

УДК 65.001

¹С.В. Руденко, ²М.В. Романенко, ²О.Г. Катуніна,
³К.В. Колеснікова

¹Одеський національний морський університет,

²Медичний холдинг INTO-SANA, Одеса,

³Одеський національний політехнічний університет

РОЗРОБКА МАРКОВСЬКОЇ МОДЕЛІ ЗМІНИ СТАНІВ ПАЦІЄНТІВ У ПРОЕКТАХ НАДАННЯ МЕДИЧНИХ ПОСЛУГ

Розглянуто особливості оцінки результатів проектів надання медичних послуг із застосуванням марковської моделі зміни станів пацієнтів. Показано, що управління діяльністю медичних закладів необхідно формувати на основі проектних підходів, що дозволить розробити нові методи проактивного управління медичною сферою.

Ключові слова: проекти, медичні послуги, стан пацієнтів, марковська модель

Вступ

За останні роки проблема охорони здоров'я українських громадян вже перетворилася на загрозу національній безпеці країни. Головна причина ситуації, що склалася, криється у недосконалій системі управління охороною здоров'я, недостатньому фінансуванні та нераціональному розподілі коштів, що виділяються державою на галузь [1].

Аналіз світового досвіду організації системи охорони здоров'я показав доцільність використання проектного підходу, який дозволяє найбільш ефективно вирішити завдання досягнення поставленої цілі за умов обмеженості часових, фінансових, матеріальних, людських та ін. видів ресурсів. Тому на часі є створення умов трансформації медичних проектів у напряму проактивного управління за рахунок використання моделей, що відображають суттєві ознаки досліджуваної системи – спільноти пацієнтів.

Постановка проблеми

Особливістю проектів в галузі охорони здоров'я є велика кількість зацікавлених сторін, яких можна умовно розділити на виробників і споживачів медичних послуг. Виробниками послуг є фірми, що створюють спеціалізоване медичне обладнання, фармацевтичні компанії та ін. Крім того, до цієї групи учасників проектів входять медичні установи - лікарні, поліклінічні відділення,

**РАЗРАБОТКА МАРКОВСКОЙ
МОДЕЛИ ИЗМЕНЕНИЙ
СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТОВ В
ПРОЕКТАХ
ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ
МЕДИЦИНСКИХ УСЛУГ**

Рассмотрены особенности оценки результатов проектов оказания медицинских услуг с применением марковской модели изменения состояний пациентов. Показано, что управление деятельностью медицинских учреждений необходимо формировать на основе проектных подходов, что позволит разработать новые методы проактивного управления медицинской сферой.

**DEVELOPMENT MARKOV
MODEL CHANGES THE
PATIENT'S CONDITION
PROJECTS FOR MEDICAL
SERVICES**

Features of evaluating projects providing health services using Markov model state changes patients. It is shown that the management of hospitals should be formed on the basis of the design approach that allows to develop new methods for proactive management of medical sphere.

санаторії, аптеки, практикуючі фахівці. До споживачів послуг закладів охорони здоров'я належать пацієнти і спонсори. Спонсорами можуть бути як самі громадяни, так і інші фізичні або юридичні особи (органи державної влади та місцевого самоврядування, роботодавці, страхові каси, фонди) [1].

Сучасні тенденції проектного управління спрямовані на трансформацію проектів у динамічні системи, які не тільки підпорядковуються ринковим вимогам, але й за рахунок використання сучасних моделей безперервно удосконалюються на основі проактивних підходів для управління змінами [2]. Існуючі системи управління проектами надання медичних послуг не завжди забезпечують розв'язання завдань підвищення якості та доступності, через відсутність ефективних моделей, методів, засобів оцінки результатів проектів для реалізації механізмів управління, у тому числі за рахунок зворотнього зв'язку. Тому розробка моделей, що відображають стан системи надання медичних послуг та формування на їхній основі механізмів проактивного управління проектами в галузі охорони здоров'я, дозволить забезпечити якість та доступність надання медичних послуг.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Традиційні системи управління проектами, переважно, орієнтовані на процесний підхід, що стає недостатнім для ефективного досягнення цілей проектів, які реалізуються. Застосування проектних методів управління вже поширюється не тільки на виробничі системи, але й на організації, які за характером діяльності орієнтовані на надання послуг в конкурентному середовищі [3]. Щоб досягти успіху у сфері надання медичних послуг необхідно поєднувати налагоджені процеси взаємодії з пацієнтами з націленими на кінцевий результат проектними підходами [1]. Для процесів, пов'язаних з наданням медичних послуг, слід чекати суттєвих ефектів за рахунок впровадження методології управління проектами з використанням моделей, що відображають стан системи споживачів медичних послуг та формування механізмів проактивного управління.

Впровадження проектного управління в області надання медичних послуг в медичних закладах, що функціонують в турбулентному конкурентному оточенні, зумовлює необхідність управління якістю і вартістю лікування пацієнтів в медичних проектах з безперервним удосконаленням змісту і системи медичного обслуговування [4]. За умов жорсткої конкуренції для проектно-керованих медичних закладів і установ разом із необхідністю удосконалення механізмів формування цінностей продукту (послуги), процесу, розвитку і цінності бізнесу, актуальним стає питання удосконалення моделей та методів управління проектами, які є драйверами інноваційного розвитку для розширення спектру надання медичних послуг.

Відомі приклади застосування марковських ланцюгів для визначення ймовірностей станів організаційно-технічних або соціальних систем засновані на структурній і параметричній подібності оригіналів цих систем їхнім відображенням - марковським моделям [5]. У роботі [6] за допомогою марковської моделі представлена організаційно-технічна система проектно-орієнтованого управління верстатобудівним підприємством. Управління рекламними проектами з використанням марковської моделі запропоновано в дослідженні [7]. Можна також відмітити ефективність використаних підходів у роботі [8] для оцінки якості роботи навчальних закладів. Вказані приклади об'єднують те, що автори виконали декомпозицію досліджуваних систем на певні дискретні стани і побудували схему переходів між цими станами. Разом з тим слід наголосити на тому, що у вказаних вище моделях у різний спосіб визначалися умовні перехідні ймовірності переходів між дискретними станами. Це дозволяє зробити

висновок про те, що специфіка відображення різних об'єктів однорідними марковськими ланцюгами з дискретними станами і дискретним часом визначається способами обчислення перехідних ймовірностей.

Постановка завдання

Проектування надання медичних послуг є найважливішою умовою успішної реалізації лікувальної діяльності, яка зазвичай розглядається як мистецтво лікаря. Але управління медичними послугами містить також і організаційно-технічну складову – планування, реалізацію лікувальних проектів, контроль, аналіз і корекцію результатів. При управлінні проектами надання медичних послуг одним з основних завдань є оцінка ефективності проектів. У загальному розумінні вимірювання ефективності лікувальних проектів виражається в дослідженні стану здоров'я спільноти пацієнтів. Зважаючи на відсутність моделей і методів завчасної оцінки ефективності лікувальних проектів, як правило, вони плануються, виходячи з результатів найкращої практики. Зазвичай оцінка ефективності здійснюється за рахунок інтуїтивних передумов чи методами натурних спостережень [9]. Але такий підхід дає змогу оцінити вже проведені лікувальні проекти, що за визначенням знижує цінність послуги. Тому для проактивного управління проектами надання лікувальних послуг актуальним є завдання завчасної оцінки очікуваного результату вже під час планування.

Для побудови марковської моделі зміни станів здоров'я спільноти споживачів медичних послуг слід виконати декомпозицію системи на конкретні стани і побудувати схему переходів між цими станами [5]. Важливим аспектом розробки марковської моделі є метод визначення обчислення перехідних ймовірностей.

Характеристики спільноти споживачів лікувальних послуг

Однією з найбільш відомих моделей для якісного відображення станів системи є загальноприйнята схема Всесвітньої організації здоров'я (ВОЗ), концепція якої ґрунтується на очевидному факті, що між станами системи існують певні переходи від одних станів в інші. Схема реакцій населення за матеріалами ВОЗ, наведена на рис. 1, відображає складову здоров'я населення в результаті впливу на людей чинників навколишнього середовища. При цьому площа кожної із зон пропорційна частині населення з відповідними ознаками впливу.



Рис. 1. Реакція населення на дію шкідливих факторів довкілля:

- 1 – накопичення хімічних речовин в органах і тканинах людини; 2 – фізіологічні та інші зрушення невідомого походження; 3 – ознаки хвороби; 4 – захворюваність; 5 – смертність

Модель ВОЗ припускає: для того, щоб перейти від 1-го до 2-го стану слід бути на 1-му стані. При цьому пацієнтів нижчого рівня завжди більше, ніж тих, хто перейшов на більш високий рівень. Всі ці переходи розраховуються із загальної кількості пацієнтів сегменту ринку. Ця модель дає змогу оцінити приблизний обсяг медичних послуг, а з іншого боку дозволяє поставити коректно цілі з управління проектами надання медичних послуг. Перехід від кожного стану буде обумовлений різними особливостями з точки зору роботи медичних установ. Подібний підхід є не зовсім коректним, оскільки перехід з 1-го стану можливий в умовах турбулентного оточення в будь-який інший стан. Більш того, в результаті лікувальних заходів можливий перехід в стан з меншим порядковим номером.

Модель ВОЗ дає змогу виконати тільки якісну оцінку ефективності різних проектів медичного обслуговування і розробляти найбільш ефективну стратегію просування конкретної медичної послуги на ринок. Багато процесів в медичній діяльності розвиваються як випадкові процеси. Модель ВОЗ не дозволяє отримати кількісні результати ефективності проектів. Очевидна суперечність – необхідність розробки стратегії надання якісних медичних послуг не на основі моделювання цих процесів, а виходячи з методу проб і помилок у прийнятті управлінських рішень.

Розробка марковської моделі

Для моделювання зміни стану здоров'я населення пропонується виділити шість станів, в одному з яких з певною ймовірністю може знаходитися кожен агент системи (рис. 2). Позначимо через S_i $\{i=1, 2, \dots, 6\}$ можливі стани деякої спільноти пацієнтів-споживачів медичних послуг, що викликані проведенням проектів: S_1 – практично здоровий; S_2 – працездатний; S_3 – тимчасово непрацездатний; S_4 – хронічна хвороба;

S_5 – критичний стан; S_6 – вихід (смерть, еміграція і ін.).

Означені стани системи $S_1 - S_6$ утворюють повний перелік станів здоров'я певної групи населення. У загальному випадку систему станів $S_1 - S_6$ можна представити орієнтованим графом (рис. 2).

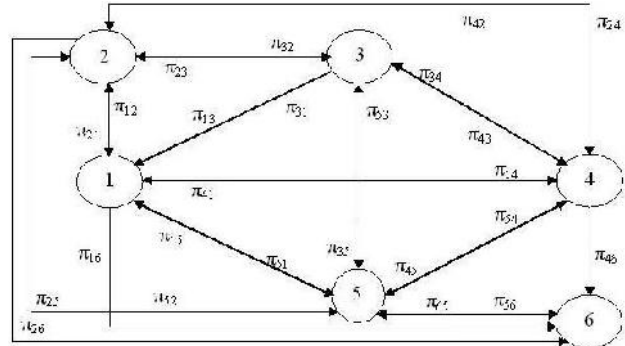


Рис. 2. Розмічений граф системи

Навні переходи між різними станами визначені за експертними оцінками. Матриця, що містить всі перехідні ймовірності марковського ланцюга, наведеного на рис. 2, має вигляд:

$$\| \pi_{ij} \| = \begin{pmatrix} \pi_{1,1} & \pi_{1,2} & \pi_{1,3} & \pi_{1,4} & \pi_{1,5} & \pi_{1,6} \\ \pi_{2,1} & \pi_{2,2} & \pi_{2,3} & \pi_{2,4} & \pi_{2,5} & \pi_{2,6} \\ \pi_{3,1} & \pi_{3,2} & \pi_{3,3} & \pi_{3,4} & \pi_{3,5} & \pi_{3,6} \\ \pi_{4,1} & \pi_{4,2} & \pi_{4,3} & \pi_{4,4} & \pi_{4,5} & \pi_{4,6} \\ \pi_{5,1} & \pi_{5,2} & \pi_{5,3} & \pi_{5,4} & \pi_{5,5} & \pi_{5,6} \\ \pi_{6,1} & \pi_{6,2} & \pi_{6,3} & \pi_{6,4} & \pi_{6,5} & \pi_{6,6} \end{pmatrix}$$

«Марковість» проектів надання лікувальних послуг підтверджується тим, що і у лікувальних проектах, і у марковських ланцюгах існують переходи між станами системи за кроками, існують перехідні ймовірності між окремими станами, сума перехідних ймовірностей з деякого стану дорівнює одиниці, сума ймовірностей всіх станів також дорівнює одиниці, спостерігається подібність топологічної структури переходів.

Зіставимо властивості проектів надання лікувальних послуг та отриманої моделі, щоб довести, що система може бути описана за допомогою марковських ланцюгів [5].

До властивостей проектів надання лікувальних послуг, що відповідають марковським ланцюгам, можна віднести:

- операційні дії у проектах:
 - а) випадковий процес;
 - б) для спільноти споживачів послуг є певна сукупність станів;
 - в) не є можливим врахувати передісторію переходу спільноти споживачів послуг в деякий стан;
 - г) лікувальні заходи, здійснювані в момент часу t_k , переводять систему в новий стан;

- лікувальні заходи відповідають крокам процесу;
- результат лікувальних проектів формує розподіл ймовірностей станів спільноти споживачів послуг, при цьому можна вказати можливі переходи системи з кожного стану в інші за один крок;
- ймовірність переходів в інші стани залежить від властивостей системи, у якій діють випадкові процеси;
- оскільки стани спільноти споживачів лікувальних послуг складають повну групу, то сума цих ймовірностей дорівнює одиниці;
- переходи з будь-якого стану системи в інші стани складають повну групу подій, одне з яких повинне здійснитися;
- стани системи відображаються графом, із зазначенням можливих переходів з одного стану в інший за один крок.

Аналіз властивостей об'єкта і моделі дають змогу зробити висновок про обґрунтованість щодо застосування марковських ланцюгів для моделювання проектів надання лікувальних послуг.

Перехідні ймовірності, що визначені на основі експертних оцінок фахівців лікувальної установи INTO-SANA, наведені нижче:

$$\|\pi_{ij}\| = \begin{pmatrix} 0,75 & 0,15 & 0 & 0,05 & 0,05 & 0 \\ 0,2 & 0,599 & 0,12 & 0,06 & 0,02 & 0,001 \\ 0,03 & 0,2 & 0,519 & 0,2 & 0,05 & 0,001 \\ 0,07 & 0,15 & 0,3 & 0,278 & 0,2 & 0,002 \\ 0,09 & 0 & 0,2 & 0,4 & 0,308 & 0,002 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0,01 & 0,99 \end{pmatrix}$$

Властивістю розробленої моделі є залежність випадкового процесу зміни станів S_i у часі $t[0, T]$. Значення s є можливим станом випадкового процесу $S_i(t)$, якщо в інтервалі $[0, T]$ є такий час t , що ймовірність $P\{s-z < S(t) < s+z\} \geq 0$ для будь-якого $z > 0$. Час t пробігає дискретний ряд значень $t_0, t_1, t_2, \dots, t_N: \{t_n, n=0, \dots, N\}$ і випадкова величина $S_i(t_n) = S_i|_n$ може приймати дискретну множину значень s_1, s_2, \dots, s_k або $\{s_k, k=1, \dots, K\}$.

Як відомо, коли початковий стан системи визначений і для матриці перехідних ймовірностей можна знайти ймовірність кожного зі станів $p_1(k), p_2(k), \dots, p_6(k)$ після будь-якого k -го кроку:

$$p_i(k) = \sum_{j=1}^m [p_j(k-1) \cdot \pi_{ji}]_{m=6}; \quad i=1, 2, \dots, n$$

Отримані ймовірності станів у результаті виконаних лікувальних заходів дозволяють прогнозувати і оцінювати ефективність діяльності лікувальних установ (рис. 3):

$p_1(k)$ – практично здоровий; $p_2(k)$ – працездатний; $p_3(k)$ – тимчасово непрацездатний; $p_4(k)$ – хронічна хвороба; $p_5(k)$ – критичний стан; $p_6(k)$ – смерть.

Результати зміни ймовірностей станів спільноти споживачів медичних послуг по кроках відображають існуючий рівень надання медичних послуг, який характеризується зараз (у квазістаціонарному положенні на кроці $k = 40$) таким розподілом ймовірностей станів (рис. 3).

За допомогою розробленої моделі можна оцінити, як зміниться стан споживачів медичних послуг за різними впливами і проектами, в тому числі за умов організації страхової медицини.

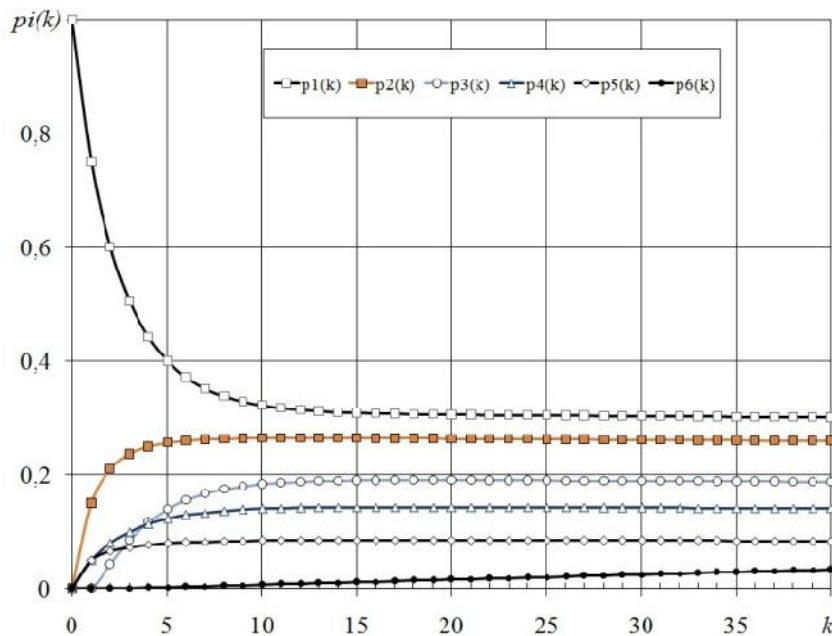


Рис. 3. Зміна ймовірностей станів системи надання медичних послуг:

$$p_1(40) = 0,30; \quad p_2(40) = 0,26; \quad p_3(40) = 0,19; \\ p_4(40) = 0,14; \quad p_5(40) = 0,08; \quad p_6(40) = 0,03$$

Висновки

Показано, що проекти надання медичних послуг можна представити марковськими моделями, що дозволяє застосовувати їх в системах управління проектами в медичній сфері.

Створено нову модель проектів надання медичних послуг, яка дає змогу відобразити стани спільноти споживачів послуг повною групою несумісних подій, одна з яких реалізується.

Математичний опис моделі проектів надання медичних послуг марковськими ланцюгами, дає змогу моделювати параметри кількісних цілей проектів, а саме, зміни ймовірностей станів системи залежно від кількості кроків надання медичних послуг. Застосування марковської моделі дає змогу виявляти необхідну кількість проектних кроків задля досягнення конкретної мети проектів надання медичних послуг.

Список літератури

1. Романенко Н.В. Портфельно-ориентированное управление в здравоохранении / С.В. Руденко, Н.В. Романенко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий: научный журнал. – Харьков: Технологический центр, 2011. – №1/5 (49). – С.61-65.
2. Бушуева Н.С. Модели и методы проактивного управления программами организационного развития / Н.С. Бушуева. – К.: Наук. світ, 2007. – 270 с.
3. Азаров М.Я. Інноваційні механізми управління програмами розвитку: монографія / Азаров М.Я., Ярошенко Ф.О., Бушуєв С.Д. – К.: Самміт-книга, 2012. – 828 с.
4. Тернер Дж. Родни. Руководство по проектно-ориентированному управлению / пер.с англ. под общ. ред. В.И. Воропаева. – М.: Издательский дом Гребенникова, 2007. – 552 с.
5. Вентцель, Е.С. Исследование операций [Текст]. – М.: Советское радио, 1972. – 552 с.
6. Колеснікова, К.В. Розробка марківської моделі станів проектно керованої організації / К.В. Колеснікова. В.О. Вайсман, С.О. Величко // Сучасні технології в машинобудуванні [Текст]: зб. наук. праць. – Вип. 7 / редкол.: В.О. Федорович (голова) [та ін.]. Харків: ХТУ «ХП», 2012. – С. 217 – 222.
7. Оборская А.Г. Модель эффектов коммуникаций для управления рекламными проектами [текст] / Оборская А.Г., Гогунский В.Д. // Тр. Одес. политехн. ун-та. – Одесса: ОНПУ, 2005. – С. 31 – 34.
8. Оборська, Г.Г. Застосування однорідного харківського ланцюга з дискретним часом для оцінки якості навчального закладу / Г.Г. Оборська, Власенко О.В. // Вост.-Европ. журнал передовых технологий. - № 4/3 (52). – Харьков: Технол. центр, 2011. – С. 48 – 52.
9. Арчибальд Р. Управление высокотехнологичными программами и проектами / Рассел Д. Арчибальд; пер. с англ. Мамонтова Е.В.; под ред. Баженова А.Д., Арефьева А.О. – 3-е изд. – М.: Компания АйТи; ДМК Пресс, 2004. – 472 с.

Стаття надійшла до редколегії 01.10.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.Д. Гогунський, завідувач кафедри управління системами безпеки життєдіяльності, Одеський національний політехнічний університет, Одеса