

УДК 614.2

**ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМНОГО МИСЛЕННЯ ТА СИСТЕМОЇ ДИНАМІКИ В АНАЛІЗІ СИСТЕМИ ВІЙСЬКОВОЇ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я**

**Ф. М. Левченко**, кандидат державного управління, доцент, полковник медичної служби, докторант кафедри організації медичного забезпечення збройних сил Української військово-медичної академії

**Резюме.** Ця стаття розслідує переваги використання системного мислення та системної динаміки в аналізі системи військової охорони здоров'я. Стаття показує наслідки та причини політичного опору в системі військової охорони здоров'я і як вони можуть бути подолані використанням методології системної динаміки. Описані можливі сфери застосування системної динаміки в управлінні охороною здоров'я, описано початкове якісне вивчення системи військової охорони здоров'я в Збройних Силах України, щоб продемонструвати розширення динамічності та складності, що містяться в цій системі.

Ключові слова: системна динаміка, системне мислення, моделювання, система військової охорони здоров'я, імітаційне моделювання.

**Вступ.** Отримавши критичну роль в боєздатності особового складу та бойовій готовності військ (сил), а також добробуті військовослужбовців, військових пенсіонерів та членів їх сімей, військова охорона здоров'я стає одним з перших пріоритетів для вищого військового керівництва країни. Істотна частка бюджету Міністерства оборони України розподіляється для охорони здоров'я військовослужбовців. Не дивлячись на такі значні інвестиції, система військової охорони здоров'я ще не забезпечує очікуване поліпшення здоров'я і зазначені контингенти залишаються поки незадоволеними якістю послуг з медичного обслуговування.

Важливий чинник, який пояснює ці хронічні невдачі в управлінні військовою охороною здоров'я, – неадекватність способів і методів, що використовуються для аналізу, проектування та здійснення організаційних програм, дій та заходів (у подальшому – політик) з управління нею. Незважаючи на те, що система військової охорони здоров'я складна і включає багато взаємозв'язаних елементів, існуючі правила та евристики при проведенні директивних рішень є дуже спрощеними, щоб охопити всю складність, яка міститься в цій системі. Результатом є те, що рішення, прийняті

з кращих побажань і спрямовані на поліпшення роботи системи, приводять загалом до цілком протилежних результатів, – синдром, відомий як «політичний опір».

Засіб виправлення цього синдрому – змінити шлях структурування, формулювання та аналізу проблеми в межах системи військової охорони здоров'я [1]. Є критична необхідність застосовувати більш цілісні підходи, які не зосереджуються лише на аналізі частки системи, але об'єднують всі підсистеми та, головне, – їх взаємні зв'язки. Це необхідно тому, що визначений вплив, узятий в межах контексту частки системи, можливо, змінює поточну рівновагу цілої системи і змушує іншу підсистему чинити опір дії та нівелювати цей вплив. Самим відповідним способом і методом для стримування такої ситуації є системне мислення і, особливо, методологія системної динаміки (далі – СД) [2].

Системна динаміка передбачає, що найпроблематичніші ситуації виникають через те, що за своєю природою системи є динамічними і складними. Згідно з цією концепцією, системи вважаються сконструйованими зі складних мереж петель зворотного зв'язку, в яких затримки часу і нелінійні відношення – важливі джерела динамічної складності та політичного опору.

Щоб звернутися до цих проблем, СД пропонує системний підхід, залежний від комбінації якісного і кількісного аналізу. Це включає картографію системи в термінах петель зворотного зв'язку з наступним перекладом цих карт на сувору кількісну імітаційну модель, яка пропонує можливість аналізу сценаріїв і наслідків політик.

Враховуючі, що система військової охорони здоров'я експонує високі рівні динамічної складності, СД може бути використана екстенсивно, щоб проаналізувати систему і допомогти особам, які приймають рішення, проектувати та здійснювати ефективні політики. Області застосування СД, наприклад, можуть включати аналіз механізмів поширення інфекційних хвороб, вивчення ефективності скринінгових програм, проектування систем первинної медичної допомоги і пошук причин ескалації черг пацієнтів на їх шляхах медичного обслуговування тощо.

Перша частина статті включає визначення системного мислення та політичного опору. За цим слідує визначення динамічної складності, її причин та її ефектів на процес прийняття рішення. У наступній частині статті описується методологія СД та кроки її застосування, а також пояснюються причини, що роблять систему військової охорони здоров'я динамічною і складною і, тому, відповідною для застосування методології СД. Стаття закінчується представленням світових прикладів щодо окремих аспектів застосування СД в охороні здоров'я.

**Мета дослідження.** Дана робота спрямована на дослідження важливості впровадження системного мислення до управління та методології системної динаміки для формулювання, моделювання та аналізу системи військової охорони здоров'я, враховуючі динамічність та складність останньої.

Об'єкт дослідження – система військової охорони здоров'я.

**Матеріали та методи дослідження.** Дане дослідження побудоване на використанні системної методології та методів системного

аналізу: логіки, аналізу, синтезу, декомпозиції, угруповання, формалізації, систематизації, порівняння.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Значення і роль системного мислення. Зовнішнє та внутрішнє оточення, в межах яких військово-медичні підрозділи, частини і заклади, система військової охорони здоров'я, збройні сили і суспільство оперують, стали дуже динамічними і складними. Такий динамізм і складність приносить проблеми і можливості та вимагає чутливих організаційних структур і систем, що можуть пристосуватися до змін. Спроможність організаційної системи адекватно відповісти на виклик залежить від здатності суб'єкту управління розуміти як зовнішнє, так і внутрішнє оточення.

Традиційні прикладні методи і процедури є неадекватними для розуміння цих складнощів, вирішення проблем, що з'являються, і капіталізації можливостей [2]. Для усвідомлення складнощів і вирішення проблем, що є результатом швидкого темпу змін, військово-медичним керівникам потрібно опанувати значну кількість інформації, часто поза їх здатності розуміти складну мережу взаємозалежностей серед системних елементів і проблем, та постійно йти в ногу із ситуаціями, що змінюються [3]. Тому, значно частіше ніж хотілося, заходи, здійснювані для вирішення проблем, приводять до порушень в системному функціонуванні та невдачі політик або прийнятої стратегії, створюючи відчуття безпорадності серед осіб, які приймають рішення. Навіть в організаціях з необхідними інгредієнтами для успіху, невдача політики або стратегії стає правилом замість виключення [4].

Причиною, якою можна пояснити ці невтішні результати, є тенденція щодо спрощення і недооцінки рівня складності проблеми в зазначеному питанні. Частіше всього, проблема – результат взаємодії між складним набором взаємозв'язаних елементів [1]. Проте, обмежена пізнавальна здатність осіб, які приймають рішення, приводить до спрощеного аналізу ситуації та проблеми в

питаннях, що їх цікавлять. В результаті, найголовніші джерела проблеми або не визначаються, або щодо них припускаються помилки [5]. Результатом є ситуація, коли рішення, прийняті для вирішення проблеми, можуть мати непередбачені наслідки і приводити до небажаних результатів через виникнення ефекту, відомого як «політичний опір» [4, 6].

Засобом зменшення несприятливих ефектів «політичного опору» є застосування більш цілісного бачення проблем – системного мислення [3, 7]. Критично важливою є умова, за якої особи, які приймають рішення, повинні розуміти і цінувати факт, що вони працюють в межах системи, яка включає багато взаємозв'язаних і взаємозалежних елементів. Таким чином, проблему потрібно бачити як результат взаємодій серед елементів системи, а не як результат збоїв у роботі одного компоненту. Це – суть системного мислення: «здатність бачити світ як складну систему» [6], що охоплює багато взаємозв'язаних і взаємозалежних елементів (підсистем). Системне мислення дозволяє розглядати ціле замість окремих елементів і представляти поведінку системи протягом часу замість статичних моментальних «знімків» [3]. Системне мислення комбінує масив способів і методів, характерних для таких наукових дисциплін як наприклад інженерія, комп'ютерне обчислення, кібернетика і пізнавальна психологія. Системне мислення дозволяє військово-медичним керівникам долати відчуття безпорадності, коли вони стикаються зі складними проблемами. Це дає їм необхідні методи для аналізу, розуміння і впливу на функціонування систем, які вони намагаються удосконалити.

Розлади в системах виникають завдяки специфічній за своєю природою складності – «динамічній складності». Розуміння «динамічної складності» – необхідний крок в усвідомленні основних причин складності та важливості системного мислення.

Динамічна складність. Основною причиною для ухвалення слабких рішень в

складній системі військової охорони здоров'я є та обставина, що більшість військово-медичних керівників зосереджуються на «детальній складності», яка відноситься до такого виду складності, в якій управлінське рішення залежить від вибору альтернативи з великого ряду статичних виборів (опцій). Маючи велике число опцій, виділення єдиного вибору, можливо, є важким, але прийняттю рішення можуть допомогти математичне моделювання і комп'ютерне обчислення.

Проте, системна невдача часто виникає через нездатність керівників справитися з «динамічною складністю». Динамічна складність з'являється коли: а) коротко- і довгострокові наслідки однієї дії різко відмінні; б) наслідок впливу на одну частку системи цілком відмінний від його наслідків на інші частки системи; в) очевидні дії, що здійснюються з кращих побажань, приводять до неявних контрінтуїтивних (які не можна передбачити інтуїтивно) результатів [3, 7-10]. Розуміння динамічної складності – півшляху до ідентифікації точок впливу в системі з метою поліпшення її функціонування та уникнення політичного опору.

Є три водії динамічної складності в системах: 1) наявність петель зворотного зв'язку; 2) час затримки між причиною і наслідком дії, та 3) існування нелінійних співвідношень серед елементів системи. Загальновідомо, що природні і людські системи – мають багато петель зворотного зв'язку, є динамічними, складними і нелінійними системами [5, 7, 11, 12]. Зупинимось більш детально на джерелах динамічної складності:

1) Наявність петель зворотного зв'язку. Мислення більшості людей орієнтоване на події та засноване на лінійному з відкритими петлями світогляді [6]. Таке мислення обмежується поясненням ситуацій, що виникли в результаті послідовних подій, зв'язаних лінійними причинно-наслідковими відношеннями. Проте, реально такого невизначеного лінійного ланцюга зв'язків причини і наслідку не існує. Будь-яка дія, здійснена якимось учасником в системі, лише

порушить поточну рівновагу системи і запустить реакції від інших учасників для відновлення системного балансу. Ці реакції загалом впливають на початковий запуск дії шляхом виникнення кругової петлі. Це кругове відношення, яке визначає, що вплив є і причиною, і наслідком, відоме як «зворотний зв'язок» і лежить в основі підходу системного мислення [3-7]. Тому, за перспективою системного мислення, системи складаються з багатьох взаємозв'язаних петель зворотного зв'язку, в яких дії – лише спроба змінити рівновагу деяких з цих петель. Реакція інших петель зворотного зв'язку на ці дії – головний привід для «політичного опору», так широко спостережуваного в реальному світі, оскільки система намагається відновити свою початкову рівновагу. Схоже, контрінтуїтивні результати багатьох дій – результат неадекватного розуміння структури петель зворотного зв'язку, присутніх в системі. Далі, так звані «побічні ефекти» дій – лише ефекти, які особа, яка приймає рішення, не передбачала як результат пошкодження і неповної концептуалізації петель зворотного зв'язку, включених в проблемну ситуацію [5].

Є два види петель зворотного зв'язку: позитивні (підсилюючі, самозміцнюючі) петлі і негативні (самокоригуючі, самобалансуючі) петлі. Перші описують ситуації, в яких будь-який розлад в межах параметрів циклу зміцнюється і посилюється, викликаючи експоненціальне зростання (або погіршення) в системі. Другі представляють ситуації, в яких будь-якому розладу чиниться опір, оскільки система прямує до стану рівноваги, щоб досягти бажаної мети. Хоча легко зробити висновок про поведінку кожної з цих петель окремо, але якщо система включає багато взаємодіючих петель зворотного зв'язку, а це зустрічається найчастіше, стає неможливим передбачити як поводитиметься система. Фактично, вся динаміка, спостережувана в системах, є результатом переміщень в домінуванні петлі, оскільки система еволюціонує протягом часу [11, 13]. У цьому контексті, дії можуть бути інтерпретовані просто як такі, що впливають

на спробу змістити баланс сил серед петель зворотного зв'язку системи.

2) Затримки часу. Зазвичай, передбачається, що дія негайно слідує за своїм запуском. Проте, фактично, причини та ефекти часто не близькі в часі та просторі [5, 14]. Такі затримки роблять системи більш динамічно складними, так як вони сповільнюють процес навчання, зменшуючи здатність накопичувати досвід, випробувати гіпотези і застосовувати отримані дані для втручання з метою поліпшення певної ситуації [5]. Далі, якщо наслідки дій не відразу очевидні, учасники продовжуватимуть впливати, щоб примусити систему наблизитися до бажаного стану без надання їй необхідного часу для поглинання ефектів цих дій та формування адекватної відповіді. Результатом є поведінка, що коливається, при якій система або заходить надто далеко, або занадто відстає від свого стану рівноваги. Така поведінка стає навіть драматичнішою в ситуаціях, коли деякі затримки не «розрізняються»: контекст, в якому ефективно ухвалення рішення базується на інтуїції або досвіді, стає невловимою метою. Як підкреслює К. Сенгупта та ін. [14], «затримки складають одну з найголовніших характеристик динамічних завдань і здатність управляти ними є істотною для ефективної роботи в таких оточеннях».

3) Нелінійні відношення. Це джерело динамічної складності означає, що реакція (ефект) системи на дію (причина) не завжди лінійно пропорційні. Наявність таких відношень в системі збільшує динамічну складність, тому що реакція системи на розлад буде відмінна, оскільки це залежатиме від її поточного стану. Та ж дія, можливо, запускає цілком непередбачені наслідки, так як реакція системи є непередбачуваною на поточний баланс сил серед її петель зворотного зв'язку. Нелінійні відношення, можливо, надають можливість дії стати спусковим гачком (запуском) переміщення домінування від однієї петлі до іншої, що загострює частоту зміни влади серед петель зворотного зв'язку системи, віднині збільшуючи її динамічну складність.

Вплив динамічної складності на прийняття рішення.

Високі рівні динамічної складності несприятливо впливають на людське прийняття рішення. Дійсно, часто прийнятті управлінські рішення не генерують оптимальні або навіть розумні результати. Є багато причин для такої неефективної роботи в динамічно-складних ситуаціях, але дві причини мають істотну важливість.

а) Обмежена раціональність [15, 16]. Принцип «обмеженої раціональності» обумовлює, що люди страждають від двох меж раціональності. Перша є завдяки обмеженій інформації, оброблювальній можливості людського розуму. Коли люди стикається з складністю реального світу, вони зосереджуються на зменшеній кількості інформації та спрощують свої розумові причинно-наслідкові плани, використовуючи лінійний погляд та ігнорування побічних ефектів рішень. Тому, їх розумові моделі – не точне представлення реального світу. Друга межа раціональності існує завдяки пізнавальним навикам і обмеженням пам'яті людського розуму. Навіть, якщо люди мають досконалу інформацію про причинно-наслідкові плани системи зворотного зв'язку, вони не в змозі вирішити наслідки їх дій через якийсь час, відстеживши повний і логічний шлях. У таких ситуаціях, лише формальний моделюючий підхід може служити каталізатором навчання і покращити діяльність з прийняття рішення. Так, Стерман [4] підкреслює: «Ці дві різні межі раціональності повинні обоє бути подолані, щоб мало місце ефективно навчання».

б) Неправильне сприйняття зворотного зв'язку. Принцип «обмеженої раціональності» стосується всіх видів прийняття рішення. Але його ефект посилюється в динамічних ситуаціях. Це спостерігається, коли люди працюють дуже слабо відповідно до їх потенціалу, в ситуаціях, які мають динамічну складність. Експерименти показали, що робота людей зменшується різко при наявності високих рівнів динамічної складності [17-19].

Це, навіть, вірно, коли суб'єкти в експериментах мають значний досвід або коли фінансові стимули були застосовані для винагородження кращої роботи [20, 21]. Такі експерименти були використані як свідоцтво, щоб довести переконливість гіпотези «неправильне сприйняття зворотного зв'язку», яке свідчить, що розумові моделі, використовувані людьми для проведення їх рішень, є динамічно недостатніми. Люди нехтують структурами зворотного зв'язку, не цінують затримки часу між діями і наслідками та нечутливі до нелінійності між елементами системи, оскільки система еволюціонує протягом часу [20].

Методологія Системної Динаміки

Системна динаміка (СД) виникла в кінці 1950-х і на початку 1960-х років в Массачусетському технологічному інституті США і розвивалася професором Джеєм Райтом Форрестерем, який пробував застосувати принципи контролю технічного зворотного зв'язку до принципів і методів управління та соціальних систем [7].

Головне філософське підґрунтя методу системної динаміки полягає в тому, що поведінку (історію в часі) системи, головним чином, визначає її внутрішня структура [22]. У цьому контексті, СД передбачає, що системна структура, по суті, складена з петель зворотного зв'язку, в яких затримки і нелінійність – важливі водії поведінки системи. СД прагне моделювати і передбачати можливі реакції таких складних систем на різні рішення таким чином, щоб їх пункти впливу були ідентифіковані або їх структури перепроєктовані для виключення небажаної поведінки [23].

У СД процес втручання ділиться на три фази [7, 23]:

1) Визначення мети вивчення. Будь-яка модель СД повинна мати мету, певну проблему або небажану поведінку, яку слід виправити. Змінні інтересу описуються в довідковій моделі, яка графічно представляє їх спостережувану історію поведінки. Фактори, які вважають причинами певної поведінки, ідентифікують і відносять між ними описують та моделюють

у формі діаграм причинних петель (ДПП). Взаємовідношення між причинними структурами і спостережуваною поведінкою називаються «динамічною гіпотезою»: початкове можливе пояснення того, як структура системи викликає спостережувану поведінку. Паралельний опис процесу прийняття рішення проводиться, щоб визначити, як засоби в системі перетворюють інформацію в рішеннях для того, щоб включати інформаційні потоки в ДПП. Ця фаза – по суті концептуальна якісна фаза втручання. Важливо зробити наголос тут, що ця фаза не повинна супроводжуватися виключно «СД, що моделює експерта». Недавні досягнення у використанні СД демонструють важливість раннього залучення різних заінтересованих осіб до процесу планування при вирішенні проблемних ситуацій для того, щоб «захопити» їх розумові моделі і пролити світло їх знань про можливі причини проблеми [24-26].

2) Побудова моделі. Як тільки якісна структура, що описує ситуацію проблеми, була створена у вигляді ДПП, наступна стадія – побудувати комп'ютерну поведінкову модель, яка відображає якісну структуру. Фонди (змінні, що відтворюють процеси накопичення та вивільнення протягом часу) і потоки (що визначають рух в часі часток від одного фонду до інших) визначені і співвідношення між ними встановлені. У цій фазі, зв'язок відпрацьовується між змінними та їх динамічною поведінкою. Кількісна природа цієї фази робить це найголовнішим в термінах генерації інтуїції про ситуацію. Слід зауважити, що багато спеціального програмного забезпечення було створено для моделювання СД [10, 27], щоб зробити цей процес легким і доступним, навіть, для людей без комп'ютерної освіти.

3) Використання моделі в проблемній ситуації. Перед тим, як модель використовуватиметься з метою аналізу впливу певних політик, необхідно переконатися у її достовірності. Цей процес відомий як визначення валідності моделі. Оскільки модель є випробуванням щодо «повторювання»

реальності, необхідно переконатися, що це може повторюватися відповідно до рівня, лінії поведінки змінних протягом певного часу в системі. Багато процедур з питань перевірки правильності створення концептуальної моделі та правильності її реалізації описані в літературі [28-31]. Як тільки модель затверджується, вона може використовуватися для різних цілей. Це, можливо, включає, перевірку впливу різних політик, досліджуючи сценарії «що – якщо» або оптимізуючи деякі підструктури в системі. У кінці кінців, модель використовується як основа для отримання політик або структурних змін.

Придатність моделювання системної динаміки для системи військової охорони здоров'я.

Система військової охорони здоров'я складна. Цим, можливо, пояснюються невтішні результати політик і дій, спрямованих на поліпшення роботи зазначеної системи. З точки зору СД система військової охорони здоров'я експонує високі рівні динамічної складності і, тому, є суб'єктом для контрінтуїтивної поведінки та політичного опору. Хоча істотна частка бюджету оборонного відомства розподіляється для забезпечення здоров'я військовослужбовців, результати ледь відповідають очікуванням, за багатьма показниками діяльність даної системи залишається не кращою. У цьому контексті, моделювання СД може бути ефективним методом, щоб звернутися до багатьох з цих питань і сприяти у напрямку вдосконалення роботи системи військової охорони здоров'я або кращому забезпеченню медичного забезпечення військовослужбовців. Цей вклад може бути істотним, оскільки методологія моделювання СД може мати справу фактично із стратегічними і тактичними проблемами, що включають агреговані потоки пацієнтів і ресурсів [32], а також ключові елементи системи військової охорони здоров'я. Моделювання СД пропонує унікальну можливість поліпшити розуміння особами, які приймають рішення, джерел їх системної низької роботи, оскільки це дозволяє як якісний, так і кількісний аналізи, що приводять до більш

легкого знаходження консенсусу, покращують взаєморозуміння і збільшують організаційне навчання [33].

Перед коротким описом різних сфер, в яких моделювання СД було застосовано в системах охорони здоров'я та управлінні медичним обслуговуванням, необхідно дослідити причини, які роблять систему військової охорони здоров'я надзвичайно динамічною і складною.

А) Система військової охорони здоров'я, як й інші системи охорони здоров'я, включає багато взаємодіючих петель зворотного зв'язку. Ці петлі виникають при взаємодії множини елементів в даній системі та взаємно впливають одна на одну. Такі взаємодії не може адекватно захопити лінійне представлення, оскільки вони – нероз'ємний круговий ланцюг відношень причини і наслідку. Наприклад, при дослідженні ефектів поведінки лікарів медичних пунктів (МП) військових частин (в/ч) при медичному забезпеченні (обслуговуванні) пацієнтів (військовослужбовців), взаємовідношення між діями даних лікарів і можливостями МП в/ч з лікування можуть бути вкладені в дві петлі зворотного зв'язку, рис. 1. У цій структурі, перша негативна петля зворотного зв'язку «В» представляє

поведінкову реакцію пацієнтів на збільшення складнощів (зменшення можливостей) щодо їх лікування у МП в/ч. Якщо у МП в/ч значно зростають складнощі з лікуванням пацієнтів (нормативно зменшується обсяг допомоги або кількість нозологій, що дозволено лікувати у МП; недостатнє медикаментозне забезпечення; неукомплектованість персоналом і т.п.), більше пацієнтів прагнуть переключитися для лікування до військового госпіталю (ВГ), в результаті – полегшується медичне обслуговування у в/ч. Друга позитивна петля, проте, представляє побічні ефекти цієї політики, яка спрямована на покращення лікування (бажаний результат у перспективі системи). Зміцнююча петля «R» вказує, що ця бажана ситуація не завжди досягається, оскільки лікарі МП в/ч в системі медичного обслуговування військового гарнізону, можливо, також залучаються до роботи у ВГ. Тому, якщо більше пацієнтів переключаються до лікування у ВГ, попит у цьому закладі охорони здоров'я доросте відповідно до залучення лікарів МП в/ч, які витратять більше часу на роботу у ВГ, але менше часу – у МП в/ч (отримали встановлену повну спроможність (завантаженість) лікарів в/ч), що збільшить тиск і на військовий госпіталь.

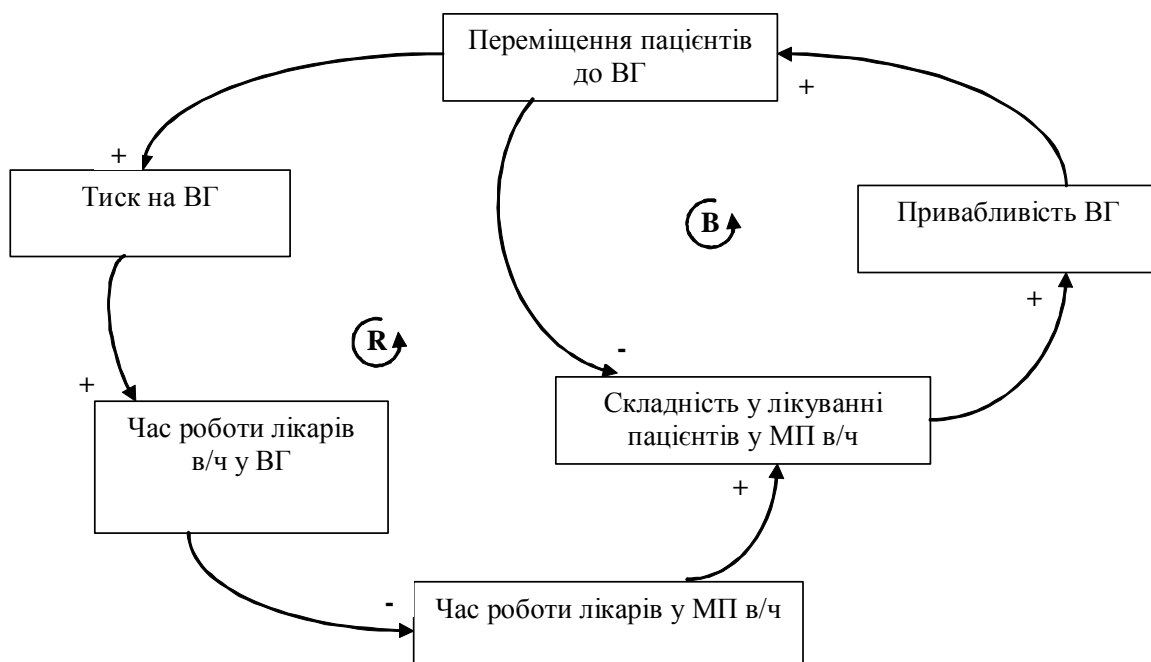


Рис. 1. Приклад структур зворотного зв'язку в управлінні медичним забезпеченням військового гарнізону

На цьому простому прикладі стає зрозумілим, що наявність взаємозв'язаних петель зворотного зв'язку робить проект очевидної політики більш ускладненим, ніж це, можливо, спочатку здавалося. Як показав наведений приклад, дії, що плануються з кращих побажань та спрямовані на зменшення черг, перемикають владу від негативної до позитивної петлі зворотного зв'язку, що приводить до цілком непередбачених результатів.

На даному прикладі можна спостерігати, що системи охорони здоров'я мають структури зворотного зв'язку, які роблять їх надзвичайно динамічними і складними. Отже, використання моделювання СД має першорядне значення для удосконалення системи військової охорони здоров'я та поліпшення її роботи.

Б) Вирішення проблем в системі військової охорони здоров'я включає багато затримок. Це означає, що причина і наслідок в цій системі не близькі в часі і просторі. Це ускладнює управління такими проблематичними ситуаціями тому, що, якщо наслідки дій не відразу видимі, особи, які приймають рішення, прагнуть загалом виконати дисфункціональні дії, намагаючись привести систему в бажаний стан. Наприклад, є затримка часу між часом, коли лікар потрібний і часом, коли цей лікар повністю навчений і доступний. Схоже, є затримка між появою симптомів і початком лікування. Наприклад у дослідженні, проведеному Ройстоном та ін. (1999), знайдено, що хворі на венеричне хламідійне захворювання не шукають лікування при появі симптомів і затримуються з консультацією лікаря, поки безпліддя не стане очевидним і коли вже лікування стає не ефективним [34].

Розуміння затримок і вирішення питань фактично за їх наслідками – важкий виклик, особливо, якщо вони пов'язані з наявністю петель зворотного зв'язку. Найкращий засіб, у даному випадку, – прийняти формальний моделюючий підхід як, наприклад, СД для кращого представлення проблеми та аналізу.

В) Система військової охорони здоров'я включає багато нелінійних відношень. Це

означає, що реакція елемента в системі на вхід (дію) може бути цілком відмінна від того, що, можливо, призначається або передбачається, тому, що реакція залежатиме від поточних умов системи. Це вказує, що ефекти тієї ж директивної дії можуть бути відмінні, оскільки вона випадкова для стану системи, коли дія проведена. Наприклад, у своєму дослідженні Р. Койл (1984) довів, що час перебування в лікарні для специфічної умови не лінійно зв'язується з часом, що витрачається пацієнтом в черзі перед отриманням дозволу на госпіталізацію до стаціонару [35]. Якщо пацієнт був негайно госпіталізований до лікарні, його час лікування був короткий. Проте, якщо пацієнт довго очікував перед отриманням дозволу на госпіталізацію, його тривалість лікування була значно довшою, оскільки медична ситуація пацієнта значно погіршувалася через відкладення початку обстеження, діагностики, лікування та консультацій інших фахівців, а також подовження часу очікування для інших пацієнтів у черзі. Якщо для специфічних пацієнтів встановлюється першочерговий пріоритет в отриманні дозволу на госпіталізацію, час очікування для інших пацієнтів збільшується і вірогідність рецидиву у них після лікування зростає, що, можливо, приводить до їх більш тривалого перебування у лікарні, зайняті ліжка і, таким чином, збільшення загальної черги. Наявність нелінійних відношень не дозволяє здійснювати точне передбачення поведінки системи і ускладнює прийняття управлінського рішення.

Г) Система військової охорони здоров'я включає «тверді» і «м'які» елементи. Створення рішень на підставі інформації з «твердими» змінними не важке, оскільки ця інформація легкодоступна, зрозуміла і не суб'єктивна для більшості аргументів. Проте, система військової охорони здоров'я включає сильний людський елемент і «м'які» змінні, які представляють аспекти людської поведінки і реакцій, мають бути взяті до уваги. Приклади таких змінних – мотивація лікарів, продуктивність, втома, якість практики, занепокоєння пацієнтів, реакція на



стимулювання, реакції організаторів охорони здоров'я на тиски (впливи) різної природи. Ці змінні ускладнюють аналіз проблеми, оскільки вони не легкі для вимірювання, а їх ефекти не підлягають швидкому узгодженню. Методологія СД може легко пристосувати такі змінні і дозволити реалістичніший аналіз системи військової охорони здоров'я.

Попередні приклади ілюструють, що система військової охорони здоров'я надзвичайно динамічна та складна і, віднині, СД – адекватна методологія для її представлення та аналізу. Проте, технічна адекватність і елегантність методу – не єдині причини, які заохочують схвалення моделювання СД. На додаток до технічної спроможності, методологія пропонує багато переваг над «твердими» методами моделювання. Ці переваги включають можливість залучення різних зацікавлених осіб до процесу моделювання і налагодження швидшої взаємодії з тими, хто причетний до удосконалення системи або розвитку політик і стратегій, спрямованих на її покращення. Це приводить до швидшого використання та інтеграції знань, більшої можливості для припущення і перегляду гіпотез, збільшення «об'єднаного» погляду і групового навчання та легшого суміщення для спільного розуміння проблем [5, 34]. З цих причин СД стала широко використовуваною технікою в управлінні охороною здоров'я, не дивлячись на те, що застосування моделювання СД системи військової охорони здоров'я продовжує ще досліджуватися. Головні сфери охорони здоров'я, в яких дана методологія була застосована (за даними іноземних літературних джерел), представляються у наступному розділі.

Застосування СД в управлінні охороною здоров'я.

СД пропонує багато переваг в термінах моделювання та аналізу систем охорони здоров'я і була широко застосована для допомоги вирішення питань з управління медичним обслуговуванням стосовно безлічі проблем: від простих і добре сфокусованих

програм надання медичної допомоги до більших і складніших соціотехнічних розбіжностей [34]. Найголовніші сфери, в яких моделювання СД було застосоване, включають:

Передача хвороби і оцінка ризиків громадського здоров'я.

Моніторинг хвороб.

Управління чергами пацієнтів.

Передача хвороби і оцінка ризиків громадського здоров'я. Цей потік досліджень включає моделювання інфекційних хвороб і вплив різних інтервенційних стратегій, спрямованих на обмеження їх поширення в людських групах. Отримавши драматичні наслідки таких хвороб на громадське здоров'я та економічні і соціальні витрати, пов'язані з ними, розвиваються ефективні політики для їх стримування, поки гарантування кращого використання доступних ресурсів є критичним. Ця сфера застосування включала, наприклад, моделювання інфекції ВІЛ/СНІДУ. Такі моделі розвиваються протягом довгого періоду часу для пристосування нових знань про хворобу і прагнуть зрозуміти механізми передачі [32, 36-39]. Ці моделі включали змінні як, наприклад, період інкубації СНІДУ, стадії хвороби, доступність та ефективність лікування, стадія, з якої починається лікування, і періоди життєзабезпечення. Ці змінні використовувалися для кількісного визначення ефектів різної профілактики і політик лікування як, наприклад, надзвичайно активна антиретровірусна терапія (НААРТ). Схоже, інше дослідження моделювало ефекти інтервенційних політик, щоб намагатися утримувати епідемію тропічної лихоманки Денге в Мексиці [40]. Модель змальовувала динаміку, що походить від взаємодії москітів, людей, передачі вірусу та заходів (інтервенційних політик) уряду, а також включала змінні як, наприклад, розмір популяції москітів, зараженість москітів, величину уразливості населення, співвідношення щільності москітів до людського населення, умови життя людей та методи контролю за епідемією. Модель використовувалася для оцінки ефектів різних політик і скеровувала прийняття рішень

мексиканським керівництвом з охорони здоров'я.

Моніторинг хвороб. Впровадження різних політик і дій з моніторингу, також як і його рентабельність, склала важливу сферу застосування моделювання СД в охороні здоров'я. Отримавши значимість моніторингу, як методу виявлення хвороби до того, як остання спричинить шкоду здоров'ю, і впливу на механізми передачі хвороби, стає важливим оцінити медичні, соціальні та фінансові наслідки різних стратегій моніторингу. Перша модель з дослідження моніторингу цервікального раку розвивалася з метою визначення ефектів часового інтервалу між послідовними моніторингами і пропорцією прийнятливого населення, яке охоплює програма моніторингу [34]. Модель була побудована, щоб допомогти Департаменту здоров'я Великої Британії досягти його мети щодо зменшення поширеності зазначеної хвороби. Модель запропонувала корисні інтуїції з того, як взаємодія між змінними моніторингу і динамікою передачі хвороби впливала на рівень зниження захворювання. Вона надала можливість особам, які приймають рішення, визначитися щодо кращої моніторингової політики. У цьому ж контексті, інша модель розвивалася, щоб дослідити економічність програм моніторингу хламідійного ураження [41]. Вона включала змінні, пов'язані з передачею хвороби, статевою поведінкою прийнятливого населення, ефективністю лікування та групами населення. Модель привела до корисних рекомендацій щодо охорони здоров'я і фінансових наслідків різних моніторингових програм.

Моделювання черг. Черги – «гарячий» політичний результат. Це не дивно, тому, що проблема привабила значну кількість моделювання СД. Динаміка черг була вивчена в різних контекстах і багато моделей було побудовано, щоб проаналізувати змінні, які впливають на її розмір і довжину також, як і вплив різних політик і дій. Наприклад, Волстенхолм (1993, 1999) вивчав причину ескалації черг в контексті Британського

урядового рішення, яке передбачало відповідальність за загальну допомогу літнім людям перекласти з Департаменту здоров'я держави на рівень соціальних послуг місцевого управління [33, 42]. Модель показала, що така політика, спланована для збереження бюджету охорони здоров'я, має контрінтуїтивний ефект, оскільки черги зростатимуть.

В іншій моделі, Койл (1984) розглядав політику скорочення періоду стаціонарного перебування для того, щоб зменшити черги [35]. Його модель продемонструвала, що ця політика має контрінтуїтивний ефект, оскільки короткі перебування збільшують вірогідність рецидиву у пацієнта і його повторне направлення до лікарні для лікування, в результаті – збільшення черг.

Також була створена модель черг пацієнтів на національному рівні Великої Британії [43, 44]. Ця модель пов'язала чергу з доступністю ресурсів (хірурги, ліжка), попитом у секторі національної системи охорони здоров'я і доступною спроможністю в приватному секторі охорони здоров'я. Модель показала, що політика спрямовування більшості пацієнтів до приватного сектора охорони здоров'я, коли черги у секторі національної системи охорони здоров'я стають довгими, є не виправданою. Причина в тому, що кожного разу, коли черги у секторі національної системи охорони здоров'я зменшувалися, пацієнти прагнули переміститися назад до цього сектору, чим збільшували там черги, віднині це – оригінальна проблема.

Хоча перелічене вище – ключові сфери, в яких моделювання СД було застосоване, є й інші моделі, які зосереджуються на специфічних результатах управління медичною допомогою, таких як, наприклад, планування робочої сили для медичного обслуговування, надання невідкладної медичної допомоги [34, 45], ефект об'єднаного надання медичної допомоги різними секторами [42] та ефект переміщення від вільної оплати послуги до самооплати послуги [46]. Ці моделі демонструють багату різноманітність сфер, в яких СД, можливо, грає істотну роль в проектуванні політик для сфери охорони здоров'я.

## Висновки

Ця стаття коротко продемонструвала, що не належна робота системи військової охорони здоров'я може досліджуватися неадекватними способами і методами, які загальноприйняті та використовуються для їх аналізу. У той час, як система військової охорони здоров'я є динамічною і складною за своєю природою, методи та евристики, що забезпечують сьогодні прийняття рішення в цій системі, не захоплюють адекватно ефекти найголовніших її елементів та їх взаємозв'язки, що не дозволяє ефективно покращити слабку роботу системи. Виправлення цієї ситуації пов'язано з прийняттям принципів системного мислення і системної динаміки для формулювання,

## Література

1. Котуза А.С., Левченко Ф.М. Проблема – як наукова категорія в розвитку теорії медичного забезпечення військ // Військова медицина України. – 2008. – Т. 8, № 3. – С. 12–26. – Бібліогр.: с. 25–26.
2. Левченко Ф.М. Методологічні підходи до аналізу системи медичного забезпечення військ (сил) // Військова медицина України. – 2009. – Т. 9, № 4. – С. 5–18. – Бібліогр.: с. 17–18.
3. Senge PM (1990). «The fifth discipline. The art and practice of the learning organization». Random house business books, London.
4. Sterman JD (1994). «Learning in and about complex systems». System Dynamics Review V10(2-3), pp 291-330.
5. Sterman JD (2000). «Business dynamics. Systems Thinking and modeling for a complex world». Mc-Graw Hill/Irwin, International edition.
6. Sterman JD (2001). « System Dynamics modelling: tools for learning in a complex world». California Management Review, V 43(4), pp 8-25.
7. Forrester, Jay Industrial Dynamics, 1958 Форрестер Дж. Основы кибернетики предприятия (индустриальная динамика)/ пер. с англ., общая редакция Д.М. Гвишиани — М: Прогресс, 1971. – 340 с.
8. Morecroft J (1999). «Resource management under dynamic complexity». Working paper WP-0021-1, System Dynamics Group, London Business School, London, UK.
9. Sterman JD (1992). «System dynamics modeling for project management». Unpublished working paper, System dynamics group, Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA.
10. Richardson GP and Pugh III AL (1981). «Introduction to system dynamics with DYNAMO». The

модельювання та аналізу системи військової охорони здоров'я.

Хоча зазначені методології набувають значного підґрунтя в управлінні охороною здоров'я у світі, залишається ще багато можливостей для ширшого використання системних принципів з метою удосконалення системи військової охорони здоров'я у Збройних Силах України. Початковий аналіз даної системи показав, що вона при перепроєктуванні поводить себе як надзвичайно динамічна і складна. Це надає гарну можливість застосувати описані вище системні методи для поліпшення роботи системи військової охорони здоров'я і проведення процесів її структурних змін.

MIT press, Cambridge, MA

11. Richardson GP (1995). « Loop polarity, loop dominance and the concept of dominant polarity». System Dynamics Review, V 11(1), pp 67-88.
12. Blower SM and Gerberding JL (1998). «Understanding, predicting, and controlling the emergence of drug-resistant tuberculosis: a theoretical framework». Journal of Molecular Medecine, V 76, pp 624-636.
13. Ford DN (1999). «A behavioural approach to feedback loop dominance analysis». System Dynamics Review, V 15(1), pp 3-36
14. Sengupta K, Abdelhamid TK, and Bosley M (1999). «Coping with staffing delays in software project management: An experimental Investigation». IEEE Transactions on systems, Man, and Cybernetics, Part A, v 29(1), pp 77-91.
15. Simon HA (1979). «Rational decision making in business organizations». American Economic Review, V 69, pp 493-513.
16. Simon HA (1982). «Models of bounded rationality». The MIT press, Cambridge, MA.
17. Sengupta K and Abdelhamid TK (1993) «Alternative conceptions of feedback in dynamic decision environments: an experimental investigation». Management Science, V 39(4), pp 411-428.
18. Sterman JD (1989). «Misperceptions of feedback in dynamic decision making». Organizational Behavior and Human Decision Processes, V 43(3), pp 301-335.
19. Sterman JD (1989). «Modeling management behavior: misperception of feedback in a dynamic decision making experiment». Management Science, V 35(3), pp 321-339.
20. Diehl E and Sterman JD (1995). «Effects of feedback complexity on dynamic decision making».

Organizational Behavior and Human Decision Processes, V 62(2), pp 198-215.

21. Paich M and Sterman JD (1993). «Boom, bust and failures to learn in experimental markets». Management Science, V 39(12), pp 1439-1458.

22. Roberts EB (1978). «System dynamics: an introduction». In Roberts EB(Eds) «Managerial applications of system dynamics». The MIT press, Cambridge, MA

23. Lane DC and Oliva R (1998). «The greater whole: towards a synthesis of system dynamics and soft system methodology». European Journal of Operational Research, V 107, pp 214-235.

24. Vennix SAM (1996). «Group model building, facilitating team learning using system dynamics». Wiley, Chichester, UK.

25. Vennix SAM and Gubbels JW (1992). «Knowledge elicitation in conceptual model building: a case study in modeling a regional Dutch health care system». European Journal of Operational Research, V 59(1), pp 85-101.

26. Morecroft JDW and Sterman JD (Eds) (1992). «A special issue». European Journal of Operational Research, V 59(1).

27. Richmond B (1987) «An academic user's guide to STELLA. Software documentation». High Performance Systems, Hanover, USA.

28. Литвинов В.В., Марьянович Т.П. Методы построения имитационных систем – К.: Наук. думка, 1991. – 120 с.

29. Мартин Ф. Моделирование на вычислительных машинах. – М.: Сов. радио, 1972. – 288 с.

30. Barlas Y (1996). «Formal aspects of model validity and validation in system dynamics». System Dynamics Review V 12(3), pp 183-210.

31. Forrester JW and Senge PM (1980). «Tests for building confidence in system dynamics models». TIMS studies in the management sciences. V 14, pp 209-228.

32. Dangerfield BC (1999). «System Dynamics applications to European health care issues». Journal of the Operational Research Society, V 50, pp 345-353.

33. Wolstenholme EF (1993). «A case study in community care using system thinking». Journal of the Operational Research Society, V 44, pp 925-934.

34. Royston G, Dost A, Townshend JP, and Turner H (1999). «Using System Dynamics to help develop and implement policies and programmes in health care in England». System Dynamics Review, V 15(3), pp 293-313.

35. Coyle RG (1984). «A system approach to the management of a hospital short-term patients». Socio

Economic Planning Science, V 18, pp 219-226.

36. Dangerfield BC and Roberts CA (1994). «Fitting a model of the spread of AIDS to data from five European countries». In Dangerfield BC and Roberts CA (Eds) «OR work in HIV/AIDS» 2nd edition, Operational Research Society. Birmingham, 7-13.

37. Dangerfield BC and Roberts CA (1996). «Relating a transmission model of AIDS spread to data: some international comparisons». In Isham B and Medley G (Eds), «Models for infectious human diseases: Their structure and relations to data». CUP, Cambridge, pp 473-476.

38. Dangerfield BC and Roberts CA (1999). «Optimisation as a statistical estimation tool: an example in estimating the AIDS treatment free incubation period distribution». System Dynamics Review, V 15(3), pp 273-291.

39. Dangerfield BC, Fong F, and Roberts CA (2001). «Model based scenarios for the epidemiology of HIV/AIDS: the consequences of highly antiretroviral therapy». System Dynamics Review, V 17(2), pp 119-150.

40. Ritchie-Dunham JL and Mendez-Galvan JF (1999). «Evaluating epidemic interventions policies with System Thinking: A case study of the dengue fever in Mexico». System Dynamics Review, V 15(3), pp 119-138.

41. Townshend JP and Turner HS (2000). «Analysing the effectiveness of Chlamydia screenings». Journal of the Operational Research Society, V 51, pp 812-824.

42. Wolstenholme EF (1999). «A patient flow perspective of UK health services; Exploring the case for new «intermediate care» initiatives». System Dynamics Review, V 15(3), pp 253-271.

43. Van Ackere A and Smith PC (1997). «Making static models dynamic: The case of the National Health Service». Working paper WP-0018, System Dynamics Group, London Business School, London, UK.

44. Van Ackere A and Smith PC (1999). «Towards a macro model of National Health Service waiting lists». System Dynamics Review, V 15(3), pp 225-252.

45. Lane DC, Monfeldt CA and Rosenhead JV (2000). «Looking in the wrong place for healthcare improvements: A System dynamics study of an accident and emergency department». Journal of The Operational Research Society, V 51, pp 518-531.

46. Hirsch G and Immediato S (1999). «Microworlds and generic structures as resources for integrating care and improving health». System Dynamics Review, V 15(3), pp 315-330.

*Науковий рецензент кандидат медичних наук, доцент Трінька І.С.*