

ДИНАМІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТІ ЕКОНОМІСТА ТА МЕНЕДЖЕРА

У статті обґрунтовується необхідність розширеного впровадження динамічного моделювання в середній і вищій школі. Описуються основні навички потрібні в менеджменті та економіці, які формуються в результаті опанування динамічного моделювання.

Ключові слова: системний підхід, динамічне моделювання, компетентності економіста і менеджера, міждисциплінарність, причинно-наслідкові схеми, прикладні комп'ютерні програми.

Заєць С.В.

*к.э.н., доцент, ГНУ «Институт модернизации содержания образования»
(Киев, Украина)*

ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНТНОСТИ ЭКОНОМИСТА И МЕНЕДЖЕРА

В статье обосновывается необходимость расширенного внедрения динамического моделирования в средней и высшей школе. Описываются основные навыки, требующиеся в менеджменте и экономике, которые формируются в результате обучения динамическому моделированию.

Ключевые слова: системный подход, динамическое моделирование, компетентности экономиста и менеджера, междисциплинарность, причинно-следственные схемы, прикладные компьютерные программы.

Zaiets S.

*PhD in Economics, Associate Professor, Institute of Education Content Modernization
(Kyiv, Ukraine)*

DYNAMIC MODELING AS A TOOL FOR FORMING THE COMPETENCE OF THE ECONOMIST AND MANAGER

The article discusses the necessity of an extended introduction of dynamic modeling in secondary and higher schools is substantiated. The main skills required in management and economics are described, which are formed as a result of learning dynamic modeling.

Keywords: system approach, dynamic modeling, competence of economist and manager, interdisciplinarity, causal schemes, applied computer programs.

²⁰ Заєць Світлана Володимирівна, к.е.н., доцент, старший науковий співробітник, ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» (Київ, Україна)

Актуальність проблеми. У вітчизняній освіті спостерігається недостатнє вивчення майбутніми фахівцями і дослідниками явищ, які відбуваються в недетермінованих динамічних системах, що функціонують у таких сферах діяльності, як економіка і менеджмент. Підготовка менеджерів і економістів у деяких закладах освіти ґрунтується на застарілих математичних моделях, унаслідок чого формується неповна управлінська компетентність. Компетентність сучасних фахівців в умовах неповної інформації і швидкої зміни ситуацій повинна забезпечувати ухвалення ефективних управлінських рішень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для формального представлення моделей неперервних (динамічних) систем Джей Форестер запропонував підхід, названий системною динамікою, який дає змогу будувати моделі динамічних взаємопов'язаних систем за допомогою причинних діаграм циклів і схем виду «фонд–потік». Він же запропонував для числового моделювання таких систем мову Динамо. Форестер створив перші моделі *World-1* і *World-2*, які відтворювали тенденції та взаємозв'язок 5 головних змінних: населення, капіталу, ресурсів, забруднення навколишнього середовища і виробництва продовольства [1–5]. Модель Форестера мала попередній характер і давала лише загальні висновки. Найвідомішою моделлю системної динаміки є модель світового розвитку (*World-3*), розроблена групою дослідників Массачусетського технологічного інституту під керівництвом Д. Медоуза [6].

Один з творців методології системної динаміки Д. Стерман зазначає: «Системна динаміка — це підхід імітаційного моделювання, який своїми методами та інструментами дозволяє зрозуміти структуру і динаміку складних систем. Також системна динаміка — це метод моделювання, який використовується для створення точних комп'ютерних моделей складних систем для подальшого використання з метою проектування більш ефективної організації і політики взаємин з даною системою. Разом, ці інструменти дозволяють нам створювати мікросвіти-симулятори, де простір і час можуть бути стиснуті й уповільнені так, щоб ми могли вивчити наслідки наших рішень, швидко освоїти методи і зрозуміти структуру складних систем, спроектувати тактики і стратегії для більшого успіху» [7].

На думку Личкіної Н.Н., сучасна системна динаміка розвивається в основному за двома напрямками: так зване «системне мислення менеджерів», що формується за допомогою причинно-наслідкових схем при формуванні ментальних моделей менеджменту, і серйозні сценарні стратегічні дослідження, що проводяться на імітаційних моделях, деталізованих під конкретні проблеми підприємства [8].

В Україні розробкою моделей складних систем на основі системної динаміки, методами динамічного моделювання займаються такі науковці як Лук'яненко І.Г. [9], Соколовська З.М., Яценко Н.В. [10], Пасенченко Ю.А., Назаренко О.І. [11], Степаненко О.А. [12], Фари́на О.І., Дадашова П.А. [13] та інші фахівці науково-дослідних інститутів та університетів, а саме: Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова, Інституту економіки та прогнозування, Національного університету «Києво-Могилянська академія», Львівського національного університету імені Івана Франка, Національного технічного університету України «КПІ» імені І. Сікорського, Одеського національного політехнічного університету.

Системна динаміка може запропонувати комплексне дослідження виробничих та економічних динамічних структур. Такі структури, подібні до тієї, яка зображена на рис. 1, покликані забезпечити міждисциплінарний понятійний базис для економістів, менеджерів та інших фахівців.

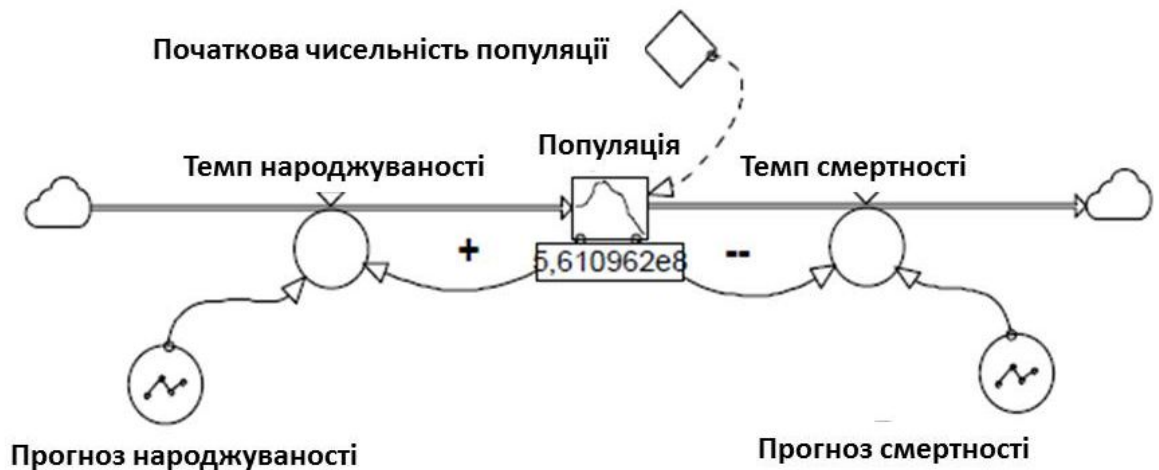


Рис. 1. Приклад динамічної когнітивної моделі динаміки рівноваги населення регіону [14]

Як зазначає Яригін О.Н., системну динаміку доцільно застосовувати тоді, коли виявляються неефективними традиційні підходи, що використовувались у спробі описати систему за допомогою відомого математичного апарату [15].

В Україні є також приклади розробленого методичного забезпечення моделювання системної динаміки в середовищах NetLogo, Dynamo, Vensim, iThink, STELLA, Powersim, Rusim, AnyLogic, що можуть використовуватись учнями загальноосвітніх шкіл, викладачами й студентами магістратури й бакалаврата різних спеціальностей, у межах спеціальних курсів («Моделювання економічних, екологічних і соціальних процесів», «Системна динаміка», «Імітаційне моделювання») і поза ними для дослідження готових моделей у різних галузях, їх розширення, доповнення, складання своїх моделей [16; 17].

Постановка завдання. У поширенні методів системної динаміки в економічних, прикладних і освітніх системах Україна відстає від провідних економічних країн Америки та Європи. У США викладання системної динаміки здійснюється на різних рівнях освіти — від початкової до вищої і є складником програми для загальноосвітніх шкіл США (K-12). Подібна ситуація спостерігається в європейській вищій школі (Бернський університет, (Швейцарія), Бергенський університет (Норвегія), університети Німеччини та Австрії, програми середньої освіти Австрії та ін.). Наприклад, в Австрії вивчення системної динаміки вводилось під час реформи математичної програми для 9 — 12-го ступеня реальної гімназії через предмет *Untersuchung vernetzter Systeme* (дослідження взаємопов'язаних систем), у межах якого учні могли набувати здатності системного мислення за допомогою аналізу систем з таких різних галузей, таких як економіка, екологія, фізика [18].

У США кожні два роки в конференції, присвяченій системній динаміці в середній освіті, беруть участь близько 200 осіб. У школах, починаючи з підготовчих класів, закінчуючи старшими, системна динаміка використовується як основа для більшості предметів, учителі та учні будують імітаційні моделі сім'ї, екологічних, міських і політичних систем.

Динамічне моделювання стає необхідним і визнаним елементом підготовки майбутніх фахівців економічної та управлінської ланки. Тому і постає питання про розширення викладання і застосування методів системної динаміки та імітаційного моделювання у вітчизняній освіті.

Мета статті обґрунтувати необхідність поширення такого інструменту навчання, як моделювання системної динаміки (динамічне моделювання, система динаміки), починаючи від початкової школи до магістерського рівня підготовки та аспірантури в Сучасні питання економіки і права

університетах з метою формування гармонійно розвиненої особистості, здатної натхненно працювати в різних сферах діяльності в умовах безперервного прискорення науково-технічного прогресу.

Результати дослідження. Система динаміки не може викладатись як самостійний предмет у загальноосвітніх школах. Це інструмент для підвищення ефективності поточної навчальної діяльності учня. Учителі можуть розглядати системний підхід як спосіб зробити те, що вони вже роблять, проте краще. Наприклад, учні, щоб знайти приклади історичних тенденцій, використовують графіки динаміки, у літературі — сюжетні розробки, у природничих науках - результати наукових експериментів. Вони зможуть використати причинний цикл діаграми при обговоренні непередбачуваних наслідків у навколишньому середовищі чи закономірностей ескалації в соціальних конфліктах тощо. Вони зможуть використати схему, щоб зрозуміти динаміку популяції в різних контекстах: вимирання мамонтів, зростання дріжджів клітини в пробірці, поняття експоненціального зростання тощо. Вони можуть зв'язати всі ці навички разом і використовувати готові моделі систем динаміки, або побудувати власні, щоб отримати ще глибше розуміння того, що вони вивчають.

У процесі використання цих інструментів навчання стає сприйнятнішим і кооперативнішим. У традиційному підході вчителі стоять перед класом і роздають інформацію з окремих тем для учнів, які є пасивними споживачами інформації. А в даному випадку, системний підхід дозволяє учням взяти на себе відповідальність за власне навчання, і вони, природно, змушені це зробити. Система динаміки заохочує учнів до розуміння речей, спільного складання головоломок, пошуку подібних закономірностей в умовах співпраці при задаванні питань і віднайденні відповідей з різних дисциплін.

Ці цілі не є новими. Викладачі завжди шукали способи залучення студентів у навчання, навчання в кооперації та міждисциплінарні підходи при здобутті знань. Системний підхід дозволяє робити це в ігровій формі для учнів і викладачів, надає їм навички та перспективи ефективно розв'язувати динамічно складні соціальні, економічні, технологічні та екологічні проблеми, що стоять перед ними в майбутньому. Такий підхід є реальною потребою, бо рівень навчання, який був «достатньо високим» для нас у минулому, може бути недостатнім для проблем, що стоять перед завтрашніми світовими громадянами.

Система динаміки пропонує набір інструментів (поведінка в часі, графіки, діаграми, причинно-наслідкові схеми, імітаційні ігри та комп'ютерні моделі), які вчителі в закладах загальної середньої освіти зможуть використовувати для поліпшення засвоєння навчального матеріалу в математиці, фізиці, соціальних, комп'ютерних науках, історії, економіці, біології та літературі. Динамічне моделювання використовує комп'ютерні імітаційні моделі, які побудовані з описової інформації, яка зазвичай уже є відомою.

Навчальними цілями засвоєння основ системної динаміки є:

- 1) розвиток особистих навичок.
- 2) застосування вчення про економічну поведінку.
- 3) формування світогляду та особистості відповідно до XXI століття.
- 4) розуміння природи систем, в яких ми працюємо та живемо.
- 5) досягнення переваг системи освіти.

Уведення в зміст навчання понять моделі істотно змінює ставлення учнів до навчального предмета, робить їх навчальну діяльність осмисленішою і продуктивнішою. Також цілеспрямоване і систематичне навчання методів моделювання системної динаміки наближає учнів до методів наукового пізнання, забезпечує їх інтелектуальний розвиток.

Для того, щоб озброїти учнів моделюванням системної динаміки як методом пізнання, потрібно, щоб школярі самі будували моделі, самі вивчали будь-які об'єкти, явища за допомогою моделювання.

Необхідність розширення моделювання системної динаміки в початковій школі пов'язане з необхідністю виконання психологічних і педагогічних завдань. Коли учні

будують різні моделі досліджуваних явищ, цей метод виступає в ролі навчального засобу і способу узагальнення навчального матеріалу, допомагає дітям «вчитись активно», формує універсальні навчальні дії.

Методика системної динаміки в старших класах середньої школи підвищує в цілому структурне мислення завдяки привабливості і зрозумілості теми дослідження, привчає школяра виконувати навчальне завдання в завершеному вигляді (зокрема, у вигляді готового проекту), виступає як засіб підвищення інтересу учнів до вивчення математичних і природничих дисциплін, сприяє професійній орієнтації учнів, розвиває творче мислення учня.

При впровадженні динамічного моделювання формуються *особистісні результати*.

1. Навички співпраці з однолітками, дітьми молодшого віку, дорослими в освітній, суспільно корисній, навчально-дослідницькій, проектній та інших видах діяльності.

Ефективним методом формування даних якостей є навчально-проектна діяльність. Робота над проектом вимагає взаємодії між учнями-виконавцями проекту, а також між учнями і вчителем, формулює завдання для проектування. У результаті роботи передбачається процедура захисту проекту перед колективом класу, яка також вимагає комунікативних навичок у дітей.

2. Готовність і здатність до освіти, серед іншої самоосвіти, протягом усього життя; свідоме ставлення до безперервної освіти як умови успішної професійної і громадської діяльності; усвідомлений вибір майбутньої професії і можливостей реалізації власних життєвих планів.

Низка проектних завдань вимагає усвідомлення недостатності наявних знань, самостійного вивчення нового для учнів теоретичного матеріалу, орієнтації в новій предметній галузі, пошуку джерела інформації, наближення навчальної роботи до форм управлінської діяльності.

При впровадженні динамічного моделювання формуються такі *метапредметні результати*:

1. Уміння самостійно визначати цілі і складати плани, схеми; самостійно здійснювати, контролювати і коригувати навчальну та позанавчальну діяльність; використовувати всі можливі ресурси для досягнення цілей; вибирати успішні стратегії в різних ситуаціях. Дана компетенція формується під час навчально-проектної діяльності: учням необхідно планувати цілі і процес виконання проекту і здійснювати самоконтроль за результатами роботи.

2. Уміння продуктивно спілкуватись і взаємодіяти в процесі спільної діяльності, враховувати позиції іншого, ефективно розв'язувати конфлікти. Формуванню цієї компетенції сприяють проектні завдання, які передбачають колективне виконання, що вимагає від учнів уміння взаємодіяти; захист роботи передбачає колективне обговорення її результатів.

3. Готовність і здатність до самостійної інформаційно-пізнавальної діяльності, включаючи вміння орієнтуватись у різних джерелах інформації. Успішна навчальна і виробнича діяльність у галузі моделювання неможлива без здібностей до самонавчання, активної пізнавальної діяльності.

При застосуванні динамічного моделювання формуються такі *предметні результати*:

1. Уміння використовувати готові прикладні комп'ютерні програми.

2. Сформованість уявлень про комп'ютерно-математичні моделі і необхідність аналізу відповідності моделі і модельованого об'єкта (процесу).

При впровадженні динамічного моделювання формуються такі *практичні результати*:

1. Відчуття проблеми і наполегливість при її розв'язанні.

2. Абстрактне і кількісне визначення причинно-наслідкового зв'язку.

3.Продуктування ймовірних теоретичних моделей і критичне сприйняття інших моделей.

4. Математичне обґрунтування моделі.
5. Стратегічне використання відповідних інструментів.
6. Розуміння міри точності.
7. Пошук та використання структури.
8. Пошук і вияв регулярності в повторних дослідженнях.

Для заохочення розвитку системного мислення та динамічного моделювання для задоволення взаємопов'язаних завдань, що стоять на особистому, громадському та глобальному рівнях, організація Creative Learning Exchange [19] пропонує зосередитися на таких діях.

Тренінги. Викладачам потрібні організовані тренінги, щоб дізнатись про динаміку системи та про те, як це зробити. Це стосується їхньої навчальної програми. Після тренінгу їм потрібна подальша підтримка та коучинг. Системної динаміки нелегко навчитись. На відміну від граматики та арифметики, вчителі не вивчають основні принципи систем у школі, тому кожен починає спочатку. Учителі, які не отримають підготовки та підтримки, коли вони цього потребують, можуть зневіритись. Вони також можуть неправильно використовувати системні інструменти. Навчання та подальша підтримка — постійна потреба.

Час для прийняття ідеї. Ідея системної динаміки та системного мислення нова для більшості людей і не відразу очевидна. Треба дати вчителям та адміністраторам час для переосмислення й оцінювання за їх власним темпом. Ці нові ідеї не можна примусово пропонувати іншим.

Час для співпраці. Учителям потрібен час для спільної роботи, щоб розвинути власні навички, розробити міждисциплінарні уроки та поділитись успіхами і розчаруваннями. (Це теж дуже корисно, якщо вчителі та адміністратори можуть співпрацювати з колегами інших шкіл.)

Поширеність. Школи повинні сприяти передачі використання системних інструментів між різними дисциплінами та між класами для уніфікації навчального плану та посилення системної динаміки для навчання. Вчителі та студенти повинні бачити, що інструменти та конструкції є загальними і потребують планування.

Організаційне навчання. Школам потрібно свідомо застосовувати принципи систем, яких вони навчилися у навчальному плані, до функціонування школи. Це крок уперед для більшості людей, якщо вони можуть це зробити. Це займає час.

Обладнання. Школи потребують комп'ютерів і програмного забезпечення системної динаміки.

Адміністративна підтримка. Це має важливе значення для всього перерахованого вище. Учителям потрібен підтримувальний адміністратор, який «володіє процесом» і сприяє зростанню систем навчання в школі.

Спільна підтримка. Школи потребують підтримки батьків та інших платників податків, тому що вони пропонують змінити та поліпшити освіту за допомогою системного підходу. Школи повинні дослухатись до потреб своїх громад.

Терпіння, довіра. Це також важливо. Інституту змін в освіті нелегко. Освіта перебуває під величезним тиском, щоб задовольнити вимоги все складнішого і мінливішого суспільства. Однак цей інститут змінюється дуже повільно — у нього є тонко налаштована «імунна система», яка підтримує стабільність і стримує будь-який тиск, щоб різко змінюватись. Учителям, адміністраторам і прихильникам потрібне терпіння, щоб прийняти реальні зміни, і творча наполегливість перед перешкодами. Вони потребують довіри до ефективної роботи разом.

Гроші. Школам потрібно знайти гроші на обладнання, тренінги та час викладача в умовах обмежених шкільних бюджетів.

Висновки. Процеси, що відбуваються у світі, стають усе складнішими, зачіпають безліч сфер одночасно, важко піддаються контролю, мають несподівані наслідки і побічні ефекти. Це становить виклик не тільки органам влади, бізнесу, громадянському суспільству, але також і системі освіти. У системі підготовки кадрів за спеціальностями «Менеджмент» та «Економіка» намітилося відставання від провідних світових університетів у такому важливому напрямку, як дослідження складних динамічних систем. У деяких університетах недостатньо вивчаються такі дисципліни, як системна динаміка, нечітка логіка, імітаційне моделювання. Для заповнення виявленого пробілу потрібні методики викладання та навчально-методичні матеріали із зазначених дисциплін, створення програмних продуктів для навчання студентів з використанням інформаційних технологій.

Для впровадження такого інструменту навчання, як динамічне моделювання в навчальні плани закладів загальної середньої освіти бракує розробленого он-лайн-курсу, призначеного для вчителів загальноосвітніх шкіл, які використовуватимуть системи динаміки для навчання з предметів, зокрема, математики, економіки, природничих наук і комп'ютерних наук.

Необхідне також проведення семінарів, тренінгів, конференцій для вчителів загальноосвітніх шкіл з питань моделювання системної динаміки.

Не зайвими також були б проведення національних наукових ярмарок для студентів, конкурсу творчих студентських проектів з моделювання системної динаміки (які демонстрували б використання навичок критичного мислення для аналізу складних динамічних систем), виставки-презентації додатків з моделями для телефону, планшета та комп'ютера для проведення міні-уроків з моделювання системної динаміки для учнів 4 — 12 класів.

Поширенню динамічного моделювання сприятиме створення творчої навчальної біржі як неприбуткової організації для обміну Creative Learning (CLE), яка матиме свій веб-сайт, що пропонуватиме безкоштовні предметні навчальні програми, доступ до програмного забезпечення та інших навчальних матеріалів, продуктів, що включають книги, моделі, приклади для використання в класі, інтерактивні імітаційні ігри, що формують системне мислення.

Література

1. Forrester J. World Dynamics / J. Forrester. – Cambridge, MA: Wright-Allen Press. 1970. – 375 p.
2. Форрестер Дж. Основы кибернетики предприятия / Дж. Форрестер. – М.: Прогресс, 1971. – 765 с.
3. Форрестер, Дж. Основы кибернетики предприятия (индустриальная динамика) / Дж. Форрестер; пер. с англ.; общая редакция и предисловие Д.М. Гвишиани. – М.: Прогресс, 1971. – 340 с.
4. Forrester J.W. System Dynamics and the Lessons of 35 years // A Systems — based approach to Policymaking / Ed. by De Green U.B. – Boston: Kluwer, 1995. – P. 199–239.
5. Форрестер Дж. Мировая динамика / Дж. Форрестер; пер. с англ. – М.: Издательство АСТ; СПб.: Terra Fantastica, 2003. – 379 с.
6. Donella H Meadows; Jorgen Randers; Dennis L Meadows; William W Behrens. The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind. – 1. – Universe Books, 1972. – 211 p.
7. Sterman J. Business Dynamics – Systems Thinking and Modeling for a Complex World, McGraw-Hill, 2000. – 952 p.
8. Лычкина Н.Н. Ретроспектива и перспектива системной динамики. Анализ динамики развития / Н.Н. Лычкина // Бизнес-информатика. – 2009. – № 3(09). – С. 55–67.
9. Лук'яненко І.Г. Динамічні макроеконометричні моделі. Новий концептуальний підхід. – К.: ВД «КМ Академія», 2003. – 50 с.

10. Соколовська З.М. Системно-динамічні моделі в прогнозуванні розвитку складних економічних систем / З.М. Соколовська, Н.В. Яценко // БІЗНЕСІНФОРМ. – 2014. – № 5. – С. 121–132.
11. Пасенченко Ю.А. Моделі системної динаміки в управлінні ієрархічними торговими мережами / Ю.А. Пасенченко, О.І. Назаренко // Економічний вісник Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". – 2013. – №10. – С. 552–558. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/evntukpi_2013_10_91
12. Степаненко О.А. Моделювання випадкових грошових потоків проекту методом системної динаміки / О.А. Степаненко // Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету; вип.6. – 2013. – С. 140–144. Сер. “Економіка і менеджмент” – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvmgu_eim_2013_6_26
13. Фари́на О.І. Концептуальні підходи до побудови макромоделі економіки України методами системної динаміки / О.І. Фари́на, П.А. Дадашова. – К.: НАУКМА, 2015. – 64 с.
14. Шебеко Ю.А. Системная динамика и методология обучения learner-centered learning ("делай как я") / Ю.А. Шебеко, С.А. Казаков // Телекоммуникации и информатизация образования. – 2006. – №3. – С. 155–164.
15. Ярыгин О.Н. Изучение системной динамики как инструмент формирования компетентности менеджера и исследователя / О.Н. Ярыгин, Е.С. Роганов // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2012 – № 2. – С. 88–92. Серия: Экономика и управление.
16. Панченко Л.Ф. Сучасні засоби моделювання системної динаміки / Л.Ф. Панченко // Вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченка. “Педагогічні науки” – 2012. – №15(2). – С. 43–50. – “Педагогічні науки” – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vlup_2012_15%282%29_8
17. Dadashova Pervin, Ganina Kateryna, I. David Wheat. System Dynamics Modeling in a Ukrainian Secondary school, [Електронний ресурс]. Creative Learning Exchange, Boston, MA, USA, 24–26 June, 2016. – P. 1–9. – Режим доступу: http://static.clexchange.org/ftp/conference/CLE_2016/CO2016_SD%20Modeling%20in%20a%20Ukrainian%20Secondary%20School_Wheat.pdf
18. Forrester Jay W. System Dynamics and Learner-Centered-Learning in Kindergarten through 12th Grade Education, [Електронні ресурс]. – Режим доступу: <https://ocw.mit.edu/courses/sloan-school-of-management/15-988-system-dynamics-self-study-fall-1998-spring-1999/readings/learning.pdf>
19. Creative learning exchange, [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://clexchange.org/resources/links_tools.asp

References

1. Forrester J. World Dynamics / J. Forrester. – Cambridge, MA: Wright-Allen Press. 1970. 375 p.
2. Forrester Dzh. Osnovy kybernetyky predpriyatiya / Dzh. Forrester. М.: Prohress, 1971. 765 p.
3. Forrester, Dzh. Osnovy kybernetyky predpriyatiya (yndustrialnaia dynamyka) [Tekst] / Dzh. Forrester; per. s anhl.; obshchaia redaktsiya y predyslovye D.M. Hvyshyany. М.: Prohress, 1971. 340 p.
4. Forrester J.W. System Dynamics and the Lessons of 35 years // A Systems – based approach to Policymaking / Ed.by De Green U.B. Boston: Kluwer, 1995. pp. 201–239.
5. Forrester Dzh. Myrovaia dynamyka / Dzh.Forrester; per. s anhl. – М.: Yzdatelstvo AST; SPb.: Terra Fantastica, 2003. 379 p.

6. Donella H Meadows; Jorgen Randers; Dennis L Meadows; William W. Behrens. *The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. – 1. – Universe Books, 1972. – 211 p.
7. Stermann J. *Business Dynamics – Systems Thinking and Modeling for a Complex World*, McGraw-Hill, 2000. – 952 p.
8. Lychkyna N.N. Retrospektyva y perspektyva systemnoi dynamyky. *Analyz dynamyky razvytyia/N.N. Lychkyna//Byznes-ynformatyka* – 2009. – № 3(09) – pp. 55–67.
9. Lukianenko I.H. *Dynamichni makroekonometrychni modeli. Novyi kontseptualnyi pidkhyd*. – K.:VD “KM Akademiia”, 2003. 50 p.
10. Sokolovska Z. M., Yatsenko N. V. Systemno-dynamichni modeli v prohnozuvanni rozvytku skladnykh ekonomichnykh system // *BIZNESINFORM*. 2014. № 5. pp. 121–132
11. Pasenchenko Y. A., Nazarenko O. I. *Modeli sy stemnoi dynamiky v upravlinni iierarkhichnyimi torhovymi merezhamy // Ekonomichnyi visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu Ukrainy "Kyivskiy politekhnichnyi instytut"*. – 2013. - № 10. – pp. 552-558. – Rezhym dostupu: http://nbuv.gov.ua/UJRN/evntukpi_2013_10_91
12. Stepanenko O. A. *Modeliuvannia vypadkovykh hroshevykh potokiv proektu metodom systemnoi dynamiky // Naukovyi visnyk Mizhnarodnoho humanitarnoho universytetu. Ser.: Ekonomika i menedzhment*. – 2013. Vyp. 6., pp. 140–144. Rezhym dostupu: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvmgu_eim_2013_6_26
13. Faryna O. I., Dadashova P. A. *Kontseptualni pidkhody do pobudovy makromodeli ekonomiky Ukrainy metodamy systemnoi dynamiky*. K.: NaUKMA, 2015. 64 p.
14. Shebeko Y. A., Kazakov S. A. *Systemnaia dynamyka y metodolohyia obuchenya learner-centered learning ("delai kak ya") // Telekommunikatsyy y ynformatyzatsyia obrazovanyia*. – 2006. – № 3. – pp. 155–164.
15. Iaryhyn O. N., Rohanov E. S. *Yzuchenye systemnoi dynamyky kak ynstrument formyrovanyia kompetentnosti menedzhera y yssledovatelii// Vektor nauky Toliattynskoho hosudarstvennoho unyversyteta. Seryia: Ekonomyka y upravlenye*. 2012. № 2. pp. 88–92.
16. Panchenko L. F. *Suchasni zasoby modeliuvannia systemnoi dynamiky // Visnyk Luhanskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Pedagogichni nauky*. 2012. № 15(2). pp. 43–50. – Rezhym dostupu: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vlup_2012_15%282%29_8
17. Dadashova Pervin, Ganina Kateryna, I. David Wheat. *System Dynamics Modeling in a Ukrainian Secondary school*. Creative Learning Exchange, Boston, MA, USA, 24-26 June, 2016. pp. 1–9. – Available at: http://static.clexchange.org/ftp/conference/CLE_2016/CO2016_SD%20Modeling%20in%20a%20Ukrainian%20Secondary%20School_Wheat.pdf
18. Forrester Jay W. *System Dynamics and Learner-Centered-Learning in Kindergarten through 12th Grade Education//* <https://ocw.mit.edu/courses/sloan-school-of-management/15-988-system-dynamics-self-study-fall-1998-spring-1999/readings/learning.pdf>
19. *Creative learning exchange*[Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: http://clexchange.org/resources/links_tools.asp