ПП: AgentSheets, AnyLogic, StarLogo, NetLogo. Для моделювання обраних ПП AnyLogic. Діаграма станів моделі представлена на рис. 7.

Запропонована агентна модель має 3 стани: залучені в зміни співробітники (Agree\_ch) і не залучений в зміни персонал (N\_agree\_ch), тобто той, який потенційно може чинити опір змінам і навчені співробітники

(Trained\_workers), тобто ті, які пройшли підвищення кваліфікації і розуміють, що впровадження цих нововведень потрібні і вони благотворно позначаються на ефективності функціонування системи виробничого менеджменту і підприємства в цілому.

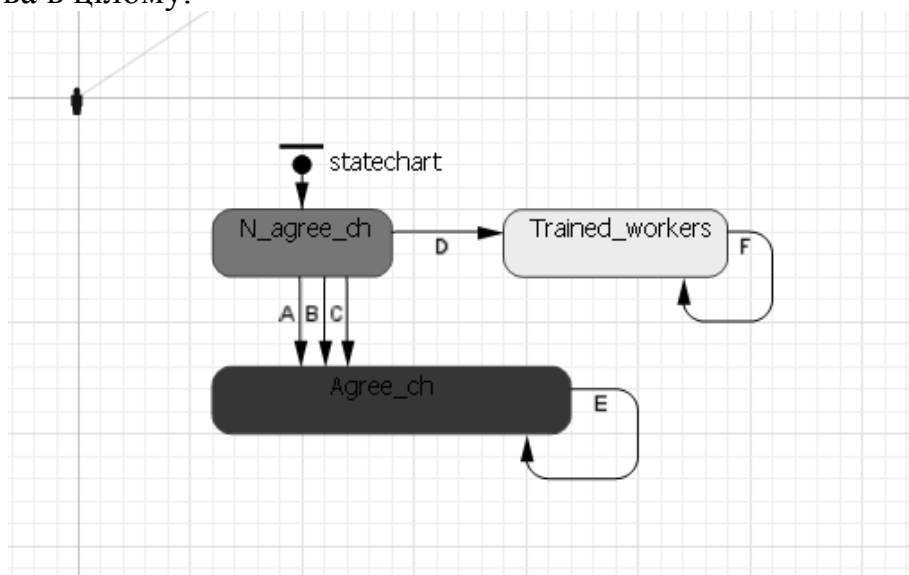


Рис. 7. Діаграма станів моделі залучення персоналу до змін

Така модель дає можливість визначити час, необхідний для залучення усіх співробітників підприємства до змін і, таким чином, спланувати безпосереднє проведення змін на підприємстві, тим самим, підвищивши вірогідність досягнення максимального ефекту від впровадження нововведень в систему операційного менеджменту, а також зміцнити свої позиції на ринку за рахунок проведення ефективних змін.

## ВИСНОВКИ

У дисертації здійснене вирішення важливого наукового завдання щодо моделювання системи виробничого менеджменту промислового підприємства на підґрунті запропонованих автором концепції та відповідного інструментарію.

1. На основі проведеного аналізу поточної економічної ситуації на Україні виявлено, що, незважаючи на всі негативні явища економіки, які ускладнюють ефективне функціонування підприємств, статистика свідчить, що навіть за таких нелегких умов ведення бізнесу можна отримувати прибуток. У першу чергу, успішна діяльність підприємств повинна бути заснована на застосуванні інноваційних інструментів та інформаційних технологій в управлінні, що дозволяють підвищити оперативність і якість прийнятих управлінських рішень, а також менеджменту у виробничій системі, озброєному ефективним відповідним інструментарієм.

2. Проаналізовано основні інструменти підвищення ефективності виробничих процесів, що дозволило синтезувати порівняльну характеристику розглянутих підходів і рекомендації щодо ситуацій в яких доречно застосування того чи іншого інструмента, з метою підвищення ефективності

бізнес-процесів у системі виробничого менеджменту промислового підприємства.

3. На основі проведеного аналізу методології виробничого менеджменту, розроблено концепцію моделювання системи виробничого менеджменту промислового підприємства, яка дозволяє виявити вузькі місця системи, за допомогою запропонованих моделей провести обґрунтування передбачуваних заходів щодо їх усунення і тим самим оцінити вплив того чи іншого управлінського рішення на ефективність функціонування системи.

4. Для виявлення найбільш доцільного набору заходів спрямованих на підвищення ефективності конвеєрної лінії, побудовано модель конвеєрної лінії промислового підприємства, яка дозволяє виявити вузькі місця процесу збірки компресору й оцінити різні сценарії їх усунення.

5. Для зниження собівартості і втрат основних енергоносіїв (електроенергії, газу), а також вигару металу побудовано імітаційну модель логістичних операцій конвертерного цеху, що дозволяє синхронізувати процес безперервного розливання сталі та надає можливість скоротити простій агрегатів, втрати від знаходження металу в конвертерах, на УКП, на стендах відстою, та втрати часу пов'язані з холостим переміщенням рухомих агрегатів (сталевіза, кранів).

6. Для підвищення ефективності планування процесу впровадження нововведень удосконалено агентну модель залучення персоналу до змін, яка дозволяє мінімізувати можливі матеріальні втрати пов'язані з опором персоналу до змін.

7. Для підвищення ефективності прийнятих рішень відносно переміщення основних рухливих агрегатів конвертерного цеху була синтезована структура системи підтримки прийняття рішень з управління логістичної складової конвертерного цеху металургійного підприємства.

8. Для захисту творчої праці від несанкціонованого використання, яке може привести до фінансових втрат розроблені механізми з охорони елементів інформаційної інфраструктури підприємства, дані рекомендації за якими власник майнових прав зможе уникнути можливих фінансових ризиків.

9. Впровадження результатів дослідження дозволяє підвищити ефективність управлінських рішень стосовно управління виробничої системи, за рахунок усунення вузьких місць і скорочення втрат, пов'язаних з простоем устаткування. Основні результати дослідження використано на ПАТ «Авдіївський завод металевих конструкцій». Підтверджений актом економічний ефект склав 150,3 тис. грн.

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

### ***Статті у наукових фахових виданнях України***

1. Подскребко А. С. Агентное моделирование процесса вовлечения персонала в изменения / А. С. Подскребко // Нове в економічній кібернетиці: (зб. наук. ст.) під заг. ред. Ю. Г. Лисенка; Донецький нац. ун-т. // Вип. 2:

Сучасні проблеми моделювання та управління. – Донецьк: «Юго-Восток», 2010. – С. 67-75 (0,44 друк. арк.).

2. Подскребко А. С. Имитационное моделирование как инструмент принятия управленческих решений, связанных с перебалансировкой конвейерной линии / А. С. Подскребко, В. В. Меженская // Модели управления в рыночной экономике: Сб. науч. тр. Общ. ред. и предисл. Ю. Г. Лысенко; Донецкий нац. ун-т. – Донецк: ДонНУ, 2009. – Спец. выпуск. – С. 260-268 (0,32 друк. арк.).

3. Подскребко А. С. Методологические основы моделирования системы операционного менеджмента / А. С. Подскребко // Нове в економічній кібернетиці: (зб. наук. ст.) під заг. ред. Ю. Г. Лисенка; Донецький нац. ун-т // Вип. 1: Методи, моделі та інформаційні технології підтримки прийняття рішень для складних економічних систем. – Донецьк: «Юго-Восток», 2014. – С. 63-69 (0,33 друк. арк.).

4. Подскребко А. С. Механизмы комплексной охраны элементов информационной инфраструктуры предприятия / А. С. Подскребко, И. Г. Сивицкая // Нове в економічній кібернетиці: (зб. наук. ст.) під заг. ред. Ю. Г. Лисенка; Донецький нац. ун-т // Вип. 3: Моделювання потенціалу розвитку економічних систем. – Донецьк: «Юго-Восток», 2013. – С. 72-82 (0,42 друк. арк.).

***Статті у наукових періодичних виданнях іноземних держав та виданнях України, що включені до міжнародних наукометричних баз***

5. Подскребко А. С. Дискретно-событийное моделирование конвейерных линий / В. Н. Тимохин, А. С. Подскребко // Научный журнал «БИЗНЕС ИНФОРМ» (*Ulrichsweb Global Serials Directory, Research Papers in Economics, Index Copernicus та ін.*). – Харьков, 2013. – № 9. – С. 78-84 (0,25 друк. арк.).

6. Подскребко А. С. Платформы систем поддержки и принятия решений на основе имитационного моделирования / А. С. Подскребко // Уральский научный вестник: экономические науки: (научно-теоретический и практический журнал). – Уралск: ЖШС «Уралнаучкнига», 2013. – С. 62-66 (0,27 друк. арк.).

***Публікації в інших виданнях:***

7. Подскребко А. С. Аспекты дискретно-событийного моделирования производственных процессов / А. С. Подскребко // Сучасні проблеми моделювання соціально-економічних систем: матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції, 11-12 квітня 2013 р. – Харків: ФОП Александрова К. М., ВД «ІНЖЕК», 2013. – 390 с. – С. 167-169 (0,16 друк. арк.).

8. Подскребко А. С. Аспекты имитационного моделирования процессов производственной логистики промышленных предприятий / А. С. Подскребко // Проблемы моделирования производственно-экономической деятельностью субъектов хозяйствования: Материалы VIII Международной научной конференции молодых ученых и студентов, 22 мая 2014 г. / ред.

Мартякова Е. В. и др. – Донецк: ДонНТУ, 2014. – 241 с. – С. 89-91 (0,17 друк., арк.).

9. Подскребко А. С. К вопросу о моделировании системы управления логистическими процессами непрерывного литья заготовок / А. С. Подскребко, О. В. Снегин // Проблемы економічної кібернетики 2014: Тези доповідей Міжнародної науково-методичної конференції, 2-3 жовтня 2014 р., м. Полтава. – Донецьк: «Цифровая типография», 2014. – 161 с. – С. 118-120 (0,12 друк. арк.).

10. Подскребко А. С. Концепция моделирования системы производственного менеджмента промышленного предприятия / А. С. Подскребко, Н. В. Румянцев // Моніторинг, моделювання та менеджмент емерджентної економіки: зб. наук. пр. П'ятої Міжнародної наукової-практичної конференції, 26-28 квітня 2016 р., / редкол. Соловьев В. М. та ін. – Черкаси: Видавець О. М. Третьяков, 2016. – 248 с. – С. 171-174 (0,18 друк. арк.).

11. Подскребко А. С. Платформы имитационного моделирования промышленных предприятий / А. С. Подскребко // Економіка: реалії часу і перспективи: Міжнар. наук.-практ. конф., 20-21 лютого 2014р. тез. доп. – Одеса, Одеський національний політехнічний університет, 2014. – Том 3. – С. 102-104 (0,19 друк. арк.).

## АНОТАЦІЯ

**Подскребко О. С. Моделювання системи виробничого менеджменту промислового підприємства. – Рукопис.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук за спеціальністю 08.00.11 – математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці. – Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі», Полтава, 2017.

У дисертаційній роботі здійснено постановку й вирішення актуального наукового завдання моделювання системи виробничого менеджменту промислового підприємства. На базі дослідження існуючих методів і технологій здійснення управління системою виробничого менеджменту визначено основу ефективності, а саме прийняття своєчасних та економічно обґрунтованих управлінських рішень та запропоновано концепцію моделювання системи виробничого менеджменту промислового підприємства, засновану на ідеях теорії обмежень та використанні сучасних економіко-математичних методів, яка дозволяє підвищити ефективність здійснення процесів виробничого менеджменту промислових підприємств.

Розроблено дискретно-подієву модель конвеєрної лінії промислового підприємства, яка дозволяє виявити вузькі місця системи, за допомогою сценарного аналізу визначити доцільність проведення низки заходів щодо їх усунення, оцінити можливе підвищення ефективності функціонування системи в цілому.

Запропоновано структуру системи підтримки прийняття рішень з управління процесами виробничої логістики промислового підприємства, що

дозволяє виробити найбільш ефективну стратегію поведінки змінного майстра, що дозволить скоротити час для прийняття рішень, заснованих на інформації про фактичні запаси, планових простоях і втрати, а також забезпечити інтенсифікацію праці персоналу, зайнятого в процесі безперервного розливання стали, а також визначити ціну помилки управлінських рішень з метою виключення можливості її повторення в майбутньому. Також розроблено агентну модель процесу залучення персоналу до зміни, яка дозволяє визначити час, необхідний для залучення всього персоналу підприємства до змін і таким чином, спланувати безпосередню послідовність заходів щодо їх впровадження.

Основні результати дослідження пройшли практичну апробацію на ПАТ «Авдіївський завод металевих конструкцій». Підтверджений актом економічний ефект склав 150,3 тис. грн.

**Ключові слова:** виробничий менеджмент, промислова логістика, економіко-математичне моделювання, імітаційне моделювання, система підтримки прийняття рішень.

## АННОТАЦІЯ

**Подскребко А. С. Моделирование системы производственного менеджмента промышленного предприятия. – Рукопись.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук по специальности 08.00.11 – математические методы, модели и информационные технологии в экономике. – Высшее учебное заведение Укоопсоюза «Полтавский университет экономики и торговли», Полтава, 2017.

В диссертационной работе осуществлена постановка и решение актуального научного задания моделирования системы производственного менеджмента промышленного предприятия. На базе исследования существующих методов и технологий осуществления управления системой производственного менеджмента определено основу эффективности, а именно принятие своевременных и экономически обоснованных управленческих решений и предложена концепция моделирования системы производственного менеджмента промышленного предприятия, основанная на идеях теории ограничений и использовании современных экономико-математических методов, которая позволяет повысить эффективность осуществления процессов производственного менеджмента промышленных предприятий.

Моделирование производственных линий за счет применения современных программных средств позволяет конструировать процессы производства, планировать и контролировать деятельность производственной системы, достигать максимальной эффективности производственных линий, таких как конвейер.

Разработана дискретно-событийная модель конвейерной линии промышленного предприятия, которая позволяет выявить узкие места системы, с помощью сценарного анализа определить целесообразность проведения ряда мероприятий по их устранению, оценить возможное повышение эффективности функционирования системы в целом.

Предложена структура системы поддержки принятия решений по управлению процессами производственной логистики промышленного предприятия, позволяет выработать наиболее эффективную стратегию поведения сменного мастера, что позволит сократить время для принятия решений, основанных на информации о фактических запасах, плановых простоях и потери, а также обеспечить интенсификацию труда персонала, занятого в процессе непрерывной разливки стали, а также определить цену ошибки управленческих решений с целью исключения возможности ее повторения в будущем.

Разработана агентная модель вовлечения персонала в изменения, которая позволяет спланировать непосредственное проведение изменений на предприятии, тем самым, повысить вероятность достижения максимального эффекта от их внедрения в систему производственного менеджмента промышленного предприятия. Данная модель является вспомогательной и имеет первостепенное значение при внедрении принимаемых решений по изменению преобразующей подсистемы.

Предложены механизмы комплексной охраны элементов информационной инфраструктуры предприятия, базирующиеся на методологии системного анализа и моделирования бизнес-процессов, использование которых обеспечит эффективную защиту и возможность коммерциализации результатов научно-технической деятельности предприятия.

Основные результаты диссертационной работе внедрены в деятельность ПАО «Авдеевский завод металлических конструкций». Подтвержденный актом экономический эффект составил 150,3 тыс. грн.

**Ключевые слова:** производственный менеджмент, промышленная логистика, экономико-математическое моделирование, имитационное моделирование, система поддержки принятия решений.

## SUMMARY

**Podskrebko A. S. Modeling the production management system of industrial enterprises. – Manuscript.**

Dissertation for scientific degree of candidate of economic sciences, specialty 08.00.11 – mathematical methods, models and information technologies in economics. – Higher Educational Establishment of Ukoopspilka «Poltava University of Economics and Trade», Poltava, 2017.

The thesis set and solved actual problems of scientific modeling the production management system of an industrial enterprise. Based on research of the existing methods and technologies of production management system, the basis of efficiency and the adoption of timely and economically sound management decisions was determined and the concept of modeling the production management system of industrial enterprise based on the ideas of the theory of constraints and the use of modern economic and mathematical methods that can increase the effectiveness of the implementation process production management enterprises was proposed.

Discrete-event model of the assembly line of an industrial company was

developed, which allows you to identify system bottlenecks by using scenario analysis to determine the feasibility of a number of measures to address them, assess the possible efficiency of the system as a whole.

The paper presents a structure of decision support system for managing the processes of production logistics of an industrial enterprise, allowing to develop the most effective strategy for work patterns of a shift foreman that will reduce the time to make decisions based on information about the actual stocks, planned downtime and loss, and ensure the intensification of staff engaged in the continuous casting of steel, as well as determine the impact of making management mistakes in order to exclude the possibility of its recurrence in the future. Also the agent model of attracting staff to determine the time it takes to involve all personnel in making change and plan the sequence of direct measures for their implementation was developed.

The main results of the research have been tested at PJSC «Avdiivs'kiy zavod metalevikh konstruktsiy», an economic effect confirmed by official documents amounted to 150.3 thousand UAH.

**Keywords:** production management, industrial logistics, economic and mathematical modeling, simulation, decision support system.