

В.Л. СМІРНОВА, Н.Я. ПАНЧИШИН, А.О. ГОЛЯЧЕНКО

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ЗДОРОВ'Я

ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України»,
м. Тернопіль

Мета: розробити і впровадити основні математичні моделі, що характеризують зв'язок здоров'я з факторами, які на нього впливають; методи оцінки роботи лікаря і функціонального підрозділу, де він працює, вартість медичної допомоги тощо. У роботі обґрунтовані алгоритми прийняття клінічних рішень і проаналізовані їх потенційні та реальні моделі.

Матеріали і методи. Представлені оригінальні методи математичного моделювання управління охороною здоров'я.

Результати. Розроблені та апробовані економіко-математичні моделі, що дають змогу об'єктивно оцінити медичну допомогу на рівні амбулаторно-поліклінічних та стаціонарних закладів.

Висновки. До основних напрямків застосування системного аналізу в охороні здоров'я належать: розробка та реалізація цільових комплексних програм, реорганізація системи медичної допомоги на ринкових засадах, розробка математичних моделей у системі медичної допомоги, моделювання взаємодії підрозділів системи медичної допомоги з метою визначення слабких місць з подальшою оптимізацією.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: математичне моделювання, управління, охорона здоров'я.

*У кожній науці стільки істини, скільки математики.
Е. Кант*

Медицина до ХХ сторіччя була скоріше мистецтвом, ніж наукою. Її висновки ґрунтувалися на спостереженні за хворим у процесі перебігу хвороби, а висновки лікаря ґрунтувалися, передусім, на попередніх уявленнях та на інтуїції.

На початку ХХ століття медицина формує соціальну гігієну як вершинний прояв пізнання, що включає в себе біологічні, психічні та соціальні впливи на стан здоров'я людини. У якості основного методу вона бере статистику та з тієї пори її основні висновки ґрунтуються на числових характеристиках. Час вимагає подальшої наукової розробки питань математичного, алгоритмічного та програмного забезпечення медичних інформаційних систем, зокрема експертних систем у фармакології та медицині, засобів телекомунікаційної медицини, технологій прогнозування та прийняття рішень, створення та модернізації клінічних баз даних та інформаційно-пошукових систем, комп'ютерних мультимедійних систем для навчання та тестування тощо.

Мета роботи: розробити і впровадити основні математичні моделі, що характеризують зв'язок здоров'я з факторами, які на нього впливають; методи оцінки роботи лікаря і функціонального підрозділу, де він працює, вартість медичної допомоги тощо. У роботі обґрунтовані алгоритми прийняття клінічних рішень і проаналізовані їх потенційні та реальні моделі.

Матеріали і методи. Представлені оригінальні методи математичного моделювання управління охороною здоров'я.

Результати дослідження та їх обговорення. Інформаціологія як генералізаційно єдина наука про всі інформаційні явища, мікро- та макродинамічні процеси у Всесвіті, яка лежить на фундаменті інформатики, виникла в 1989 р. (І.І. Юзвішин, 2000). Тобто інформаціологія вивчає інформаційні основи виникнення та розвитку природи і суспільства. Як природні, так і штучні інформаційні системи, у тому числі кібернетичні, включають у себе інформаційні ресурси та інформаційні процеси (структурні моделі їх описані в роботах А.О. Голяченка, В.С. Килівника, І.В. Кузьміна, П.В. Цвєня, 2008–2011 рр.). Н. Вінер визначив кібернетику як науку про управління в тварині і машині. Академік А.І. Берг, зусиллями якого при АН СРСР було створено наукову раду з проблеми «Кібернетика» (1959 р.), характеризував кібернетику як науку про оптимальне, цілеспрямоване управління складними динамічними системами.

Якщо теоретична кібернетика вивчає проблеми математичного опису процесів управління, а технічна кібернетика розробляє керовані інформаційні системи, то прикладна кібернетика з'ясовує можливість її застосування в життєдіяльності людини.

Розділ кібернетики, який вивчає процеси управління та переробки інформації в живих організмах та колективах людей стосовно задач профілакти-

ки, діагностики, лікування та реабілітації, дістав назву медичної кібернетики.

У медицині використовуються експертні системи різних типів: інтерпретація (опис ситуації згідно з інформацією, яка надходить із сенсорів, рецепторів), прогноз (визначення вірогідних наслідків ситуацій), діагностика (виявлення причин неправильного функціонування системи за результатами спостереження), проектування (побудова конфігурації об'єктів при заданих обмеженнях), планування (визначення послідовності дій), спостереження (порівняння ре-

зультатів спостережень з очікуваними результатами), налагодження (складання рецептів виправлення неправильного функціонування системи), ремонт (виконання послідовності необхідних виправлень), навчання (діагностика, налагодження та виправлення поведінки системи, що самонавчається), управління (управління поведінкою системи в цілому).

Враховуючи розвиток комп'ютерної техніки, технології доказової медицини, телемедицини, потенційна модель прийняття соціально-медичного та клінічного рішення може бути такою (рис. 1).

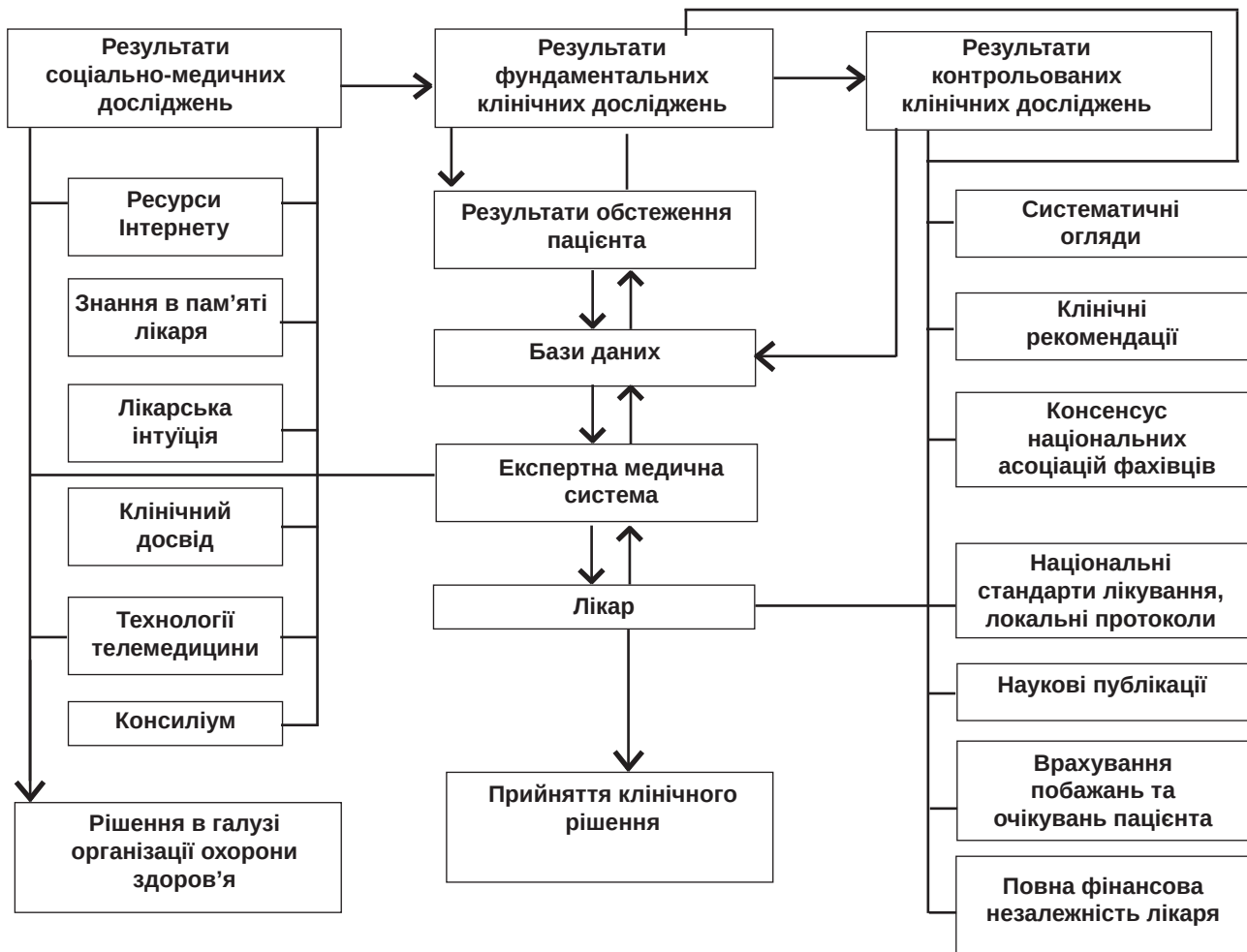


Рис. 1. Потенційна модель прийняття рішень у галузі охорони здоров'я

Моделювання процесу управління охороною здоров'я можна представити таким чином. Центр збору, обробки інформації та прийняття рішень (ЦЗОІ-ПР) – це певна система збору інформації, обчислювальні засоби її зберігання, обробки та аналізу (комп'ютери різних типів) та люди, що приймають остаточні рішення (працівники апарату управління). Ці центри створюються в центральних районних та міських лікарнях.

Основною метою системи управління є поліпшення здоров'я людей. Автоматизація має, передусім, давати об'єктивну оцінку здоров'ю, а саме

демографічним процесам, захворюваності тощо. Показники здоров'я пов'язуються з чинниками, що його обумовлюють (соціальними, екологічними, біологічними), та заходами щодо охорони здоров'я – профілактичними та спеціальними лікувальними. Оцінюється також економічна ефективність заходів, спрямованих на поліпшення здоров'я, а саме вартість медичних послуг згідно з прийнятими нормативами та стандартами.

На базовому рівні (місто, район) можна виділити такі рівні організації та управління охороною здоров'я (рис. 2).



Рис. 2. Рівні організації та управління охороною здоров'я

Для управління медичною допомогою на перших двох рівнях використовується інформація про її обсяг, вартість, якість та ефективність, на третьому – про стан здоров'я людей та чинники, що його зумовлюють, на четвертому – про потребу в медичній допомозі та нормативи обов'язкового медичного страхування працівників.

Для визначення якості та ефективності медичної допомоги, що надається на рівні «пацієнт-лікар» та структурного підрозділу, пропонується проводити експертні оцінки. Такий підхід має суттєві недоліки: по-перше, це значно збільшує обсяг письмової роботи лікарів та провідників; по-друге, він суб'єктивний; по-третє, слабо пов'язаний зі статистичною службою лікарень.

Авторами розроблені та апробовані економіко-математичні моделі, що дають змогу об'єктивно оцінити рівень медичної допомоги на вищезгаданих рівнях.

Моделі логічно вписуються в загальну систему інформаційного забезпечення управління охороною здоров'я в межах району (міста), збір та обробка інформації можуть бути повністю забезпечені статистичною службою; оцінки об'єктивні і придатні для різних структурних підрозділів.

Моделі мають такий вигляд. Для амбулаторно-поліклінічних закладів:

$$Kaeф(л.п.) = ВПОф \times Дф(н)пл \times Сф \times Днпг \times Зн \times Вн \\ ВПОн \times Дфнпк \times Сн \times Дфпг \times Зф \times Вф,$$

де $Kaeф(л.п.)$ — коефіцієнт обсягу якості та ефективності роботи лікаря (структурного підрозділу) амбулаторно-поліклінічного закладу;

$ВПО(фн)$ — фактичне (нормативне) число випадків поліклінічного обслуговування;

$Дф(н)пл$ — фактична (нормативна) частка хворих з покращенням групи диспансерного обліку;

$Сф(н)$ — фактична (нормативна) складність випадків поліклінічного обслуговування;

$Дф(н)пг$ — фактична (нормативна) частка хворих з погіршенням групи диспансерного обліку;

$Зф(н)$ — фактична (нормативна) частка хронічних хворих, що мали загострення;

$Вф(н)$ — фактичні (нормативні) витрати на лікування 1 хворого.

На рівні «пацієнт-лікар» як нормативні беруться пересічні величини в межах структурного підрозділу: на рівні структурного підрозділу – кращі величини або такі, що встановлюються експертним шляхом.

Встановлюється діапазон оцінок лікарів (структурних підрозділів). Матеріальному заохоченню підлягають ті, що мають оцінки, вищі пересічного рівня. Чим більше відхилення від пересічного рівня, тим більший розмір матеріального заохочення. Для стаціонарних закладів:

$$Kс еф(л.в.) = Лд365 \times Дфод \times Днпз \times Днпг \times Вн \times Тнр \\ Нл \times Зл \times Д1 \times (1 - Д2) \times Днод \times Снф \times Дфпз \times Дфпг \times Вф \times Тфр,$$

де $Kс еф(л.в.)$ — коефіцієнт ефективності роботи лікаря (відділення) стаціонару;

$Лд$ — число ліжко-днів, проведених хворими, що лікувалися у лікаря;

$Лфод$ — частка хворих, що одужали;

$Днпз$ — нормативна частка хворих, що виписуються без змін;

$Днпг$ — нормативна частка хворих, що виписуються з погіршенням;

$Вн$ — нормативні витрати на лікування хворого;

$Тнр$ — нормативна пересічна тривалість лікування 1 хворого;

$Нл$ — нормативне число ліжок на 1 посаду лікаря відповідного фаху;

$Зл$ — зайнятість ліжка;

$Д1$ — відрізок часу, за який визначена оцінка (місяць, квартал, тощо в частках одиниці, за одиницю приймається 365 днів);

$Д2$ — частка терміну, протягом якого лікар був відсутній у відділенні (хвороба, відрадження тощо);

$Днод$ — нормативна частка хворих, що виписуються після одужання;

$Снф$ — фактична і нормативна складність випадку амбулаторного обслуговування;

$Дфпз$ — частка хворих, що виписані лікарем без змін;

$Дфпг$ — частка хворих, що виписані з погіршенням;

$Вф$ — вартість лікування 1 хворого у лікаря;

$Тфр$ — пересічна тривалість лікування 1 хворого у лікаря.

Модель дозволяє оцінити роботу лікаря і структурного підрозділу будь-якого профілю. Як нормативні на рівні «пацієнт-лікар» беруться пересічні показники в межах структурного підрозділу (відділення), на рівні відділення – кращі показники, обґрунтовані експертним шляхом.

Соціально-гігієнічний підхід до медичного страхування використовується медичним закладом для підготовки рішень на рівні місцевої ради, для поточних та перспективних планів розвитку охорони здоров'я, для обґрунтування нормативів обов'язкового медичного страхування працівників. Ці нормативи встановлюються відповідно до такої економіко-математичної моделі:

$$Спск = Сп \times П \times Кун,$$

де $Спск$ — сума страхових коштів, що виділяються страховальником або органом місцевого самоврядування;

C_n — сума коштів, що виділена на охорону здоров'я одного працівника або вартість медичної допомоги;

P — число працівників;

K_{y1} — коефіцієнт умов праці та соціально-демографічного стану підприємства (організації, установи).

$$K_{y1} = \frac{P_{ш} \times Z_{ш}}{Z_n},$$

де $P_{ш}$ — число працівників зі шкідливими умовами виробництва;

$Z_{ш}$ — захворюваність серед них;

Z_n — загальна захворюваність на підприємстві.

$$K_{y2} = P_e \times Z_e \div Z_n,$$

де P_e — число працівників з екологічними шкідливостями;

Z_e — захворюваність серед них.

$$K_{y3} = C_n \times Z_{нс} \div Z_n,$$

де C_n — число працівників з неповних сімей;

$Z_{нс}$ — захворюваність серед них.

$$K_{y4} = P_{рф} \div P_{рн},$$

де $P_{рф}$ — фактичний пересічний вік працівників;

$P_{рн}$ — нормативний пересічний вік працівників.

Що стосується даних про потребу в медичній допомозі, то вони отримуються в результаті аналізу обсягу допомоги, яка надається на рівні «пацієнт-лікар», структурного підрозділу за відповідний проміжок часу (мінімум рік).

У 1975 році нами був запропонований показник для вимірювання роботи лікаря стаціонару. Річ у тім, що лікарі поліклініки чітко регламентувались кількістю населення відповідно до функції лікаря стаціонару. Меж для розвитку стаціонарів не існувало, тому в 1990 році їхнє число досягло найвищого в світі рівня – 135 ліжок на 10 тис. населення. Згідно нормативів, одна посада лікаря передбачалась на певне число ліжок, а чи виконував він свою функцію, вважалось справою другорядною.

Нами був запропонований показник «функції лікаря стаціонару», який визначав, яке число хворих лікувалось у лікаря, і він зіставлявся з нормативним показником. Ця функція мала такий вигляд:

$$F_{лс} = \frac{L_{д356}}{N_{л} \times Z_{л} \times D_1 \times (1 - D_2)},$$

де $F_{лс}$ — функція лікаря стаціонару;

$L_{д}$ — число ліжко-днів, проведених хворими, що лікувалися у лікаря;

$N_{л}$ — нормативне число ліжок на 1 посаду лікаря відповідного фаху;

$Z_{л}$ — зайнятість ліжка;

D_1 — відрізок часу, за який визначена оцінка (місяць, квартал, тощо в частках одиниці, за одиницю приймається 365 днів);

D_2 — частка терміну, протягом якого лікар був відсутній у відділенні (хвороба, відрядження тощо).

Модель дозволяє оцінити роботу лікаря і структурного підрозділу будь-якого профілю. Як нормативні на рівні «пацієнт-лікар» беруться пересічні показники в межах структурного підрозділу (відділення) на рівні відділення – кращі показники або такі, що обґрунтовані експертним шляхом.

До позитивних сторін цього показника слід віднести те, що він ґрунтувався на даних статистичної обробки матеріалу, не залежав від суб'єктивної думки лікаря. Пояснимо на прикладі дію цього показника. Наприклад, ставка лікаря терапевтичного відділення реєструвалася на 25 ліжок. Ліжко має працювати 340 днів на рік: $340/365$ днів = 23 хворих, або середнє число хворих, яких мав обслуговувати лікар.

Із використаного робочого часу вилучались усі заняття, не пов'язані з обслуговуванням хворих (відрядження, участь у конференціях і нарадах, хвороба тощо).

Досвід використання цього показника показав, що він не виконувався. У 1991 році загалом він складав 62,3%, коливаючись від 22% (хірургія) до 80,2% (акушерство). У 2009 році, після того, як число ліжок було скорочено на 69%, показник піднявся і загалом становив 75%, коливаючись від 59,4% (акушерство) до 103% (педіатрія). Чому акушерські ліжка з найбільшою функцією опустелись на найменшу? Тому що в цей період народжуваність в Україні зменшилась майже втричі. За окремими типами лікарень зменшення числа ліжок було таким: обласна лікарня – на 31,6%, центральні районні – 50,2%, міські – 57,3%, сільські дільничні лікарні – у 3,5 рази. Такий диференційований підхід до скорочення ліжок не мав наукового обґрунтування, а ґрунтувався на адміністративному принципі. Була поглиблена деформація і щодо структури ліжкового фонду.

Найчисельніша група ліжок – терапевтична – приведена у відповідність з нормами, однак такі «престижні» ліжка, які гінекологічні, пологові й хірургічні, мають і досі подвійну перевагу над нормативом. І немає свідчень, що подальше зменшення кількості ліжок торкнеться саме їх. Очевидно, ліжок у сільських дільничних лікарнях взагалі не буде.

Згідно з чинними нормативними актами, як про це зазначалося вище, чисельність кадрів пов'язана з кількістю ліжок, причому за роки незалежності цей зв'язок став більш тісним (зменшилася кількість ліжок для реєстрації лікарських посад). Однак різке скорочення кількості ліжок (на 69,6%) відобразилося лише на скороченні кількості середнього і, особливо, молодшого медичного персоналу, але зовсім не стосується лікарів.

Системний аналіз є засобом розгляду та вирішення складних комплексних проблем.

Основними елементами структурного процесу системного аналізу є такі:

1. Вивчення існуючої ситуації та визначення проблем, що вимагають вирішення.

2. Визначення цілей, що їх ставить собі система і яких вона прагне досягти.

3. Пошук варіантів та альтернативних засобів, за допомогою яких може бути досягнута мета.

4. Обґрунтування наукових моделей та постановка завдань щодо вдосконалення системи.

5. Визначення результатів діяльності системи.

Визначились основні напрямки застосування системного аналізу в охороні здоров'я. Вони такі:

1. Розробка та реалізація цільових комплексних програм, спрямованих на вирішення складних проблем.

2. Реорганізація системи медичної допомоги на ринкових засадах.

3. Розробка математичних моделей систем медичної допомоги з метою прогнозування їх розвитку.

4. Моделювання взаємодії підрозділів системи та систем між собою з метою визначення так званих «слабких місць» та подальшої оптимізації роботи.

Тепер визначені основні «больові точки» охорони здоров'я, вказані шляхи їх «лікування». Якщо вдосконалення системи уявити у вигляді цільової комплексної програми і довести її розробку до системи планових заходів з термінами і послідовністю виконання, то їх можна уявити таким чином (один з варіантів) (табл.).

Таблиця. Заходи з удосконалення системи охорони здоров'я та умовні терміни їх виконання

№ заходу	Заходи	Термін виконання (роки)	Попередні заходи
0	Початок	-	-
1	Розробити обсяг, норми та стандарти медичної допомоги на трьох рівнях – первинному, вторинному, третинному	1	0
2	Обчислити вартість медичної допомоги	1	1
3	Дати економічну оцінку співвідношення факторів медичної допомоги	1	2
4	Дати економічну оцінку співвідношення рівнів медичної допомоги	1	3
5	Розробити механізм мотивації праці	0,1	2
6	Розробити цільові комплексні програми на регіональному рівні	1	8
7	Налагодити систему інформаційного забезпечення на базовому рівні	2	0
8	Налагодити систему інформаційного забезпечення на регіональному рівні	2	7
9	Перебудувати структуру органів управління на базовому рівні	0,5	24
10	Перебудувати структуру органів управління на регіональному рівні	0,5	24
11	Організувати лікарняні каси на базовому рівні	1	12
12	Розробити методику фінансування	0,5	21
13	Організувати мережу амбулаторій для сімейних лікарів	6	22
14	Налагодити систему підготовки сімейних лікарів	0,5	20,22
15	Налагодити систему перепідготовки сімейних лікарів	0,5	20,22
16	Розробити штатно-організаційну структуру консультативно-діагностичних центрів вторинного рівня	1	1
17	Розробити штатно-організаційну структуру стаціонарів вторинного рівня	1	16
18	Розробити штатно-організаційну структуру консультативно-діагностичних центрів третинного рівня	1	16
19	Розробити штатно-організаційну структуру стаціонарів третинного рівня	1	17
20	Розробити норми організації сімейної медицини	0,2	0
21	Розробити і прийняти закон про механізм фінансування та про приватну медицину	1	0
22	Розробити і прийняти закон про сімейну медицину	1	0
23	Розробити і прийняти закон про медичні асоціації і спеціалізовану медичну допомогу	1	16, 17, 18, 19
24	Розробити і прийняти закон про управління охороною здоров'я на базовому і регіональному рівнях	1	0
25	Організувати медичні асоціації	0,5	23
26	Підняти теоретичний рівень організаторів охорони здоров'я з питань соціальної медицини, економіки та управління охороною здоров'я	0,5	0
27	Система вдосконалена		

Висновки

1. Медицина в ХХ столітті стала переважно наукою, а не мистецтвом. Цьому сприяло використання математичних методів.

2. Важливим здобутком математичного моделювання в медицині було винайдення показника функції лікаря стаціонару. Він показав великий приріст лікарняних ліжок, на утримання яких витрачалося 70% від усіх витрат на охорону здоров'я, а в останнє десятиліття, у зв'язку із скороченням ліжок, – на їхню деформацію, яка полягає у перебільшенні так званих «престижних ліжок» – хірургічних, гінекологічних тощо.

3. Запровадження системного аналізу в діяльність складних комплексних проблем на рівні медичного закладу показує цілий ряд напрямків свого застосування в охороні здоров'я. Це – розробка та реалізація цільових комплексних програм, спрямованих на вирішення проблем на цьому рівні, реорганізація системи медичної допомоги на ринкових засадах, розробка математичних моделей у системі медичної допомоги, моделювання взаємодії підрозділів системи медичної допомоги з метою визначення слабких місць з подальшою оптимізацією.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробці нових математичних моделей, які стосуються різних рівнів управління охороною здоров'я, з метою точного визначення проблем, які виникають.

Список літератури

1. Голяченко А. О. Медична статистика / А. О. Голяченко, Л. М. Романюк, В. Л. Смірнова. – Тернопіль : Лілея, 2014. – 138 с.
2. Жураковская Г. П. Принципы математического моделирования комбинированных воздействий в биологии и медицине (обзор литературы) / Г. П. Жураковская, В. Г. Петин // Радиация и риск (бюллетень национального радиационно-эпидемиологического регистра). – 2015. – Т. 24, № 1. – С. 61–71.
3. Килівник В. С. Інформаціологічні аспекти функціонування та розвитку кібернетичних систем в медицині / В. С. Килівник, П. В. Цвень, І. В. Кузьмін // Вісник соц. гігієни та орг. охорони здоров'я України. – 2011. – № 1. – С. 102–105.
4. Марчук Г. И. Математическое моделирование в медицине / Г. И. Марчук // Медицина и высокие технологии. – 2012. – № 2. – С. 3–6.
5. Математическое моделирование и прогнозирование – как методы научного познания в медицине и биологии (обзор литературы) / М. А. Затолокина, В. С. Польской, С. В. Зуева [и др.] // Международный журн. эксперимент. образования. – 2015. – № 12–4. – С. 539–543.
6. Мезенцева Л. В. Математическое моделирование в биомедицине / Л. В. Мезенцева, С. С. Перцов // Вестник новых мед. технологий. – 2013. – Т. XX, № 1. – С. 11.
7. Спивак С. И. Математическое моделирование в задачах медицинского страхования / С. И. Спивак, Г. К. Райманова // Моделирование биологических и медицинских систем. – Вып. 1. – Уфа, 2014. – С. 80–87.
8. Трофименко Г. С. Порівняння методів економіко-математичного моделювання економічних структур у медичній сфері / Г. С. Трофименко // Технологічний аудит і резерви виробництва. – 2012. – № 4/2(6). – С. 19–20.
9. Hazel Squires Mathematical modelling and its application to social care / Hazel Squires, Paul Tappenden. – London : School for Social Care Research, 2011. – 18 p.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЕМ

В.Л. Смирнова, Н.Я. Панчишин, А.А. Голяченко

ГВУУ «Тернопольский государственный медицинский университет имени И.Я. Горбачевского МЗ Украины», г. Тернополь

Цель: разработать и внедрить основные математические модели, характеризующие связь здоровья с влияющими на него факторами; методы оценки работы врача и функционального подразделения, где он работает, стоимость медицинской помощи и т.п. В работе обоснованы алгоритмы принятия клинических решений и проанализированы их потенциальные и реальные модели.

Материалы и методы. Представлены оригинальные методы математического моделирования управления здравоохранением.

Результаты. Разработаны и апробированы экономико-математические модели, позволяющие объективно оценить медицинскую помощь на уровне амбулаторно-поликлинических и стационарных учреждений.

Выводы. К основным направлениям применения системного анализа в здравоохранении относятся: разработка и реализация целевых комплексных программ, реорганизация системы медицинской помощи на рыночных принципах, разработка математических моделей в системе медицинской помощи, моделирование взаимодействия подразделений системы медицинской помощи с целью определения слабых мест с последующей оптимизацией.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: математическое моделирование, управление, здравоохранение.

MATHEMATICAL MODELING OF HEALTHCARE MANAGEMENT PROCESSES*V.L. Smirnova, N.Ya. Panchyshyn, A.O. Holyachenko*

SHEI «Ternopil State Medical University named after I.Ya. Gorbachevskiy MoH of Ukraine», Ternopil

Objective: To develop and implement basic mathematical models describing the correlation of health and its factors; methods of evaluation of work of doctor and of the functional unit where he works, the cost of medical care etc. The paper substantiates algorithms for clinical decisions and analyzes their potential and real models.

Materials and methods. Original methods of mathematical modeling of healthcare management are presented.

Results. Developed and proven economic and mathematical models that allow objectively evaluate medical care at outpatient and inpatient facilities.

Conclusions. Main areas of application of system analysis in healthcare include: development and implementation of targeted complex programs, reorganization of healthcare system based on market principles, development of mathematical models in healthcare system, modeling of interaction of healthcare institutions to identify weaknesses with further optimization.

KEY WORDS: **mathematical modeling, management, healthcare.**

Рукопис надійшов до редакції 15.06.2016 р.

Відомості про авторів:

Смірнова Валентина Леонідівна – доц. кафедри соціальної медицини, організації та економіки охорони здоров'я з медичною статистикою ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет ім. І.Я. Горбачевського МОЗ України»; тел.: (0352) 52-72-33.

Панчишин Наталія Ярославівна – доц. кафедри соціальної медицини, організації та економіки охорони здоров'я з медичною статистикою ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет ім. І.Я. Горбачевського МОЗ України»; тел. (0352) 52-72-33.

Голяченко Андрій Олександрович – д.мед.н., проф. кафедри медичної реабілітації ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет ім. І.Я. Горбачевського МОЗ України»; тел.: (0352) 25-45-77.