Для заказа доставки данной работы воспользуйтесь поиском на сайте по ссылке: <http://www.mydisser.com/search.html>

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ’Я УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНА МЕДИЧНА АКАДЕМІЯ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ

імені П.Л. ШУПИКА

ЛОПІН Євгеній Борисович

УДК 614.2:004.942:519.876.5:004.651:004.652.4

НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА МОДЕЛІ ЗАВАНТАЖЕННЯ ЛІКУВАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ ОХОРОНИ ЗДОРОВ’Я ПАЦІЄНТАМИ

14.03.11 – медична та біологічна інформатика і кібернетика

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата медичних наук

Київ – 2008

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Науково-дослідному інституті проблем військової медицини Збройних Сил України.

|  |  |
| --- | --- |
| Науковий керівник | доктор наук з державного управління, професорРадиш Ярослав Федорович,Національна академія державного управління при Президентові України, професор кафедри управління охороною суспільного здоров’я. |

|  |  |
| --- | --- |
| Офіційні опоненти: | доктор медичних наук, професор**Апанасенко Геннадій Леонідович**, Національна медична академія післядипломної освіти імені П.Л. Шупика МОЗ України, завідувач кафедри спортивної медицини і санології.  |
|  | доктор медичних наук, професорСлабкий Геннадій Олексійович,Український інститут громадського здоров’я МОЗ України, директор. |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Захист відбудеться “\_\_\_” \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2008 р. о \_\_\_\_ год. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.613.10 Національної медичної академії післядипломної освіти імені П.Л. Шупика МОЗ України (04112, м. Київ, вул. Дорогожицька, 9).

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національної медичної академії післядипломної освіти імені П.Л. Шупика МОЗ України (04112, м. Київ, вул. Дорогожицька, 9).

Автореферат розісланий “\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2008 року.



Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради О.В. Гойко

**ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ**

**Актуальність дослідження.** Актуальність дисертаційної роботи підкреслена в низці загальнодержавних нормативних документів щодо інформатизації Збройних Сил України та Програмою розвитку системи медичного забезпечення Збройних Сил України на 2006-2011 роки (далі Програма), затвердженою наказом Міністра оборони України № 678 від 24.11.2006 р.

Згідно Програми важливими питаннями реформування військово-медичної служби визначено розробку інформаційно-аналітичних систем Департаменту охорони здоров’я Міністерства оборони України та закладів охорони здоров’я Збройних Сил України, а також обґрунтування адекватної ліжкової місткості військових лікувальних закладів охорони здоров’я. Існуючі методики визначення потреби населення в стаціонарній медичній допомозі (відомі як методики Розенфельда І.І., Попова Г.А., Лисицина Ю.П. та ін.) дозволяють прогнозувати лише усереднену потребу закладів охорони здоров’я в ліжках на основі усереднених показників, внаслідок чого точність таких методів не може задовольнити фахівців, що здійснюють деталізований організаційний та науковий супровід заходів реформування.

В роботах (Левченко Ф.М., 1998; Охонько О.В., Левченко Ф.М., 2002; Охонько О.В., 2003; Левченко Ф.М., Томашевський В.М., 2003; Бадюк М.І., Рудинський О.В., Охонько О.В., 2004; Рудин­сь­кий О.В., 2006), присвячених управлінню медичним забезпеченням, питання планування стаціонарної медичної допомоги на основі використання технологій моделювання розглядались лише з аспектів оптимізації систем надання медичної допомоги на воєнний час, без врахування особливостей взаємодії реальних потоків надходження та виписки пацієнтів, що в поєднані з недоліками існуючих методик визначення потреби в ліжках і обумовило актуальність даного дослідження.

**Зв’язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконувалась згідно з планами наукової та науково-технічної діяльності Науково-дослідного інституту проблем військової медицини Збройних Сил України в рамках науково-дослідної роботи “Розробка моделі системи надання медичної допомоги в Збройних Силах України на мирний та воєнний час” (шифр “Динаміка”, номер державної реєстрації 0105U000486) та “Наукове обґрунтування та розробка організаційно-штатної структури, принципів застосування мобільного військового госпіталю сил швидкого реагування” (шифр “Блискавка”, номер державної реєстрації 0103U000840).

**Мета і завдання дослідження.** *Мета роботи* полягала в удосконаленні процесу управління лікувально-профілактичним (лікувально-евакуаційним) забезпеченням Збройних Сил України за допомогою моделювання завантаження лікувальних закладів охорони здоров’я пацієнтами.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні *завдання*:

– дослідити особливості надходження та виписки пацієнтів в лікувальних закладах охорони здоров’я Збройних Сил України та основні фактори, що на них впливають;

– розробити математичну модель прогнозування завантаження лікувальних закладів охорони здоров’я пацієнтами;

– розробити алгоритми та програмне забезпечення комп’ютерної реалізації математичної моделі;

– дослідити розроблену модель на придатність для практичного застосування.

***Об’єкт дослідження*** – рух пацієнтів лікувальних закладів охорони здоров’я Збройних Сил України.

***Предмет дослідження*** – завантаженість пацієнтами, надходження та виписка пацієнтів лікувальних закладів охорони здоров’я, інформаційне забезпечення та інші аспекти моделювання об’єкту досліджень.

*Методи дослідження* – **в роботі застосовувались різновиди системних методів дослідження, метод експертних оцінок, методи описової та аналітичної математичної статистики, моделювання.**

**Наукова новизна отриманих результатів.**

Наукова новизна полягає у тому, що результати проведених досліджень дозволили вперше в Україні розробити сучасну комп’ютеризовану методику визначення потреби закладів охорони здоров’я Збройних Сил України в ліжковому фонді, головним інструментом якої є розроблена математична модель завантаження лікувальних закладів охорони здоров’я пацієнтами, реалізована за допомогою комплексу комп’ютерних програм.

Також вперше на об’ємному статистичному матеріалі було проведено:

– перевірку потоку надходження пацієнтів у військові госпіталі та виписки з них на відповідність статистичному закону нормального розподілу випадкової величини;

– оцінку точності роботи розробленої моделі по імітації та прогнозуванню завантаження лікувальних закладів охорони здоров’я пацієнтами;

– кількісну (цифрову) оцінку щотижневим коливанням завантаженості лікувальних закладів охорони здоров’я пацієнтами, встановлено її причини та зроблені висновки щодо врахування цього явища з метою підвищення точності роботи моделей.

**Практичне значення отриманих результатів.**

Практичне значення роботи полягає в можливості застосування результатів дисертаційного дослідження для:

– довгострокового та поточного планування заходів медичного забезпечення Збройних Сил України, у тому числі планування стаціонарної медичної допомоги військовослужбовцям та іншим контингентам населення;

– розробки штатів закладів охорони здоров’я Збройних Сил України на мирний та воєнний час;

– наукових досліджень, присвячених вивченню актуальних питань медичного забезпечення Збройних Сил України;

– вдосконалення навчального процесу викладачів, слухачів і студентів медичних навчальних закладів.

Науково-практичні результати дисертаційного дослідження складають основу для створення інформаційно-аналітичних систем Департаменту охорони здоров’я Міністерства оборони України, військово-медичних клінічних центрів та військових госпіталів.

На даний час результати дисертаційного дослідження впроваджені під час навчань військ “Артерія-2007” для обґрунтування ліжкової місткості військових мобільних госпіталів, а також у навчальний процес (для організації “ділових ігор”) та наукову діяльність в Українській військово-медичній академії. Для методичної підтримки впровадження за участю автора були розроблені методичні рекомендації.

**Особистий внесок здобувача.** Автором здійснено аналіз наукової літера­тури за напрямом дисертаційного дослідження, відпрацьовані мета та завдання роботи, підібрані методи досліджень, організовано і проведено анкетні дослідження, здійснена статистична обробка результатів анкетування експертів, статистична обробка баз даних обліку пацієнтів 11-го військового госпіталю та Головного військового клінічного госпіталю Міністерства оборони України (далі ГВКГ МО України), результатів моделювання, проведені розробка інформаційної моделі, програмного забезпечення, аналіз і узагальнення отриманих результатів, сформульовані наукові положення, висновки та практичні рекомендації. Також автором самостійно оформлена дисертаційна робота, проведено впровадження отриманих результатів і проведено їх апробацію. У наукових розробках, що висвітлені в статтях, опублікованих спільно зі співавторами, участь здобувача була вирішальною для їх завершення та поєднання в єдине ціле.

**Апробація результатів дисертації.**

Основні результати дисертаційної роботи доповідались на конференції “Розробка імітаційних командних систем для медичної служби і постачання” (12 грудня 2006 року, м. Ірпінь), на семінарі “Удосконалення нормативно-правової бази і реорганізація системи управління військово-медичною службою” (14 грудня 2006 року, м. Ірпінь), на 2-й конференції з міжнародною участю “Актуальні проблеми біомедичної інженерії, інформатики, кібернетики і телемедицини” (15-17 листопада 2007 р., м. Київ), на засіданні наукової секції вченої ради при науково-дослідному управлінні організації та тактики медичної служби Науково-дослідного інституту проблем військової медицини Збройних Сил України (14.12.2007 р., м. Ірпінь, протокол №4 від 14.12.2007 р.), на засіданні вченої ради Науково-дослідного інституту проблем військової медицини Збройних Сил України (26.12.2007 р., м. Ірпінь, протокол №8 від 26.12.2007 р.), на засіданні апробаційної ради спеціалізованої вченої ради Д 26.613.10 (22.02.2008 р., протокол №1 від 22.02.2008 р.).

**Публікації.** За матеріалами дисертації опубліковано 11 робіт. Із них 8 статей у журналах та збірниках наукових праць, затверджених ВАК України, 2 статті в інших наукових виданнях, а також 1 методичні рекомендації.

**Структура і обсяг дисертації.** Дисертація складається зі вступу, 5 розділів, висновків, 11 додатків і списку використаних джерел. Дисертацію викладено на 278 сторінках машинописного тексту. Список використаних джерел включає 134 найменування. Дисертація ілюстрована 40 таблицями і 116 рисунками.

**ОСНОВНИЙ ЗМІСТ**

*Планування потреби закладів охорони здоров’я в ліжках: стан проблеми та деякі напрямки її вирішення (огляд літератури)* (**Розділ 1**). Аналіз літературних джерел показав, що в існуючих методиках визначення потреби населення в стаціонарній медичній допомозі для розрахунку прогнозованої потреби в ліжках використовуються лише усереднені показники – середнє число днів використання ліжка за рік (загалом або по профілям ліжок), показники госпіталізованої захворюваності або показники, близькі наведеним за змістом. Внаслідок цього за таких підходів у планувальників охорони здоров’я не має можливості достовірно прогнозувати можливі максимуми та мінімуми завантаженості лікувальних закладів охорони здоров’я пацієнтами і, відповідно, визначати потребу в ліжках в сезони з підвищеною (вище середнього) або зменшеною (нижче середнього) госпіталізованою захворюваністю та за інших екстремальних умов (бойові дії, надзвичайні стани тощо). Повноцінно врахувати динамічні процеси надходження та виписки пацієнтів в залежності від календарного часу для визначення потреби різних груп населення (і, відповідно, військовослужбовців) в стаціонарній медичній допомозі можливо шляхом тільки більш складних розрахунків, наприклад, за допомогою моделювання. До цього часу основна увага вітчизняних дослідників-науковців приділялась в основному розробці реалізованих за допомогою комп’ютера моделей окремих систем медичного забезпечення. Проте проблема планування стаціонарної медичної допомоги, а саме визначення потреби лікувальних закладів охорони здоров’я в ліжках, висвітлена недостатньо. Тому окреслене питання потребує окремих додаткових досліджень, результатом яких повинна бути розробка адекватного сучасного математично-програмного інструментарію.

*Матеріали, методи та обсяги досліджень* (**Розділ 2**).Для досягнення поставленої в роботі мети був використаний комплекс методів дослідження:

– метод експертних оцінок використовувався для оцінки ступеня впливу різних факторів на стан здоров’я військовослужбовців та на санітарні втрати військ у воєнний час;

– системно-структурний, системно-функціональний, системно-елементний методи використовувались для визначення системних особливостей структури систем медичного обслуговування, аналізу зв’язків між їх елементами;

– методи описової та аналітичної математичної статистики використовувались для математичної обробки баз даних обліку пролікованих пацієнтів 11-го військового госпіталю Міністерства оборони України[[1]](#footnote-1) (за період з листопада 2000 р. по грудень 2007 р. обліковано 60722 пацієнта) та Головного військового клінічного госпіталю Міністерства оборони України (далі – ГВКГ МО України, за період з вересня 1999 р. по листопад 2007 р. обліковано 192744 пацієнта).

Важливою складовою експериментальних досліджень було моделювання: інформаційне, імітаційне, прогностичне.

Інформаційне моделювання проводилось з використанням методики SSADM (Structured Systems Analysis and Design Method). Імітаційне та прогностичне моделювання діяльності лікувального закладу проводилось за допомогою розробленого здобувачем програмного забезпечення – комп’ютерної програми “Модель закладу охорони здоров’я” (“Hospital”).

*Аналіз факторів, що впливають на формування потоку надходження     пацієнтів в лікувальні заклади охорони здоров’я Збройних Сил України* (**Розділ 3**).

Аналіз факторів, що впливають на захворюваність та санітарні втрати військ у воєнний час показав, що ці процеси визначаються досить великою кількістю взаємозалежних факторів, орієнтовна вага яких була встановлена в дослідженні методом експертних оцінок. Дуже важливим виявилось те, що більшість найвагоміших факторів, що впливають на санітарні втрати військ у воєнний час (наприклад співвідношення сил та засобів сторін – вага 15,26%; характеристики зброї, що використовується та інтенсивність її використання – вага 16,59%; оснащеність засобами захисту особового складу військ від різних видів зброї – вага 13,33%) не враховані затвердженими у якості нормативних документів в Збройних Силах України методиками прогнозування втрат.

Внаслідок цього в даному дослідженні розробка багатофакторних моделей прогнозування захворюваності та втрат військ у воєнний час виявилась недоцільною. Більш обґрунтованим виявилось визначення вхідного потоку пацієнтів у лікувальні заклади охорони здоров’я шляхом застосування заздалегідь обрахованих наборів щодобових коефіцієнтів захворюваності або втрат[[2]](#footnote-2), які повинні підбиратися після детального аналізу визначених факторів обстановки.

*Аналіз особливостей руху пацієнтів лікувальних закладів охорони здоров’я Збройних Сил України* (**Розділ 4**). Дослідження надходження пацієнтів до 11 військового госпіталю та ГВКГ МО України дозволили встановити, що потік надходження є нестаціонарною величиною внаслідок значної варіації кількості пацієнтів, що надходили. Так при середній кількості хворих 23,64 чол., що надходили щодня до 11 військового госпіталю, та 66,26 чол. − до ГВКГ МО України, середні квадратичні відхилення склали 22,38 та 45,75 відповідно, коефіцієнти варіації − 94,71% та 69,05%. Частотні характеристики кількості пацієнтів, що надходили, мали дуже характерний вигляд. Як видно на рис. 1, існує розподіл частот на дві групи (два максимуми): приблизно від 0 до 6 пацієнтів та від 7 пацієнтів і більше для 11 військового госпіталю; від 1 до 29 пацієнтів та від 30 пацієнтів і більше для ГВКГ МО України.

|  |  |
| --- | --- |
| **А** | **Б** |
|  |  |

**А** – частотні характеристики кількості пацієнтів, що госпіталізувались у 11 військовий госпіталь;

**Б** – частотні характеристики кількості пацієнтів, що госпіталізувались у ГВКГ МО України.

Рис. 1. Частотні характеристики кількості пацієнтів, що госпіталізувались щодня у 11 військовий госпіталь та ГВКГ МО України

Подібна картина спостерігалась при дослідженні виписки пацієнтів. При середній кількості хворих 23,72 чол., що виписувались щодня з 11 військового госпіталю, та 66,28 чол. з ГВКГ МО України, середні квадратичні відхилення склали 20,90 та 48,47 відповідно, а коефіцієнти варіації − 88,10% та 73,13%. Частотні характеристики кількості виписаних пацієнтів (рис. 2) також були розподілені на дві групи: від 0 до 15 пацієнтів та від 16 пацієнтів і більше для 11 військового госпіталю; від 1 до 38 пацієнтів та від 39 пацієнтів і більше для ГВКГ МО України.

|  |  |
| --- | --- |
| **А** | **Б** |
|  |  |

**А** – частотні характеристики кількості пацієнтів, що виписувались з 11 військового госпіталю;

**Б** – частотні характеристики кількості пацієнтів, що виписувались з ГВКГ МО України.

Рис. 2. Частотні характеристики кількості пацієнтів, що виписувались щодня з 11 військового госпіталю та ГВКГ МО України

Виявилось, що відносно великі показники варіації пов’язані із значною різницею кількісних характеристик надходження та виписки хворих по робочих, вихідних та окремих днях тижня. З цим було пов’язане і розподілення на два характерних максимуми частотних характеристик: перші максимуми були обумовлені варіантами, що відповідають вихідним дням тижня, другі – робочим.

Тому далі дослідження частотних характеристик кількості пацієнтів, що надходили та виписувались, проводилось диференційовано по робочих, вихідних та окремо по кожному дню тижня шляхом перевірки на відповідність закону нормального розподілу випадкової величини (див. табл. 1).

*Таблиця 1*

**Результати перевірки на відповідність статистичному закону нормального розподілу випадкової величини частотних характеристик кількості пацієнтів, що надходили до 11 військового госпіталю (11 ВГ) та ГВКГ МО України та виписувались з них**[[3]](#footnote-3)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Група днів (день) тижня | Отримані значення *λ*- критерію Колмогорова –Смирнова: | Отримані значення критерію *χ2*: |
| надходження | виписка | надходження | виписка |
| 11 ВГ | ГВКГ | 11 ВГ | ГВКГ | 11 ВГ | ГВКГ | 11 ВГ | ГВКГ |
| Усі дні тижня | 8,73 | 6,32 | 7,61 | 5,49 | 672,7 | 617,79 | 476,95 | 541,85 |
| Робочі дні тижня | 2,27 | 2,78 | 3,66 | 5,11 | 57,54 | 234,03 | 171,59 | 489,39 |
| Вихідні дні тижня | 5,98 | 0,84 | 3,47 | 6,245 | 231,84 | 26,67 | 64,45 | 259,64 |
| Понеділок | 1,27 | 0,32 | 1,75 | 1,17 | 17,97 | 3,94 | 39,19 | 23,87 |
| Вівторок | 0,63 | 0,42 | 0,67 | 0,41 | 11,49 | 8,94 | 13,73 | 2,27 |
| Середа | 0,56 | 0,37 | 0,51 | 0,43 | 6,54 | 3,11 | 13,18 | 10,798 |
| Четвер | 0,4 | 0,45 | 0,88 | 0,407 | 4,37 | 7,50 | 19,27 | 7,31 |
| П’ятниця | 0,47 | 0,47 | 0,43 | 0,49 | 13,45 | 9,95 | 2,88 | 7,85 |
| Субота | 3,98 | 0,52 | 0,625 | 0,48 | 105,43 | 7,502 | 15,85 | 14,87 |
| Неділя | 4,1 | 0,86 | 2,27 | 0,52 | 97,42 | 26,09 | 24,9 | 22,1 |

Як показано в приведених таблицях, фактичні значення критеріїв, що використовувались для перевірки, у більшості випадків по окремих днях тижня були менші критичних на рівнях значущості 0,001-0,05, що свідчить про відповідність статистичному закону нормального розподілу випадкової величини частотних характеристик кількостей пацієнтів, що надходили та виписувались з військових госпіталів в окремі дні тижня. Внаслідок цього можна констатувати чітку невипадкову залежність надходження та виписки пацієнтів від днів тижня, що є потенційно важливим моментом для моделювання.

Аналіз завантаженості 11 військового госпіталю та ГВКГ МО України пацієнтами протягом 7 років (див. рис. 3.) показав, що найменша кількість пацієнтів у госпіталях приходилась на святкові дні.

В той же час, спостерігались регулярні сезонні коливання завантаження та коливання з періодичністю один тиждень, які пояснюються зменшенням кількості хворих у госпіталях на вихідні. Це підтверджується аналізом середньої завантаженості по днях тижня протягом усього періоду спостереження (див. табл. 2). За допомогою *ω*-критерію, який розраховувався на основі критерію Вілкоксона для незалежних вибірок, було встановлено, що існує достовірна на рівні значущості 0,001 різниця між завантаженням госпіталів у вихідні та робочі дні тижня, окрім п’ятниці.



Рис. 3. Загальна завантаженість ГВКГ МО України (верхній графік) та 11-го військового госпіталю МО України (нижній графік) пацієнтами з початку ведення баз даних обліку до жовтня 2007 р.

Дане явище пояснюється переважною госпіталізацією хворих на початку тижня (понеділок-вівторок) та вибуттям хворих з госпіталів у другій половині тижня (середа-четвер-п’ятниця) (див. табл. 3).

При більш детальному дослідженні було встановлено, що ця закономірність зберігається в основному для усіх контингентів пацієнтів госпіталів та усіх класів хвороб, окрім деяких виключень (військовослужбовці строкової служби та класи хвороб, де в структурі переважав цей контингент хворих).

В результаті така характерна картина обумовлює необхідність врахування щотижневих коливань надходження та виписки пацієнтів, які складають близько 8-10% ліжкової місткості лікувального закладу, що в масштабах медичної служби Збройних Сил України дорівнює ліжковій місткості декількох госпіталів. Внаслідок цього реальну потребу закладу в ліжках відображує саме завантаженість пацієнтами в робочі дні тижня і тому частковим завданням моделювання стає спроможність відтворити ці календарні щотижневі та, додатково, сезонні коливання.

*Таблиця 2*

**Середня завантаженість госпіталів пацієнтами по днях тижня за період дослідження (*n* – обсяг вибірки, *Nср.* – середнє, *σ* – середнє квадратичне відхилення)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| День тижня | ГВКГ МО України: | 11 військовий госпіталь МО України: |
| *n*, дні | *Nср.* | *σ* | *n*, дні | *Nср.* | *σ* |
| Понеділок | 403 | 888,06 | 137,16 | 350 | 265,41 | 65,53 |
| Вівторок | 403 | 901,34 | 134,97 | 350 | 277,15 | 67,18 |
| Середа | 404 | 910,34 | 134,50 | 350 | 276,76 | 66,27 |
| Четвер | 404 | 907,82 | 135,44 | 351 | 279,68 | 65,07 |
| П’ятниця[[4]](#footnote-4) | 404 | 816,29 | 119,78 | 351 | 242,92 | 60,13 |
| Субота | 404 | 804,71 | 116,62 | 351 | 236,32 | 60,89 |
| Неділя | 403 | 812,63 | 117,42 | 350 | 235,20 | 61,88 |
| Усі дні | 2825 | 863,02 | 135,98 | 2453 | 259,06 | 66,51 |
| Робочі дні тижня (окрім п’ятниці) | 1614 | 901,90 | 135,67 | 1401 | 274,75 | 66,17 |

*Таблиця 3*

**Розподіл кількості пацієнтів, що були госпіталізовані та виписані, по днях тижня за досліджуваний період**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| День тижня | Кількість госпіталізованих: | Кількість виписаних: |
| 11 військовий госпіталь МО України | ГВКГ МО України | 11 військовий госпітальМО України | ГВКГ МО України |
| абс. | % | абс. | % | абс. | % | абс. | % |
| Понеділок | 17975 | 29,60 | 52990 | 27,49 | 6835 | 11,30 | 21520 | 11,24 |
| Вівторок | 15050 | 24,79 | 41497 | 21,53 | 10660 | 17,62 | 35762 | 18,68 |
| Середа | 9965 | 16,41 | 34436 | 17,87 | 10051 | 16,62 | 30525 | 15,95 |
| Четвер | 10899 | 17,95 | 28899 | 14,99 | 9980 | 16,50 | 29758 | 15,55 |
| П’ятниця | 5759 | 9,48 | 21846 | 11,33 | 19117 | 31,61 | 59406 | 31,04 |
| Субота | 696 | 1,15 | 7049 | 3,66 | 3034 | 5,02 | 11747 | 6,14 |
| Неділя | 378 | 0,62 | 6027 | 3,13 | 806 | 1,33 | 2679 | 1,40 |
| Усього[[5]](#footnote-5) | 60722 | 100 | 192744 | 100 | 60483 | 100 | 191397 | 100 |

*Модель завантаження лікувальних закладів охорони здоров’я пацієнтами* (**Розділ 5**). Системні дослідження дозволили визначити, що завантаження лікувальних закладів охорони здоров’я пацієнтами є результатом динамічної взаємодії їх надходження, виписки та послідовного переміщення по місцях надання медичної допомоги та лікування.

Пересування пацієнтів у системі закладів охорони здоров’я (далі СМО – система медичного обслуговування) можна представити у вигляді графа, в якому вузли будуть відповідати місцям знаходження (обслуговування) їх, а “ребра” – пересуванню з одного місця до іншого. Топографія пересування кожного пацієнта буде залежати від особливостей поранення (захворювання або ураження), організаційних факторів тощо. Тому поранені, хворі хірургічного та терапевтичного профілю різного ступеня тяжкості, а також хворі тих чи інших класів, груп, підгруп і нозологічних форм захворювань розділяються на однорідні за медичними та евакуаційно-транспортними характеристиками групи (далі – категорії пацієнтів).

В результаті СМО може представлятися як мережа (рис. 4), вузлами () якої, в залежності від рівня деталізації, можуть бути групи відділень (кабінетів) закладів охорони здоров’я, підрозділи (відділення або кабінети) закладів або окремі лікарі (лікарсько-сестринські бригади), “ребрами” (, ) – потоки пацієнтів в дозволеному напрямку від вузла *k* до вузла *n* або навпаки:

, (1)

де:  – кількість вузлів обслуговування.



Рис. 4. Принципова функціональна схема побудови мережевої моделі (графа) системи медичного обслуговування

Для кожного вузла дозволяються окрім описаних вище потоків ще вхідний потік  пацієнтів, вихідний потік  (виписка пацієнтів назовні) та внутрішній потік пацієнтів  з місця лікування у чергу на транспортування до інших вузлів (рис. 5).



Рис. 5. Принципова схема *k*-го вузла медичного обслуговування

Інтенсивності потоків пацієнтів в СМО (як внутрішніх так і зовнішніх) залежать від часу і вважаються випадковими величинами.

Для зручності комп’ютерної реалізації в математичній моделі використовувався дискретний спосіб завдання часу, позначеного як , , *=1* доба, *MaxDay* – тривалість часу (в добах), протягом якого здійснюється моделювання. Кожний проміжок часу ** може бути розділений на *Step* дискретних частин і, таким чином, може розглядатися як час , , , де *Step* – так званий крок моделювання, котрий є цілим позитивним числом, частка від ділення на яке одиниці фактично означає частку проміжку часу **.

Вхідний потік пацієнтів в СМО можна представити як суму усіх можливих потоків  у вигляді випадкової функції з незалежними приростами. Інтенсивність такого нестаціонарного вхідного потоку пацієнтів  на момент часу  може бути визначена як:

, (2)

де:  – інтенсивність нестаціонарного адитивного потоку пацієнтів *j*-ої категорії в момент часу ;** – момент дискретного часу **, ;  – кількість категорій пацієнтів.

Потік  кожного вузла являє собою потік декількох категорій пацієнтів, що спрямовуються на вузол зовні, кожна категорія пацієнтів в моделі пересувається по унікальній послідовності вузлів обслуговування.

В свою чергу вхідний потік пацієнтів *j*-ої категорії в момент часу  до системи може бути представлений наступним чином:

, (3)

де:  – частка пацієнтів *j*-ої категорії від загальної кількості осіб з *w*-м захворюванням або ураженням

 – коефіцієнт втрат за окремим видом ураження або коефіцієнт захворюваності, що відповідає моменту часу , ;

 – початкова чисельність в момент часу  *g*-ї групи осіб (військова частина, угруповання військ, контингент населення та ін.), медичне забезпечення яких моделюється;

 – кількість факторів ураження (видів зброї) та різновидів захворювань на мирний час.

З формули (3) виходить, що однорідні за своїми медичними характеристиками пацієнти, що належать до різних груп осіб, вважаються різними категоріями.

Вихідний потік пацієнтів з системи є нестаціонарним і являє собою суму усіх потоків . Його інтенсивність у момент часу  () позначимо як :

, (4)

де:  – інтенсивність вихідного потоку пацієнтів *j-ї* категорії з *k-го* вузла в момент часу ;

 – кількість категорій пацієнтів, що спрямовуються на *k*-й вузол.

Вихідний потік пацієнтів  *j*-ої категорії з *k*-го вузла являє собою суму елементарних потоків виписки пацієнтів, що надходили в усі попередні моменти часу :

, (5)

, (6)

де: *–*кількість пацієнтів *j*-ої категорії, що надійшла на лікування у *k*-му вузлі в момент часу *q* (надходять з черги );

*NFlowOut* – кількість можливих станів пацієнтів (можливими станами є повне одужання, смерть та ін.);

*–*імовірність виписки пацієнтів *j*-ої категорії з *k*-го вузла у стан *f* в момент часу **;

*–*імовірність виписки пацієнтів *j*-ої категорії з *k*-го вузла у стан *f* в момент часу , який відповідає моменту часу **; , де ** – максимальний час лікування пацієнтів *j*-ої категорії у *k*-му вузлі (у добах);

, [[6]](#footnote-6)1; (7)

*b* – індекс, що визначає вид моделі виписки, *b*= 0 для загальної нестаціонарної моделі, *b* = 1…7 для диференційованої нестаціонарної моделі (цими числами кодуються дні тижня, індекс *b* обчислюється відповідно до реальної дати надходження пацієнтів спеціальною функцією Delphi).

Інші формули математичної моделі описують переміщення пацієнтів з черги *ξk* на медичне обслуговування в чергу  на транспортування з вузла та в місце остаточного лікування, а також вплив факторів ризику на транспортні ресурси вузлів обслуговування та ресурси робочого часу на надання медичної допомоги.

Перевагою запропонованої математичної моделі є те, що вона дозволяє представляти потоки надходження та виписки пацієнтів як стаціонарні, так і складні нестаціонарні процеси. При цьому в моделі (формула 6) можливе представлення ймовірностей виписки () у вигляді аналітичних функцій або дискретного набору ймовірностей.

Для створення аналітичних функцій запропоновано використовувати підбір апроксимаційних рівнянь з використанням функції щільності ймовірності нормального розподілу. Дискретні набори ймовірностей доцільно формувати шляхом побудови запитів до баз даних обліку пацієнтів.

Розроблена математична модель була реалізована в комп’ютерних програмах “Модель системи надання медичної допомоги та етапного лікування” (“Model”) та “Модель закладу охорони здоров’я” (“Hospital”). Відповідно були розроблені алгоритми роботи та реляційна модель бази даних програмного забезпечення.

Важливим питанням комп’ютерної реалізації розробленої математичної моделі виявилась організація зберігання та обробки необхідної для моделювання інформації. Основні етапи переробки інформації під час моделювання та організація її зберігання знайшли відображення в розробленій інформаційній моделі, створеній згідно стандартів інформаційної технології SSADM. Згідно інформаційної моделі, моделювання представляється як комплекс інформаційних задач. Інформаційне моделювання дозволило встановити, що найголовнішою інформаційною задачею, яка повинна вирішуватись під час моделювання, виявилось не саме моделювання як обчислювальний процес, а задачі підготовки та відбору потрібної для моделювання інформації. Вирішальна роль якісного виконання цих інформаційних задач була підтверджена в експериментах по перевірці точності роботи моделі.

Вивчення точності роботи розробленої та реалізованої в комп’ютерній програмі “Hospital” математичної моделі по моделюванню завантаженості лікувальних закладів охорони здоров’я пацієнтами, проводилось за допомогою імітаційного та прогностичного моделювання роботи ГВКГ МО України.

Імітаційне завантаження ГВКГ МО України визначалося як результат взаємодії двох потоків: надходження та виписки пацієнтів. При імітації вхідного потоку хворих досліджувалась ефективність роботи двох моделей:

1) стаціонарної – інтенсивність вхідного потоку дорівнювала середньої кількості хворих, що поступало щодня до ГВКГ МО України (66,26≈66 пацієнтів);

2) нестаціонарної – інтенсивність вхідного потоку визначалася на основі реальної кількості хворих, що поступали у ГВКГ МО України щодня.

У якості нестаціонарної моделі використовувався реальний потік надходження пацієнтів у ГВКГ МО України починаючи з 26.01.2000 р.

При імітації потоку виписки пацієнтів досліджувалась ефективність роботи таких моделей:

1) стаціонарної – задавався середній термін лікування усіх пацієнтів (12,99≈13 діб);

2) загальної нестаціонарної – задавався розподіл ймовірності виписки у часі (загальний для усіх пацієнтів);

3) диференційованої нестаціонарної – задавалися розподіли ймовірності виписки у часі, диференційовані по днях тижня надходження пацієнтів.

Для імітаційного моделювання розподіли ймовірностей виписки, диференційовані по днях тижня надходження, були визначені на основі статистичних даних щодо термінів лікування усіх хворих, зареєстрованих в базі даних ГВКГ МО України.

Прогностична точність роботи моделі оцінювалась нами наступним чином: на основі статичних даних щодо надходження та виписки пацієнтів у 2000-му, 2001-му та першій половині 2002-го року була прогнозована завантаженість госпіталю з 01.06.2002 р. до 31.05.2003 р.; для прогнозування використовувалась нестаціонарна модель вхідного потоку та диференційована нестаціонарна модель виписки. Розподіли ймовірностей виписки визначалися на основі статистичних даних щодо термінів лікування пацієнтів 11-го військового госпіталю, зареєстрованих станом на 03.06.2003 р., та пацієнтів ГВКГ МО України, що закінчили лікування та виписались до 01.06.2002 р. У якості потоку надходження використовувався реальний потік надходження пацієнтів з 02.06.2001 р. до 01.07.2002 р.

Варіанти змодельованого завантаження госпіталю пацієнтами наведено на рис. 6 та рис. 7.

З отриманих в результаті моделювання даних було визначено середню завантаженість госпіталю (табл. 4, де *Хср.* - середнє арифметичне, */Δ/* - абсолютне відхилення між емпіричним і теоретично отриманим завантаженням) загалом і по днях тижня, яку порівняли з відповідною реальною (для імітаційного моделювання порівняння проводилось з 36-ої доби моделювання по 2825-у, що відповідає відрізку часу з 01.03.2000 р. до 20.10.2007 р., для прогностичного – з 1-ої до 366-ої доби, що відповідає відрізку з 01.06.2002 р. до 31.05.2003 р.).



Рис. 6. Змодельоване (імітоване) завантаження пацієнтами ГВКГ МО України з 26.01.2000 р. до 20.10.2007 р. в порівнянні з реальним за цей же час



Рис. 7. Реальна та змодельована (прогностична) завантаженість ГВКГ МО України хворими з 01.06.2002 р. до 01.06.2003 р.

У випадку імітаційного моделювання найменшу точність показали моделі:

– із стаціонарним вихідним потоком та стаціонарним вихідним (відносне відхилення склало 0,36%, середнє відносне абсолютне відхилення – 12,68%, варіаційне відхилення – 15,83%);

– із стаціонарним вхідним потоком та загальною нестаціонарною моделлю вихідного (відносне відхилення склало 0,51%, середнє відносне абсолютне відхилення – 12,704%, варіаційне відхилення – 15,84%);

– із сполученням стаціонарного вхідного потоку та диференційованої нестаціонарної моделі вихідного (відносне відхилення склало 0,96%, середнє відносне абсолютне відхилення – 12,62%, варіаційне відхилення – 15,68%).

*Таблиця 4*

**Змодельована середня завантаженість госпіталю пацієнтами в порівнянні з реальною (*n* – обсяг вибірки)**

|  |  |
| --- | --- |
| День тижня | Середня кількість хворих (*Xср.*) отримана за допомогою: |
| прогностичного моделювання | імітаційного моделювання |
| *n*, дні | реальне *Xср.* | *Xср.* | */Δ/* | *n*, дні | реальне *Xср.* | *Xср.* | */Δ/* |
| Понеділок | 52 | 850,19 | 829,68 | 20,51 | 398 | 885,94 | 884,77 | 1,17 |
| Вівторок | 52 | 865,21 | 838,88 | 26,33 | 398 | 899,33 | 897,90 | 1,42 |
| Середа | 52 | 868,46 | 845,95 | 22,52 | 399 | 908,70 | 907,26 | 1,44 |
| Четвер | 52 | 862,54 | 833,296 | 29,24 | 399 | 906,11 | 904,63 | 1,47 |
| П’ятниця | 52 | 781,36 | 755,74 | 25,63 | 399 | 814,47 | 813,52 | 0,94 |
| Субота | 53 | 773,96 | 752,57 | 21,396 | 399 | 802,72 | 802,00 | 0,71 |
| Неділя | 53 | 778,38 | 763,15 | 15,22 | 398 | 810,66 | 809,60 | 1,06 |
| Усі дні | 366 | 825,46 | 802,51 | 22,95 | 2790 | 861,13 | 859,95 | 1,17 |

Найбільш точною моделлю виявилась нестаціонарна по вхідному потоку і диференційована нестаціонарна по вихідному потоку (відносне відхилення склало 0,14%, середнє відносне абсолютне відхилення – 4,45%, варіаційне відхилення – 6,04%).

Показники, що відображають точність імітації, для інших моделей були наступні:

– для моделі із нестаціонарним вхідним потоком та стаціонарним вихідним відносне відхилення склало 0,066%, середнє відносне абсолютне відхилення – 8,599%, варіаційне відхилення – 10,69%;

– для моделі із сполученням нестаціонарного вхідного потоку та загальної нестаціонарної моделі вихідного відносне відхилення склало 0,23%, середнє відносне абсолютне відхилення – 5,52%, варіаційне відхилення – 7,17%.

Показники точності прогнозування були дещо меншими, що є цілком природно, і виявились наступними: відносне відхилення склало 2,78%, середнє відносне абсолютне відхилення – 6,16%, варіаційне відхилення – 7,699%.

При моделюванні за тривалий період (див. рис. 6) виявилось, що модель нестаціонарна по вхідному потоку і диференційована нестаціонарна по вихідному потоку дозволяє точніше врахувати достатньо великі абсолютні різниці завантаженості (сезонні − приблизно до 500 хворих, щотижневі − приблизно до 106 хворих), що зустрічаються під час реальної роботи госпіталю в повсякденних умовах.

Для порівняння розроблених підходів з існуючими традиційними методиками визначення потреби закладів охорони здоров’я у ліжковому фонді можна припустити, що добуток кількості населення, що підлягає медичному обслуговуванню, на госпіталізовану захворюваність з 01.03.2000 р. до 20.10.2007 р. буде аналогом кількості пацієнтів, що поступили в ГВКГ МО України за цей термін (184628 пацієнтів за 2790 днів або в середньому 66,175 пацієнт за добу). Якщо взяти за норматив роботи ліжка 340 діб за рік (це 93,15%), то норматив роботи ліжка за 2790 діб складе 2598,885 діб.

Тоді потреба у ліжковому фонді госпіталю складе:  ліжка. Розрахункова середня зайнята кількість ліжок складе: , що практично відповідає реальному та змодельованому середньому завантаженню пацієнтами за цей же календарний період (реальне – 861,13 пацієнта).

Однак можна помітити, що госпіталь, як було відмічено раніше, завантажений нерівномірно: щорічно в літні місяці спостерігалося зниження завантаженості госпіталю до 500-700 хворих, а в січні-березні – підвищення приблизно до 1100 хворих, що значно вище визначеної потреби в ліжках. Також щорічно спостерігались короткочасні, але великі за розмахом коливання (зниження) завантаженості госпіталю на великі свята (амплітуда ≈ 500-600 хворих), вплив яких на зменшення середніх показників не викликає сумнівів. Суттєве значення також мали щотижневі статистично значимі регулярні коливання завантаженості госпіталю, які, відповідно, призводять до статистично значимого зниження середньої завантаженості госпіталю як за реальними даними, так і за результатами моделювання. Всі перелічені особливості знайшли відображення у відносно великому середньому квадратичному відхиленні (див. табл. 2).

Отже, розрахована на основі середніх показників завантаженості потреба госпіталю у ліжках, безсумнівно, не відображає достовірно реальну картину внаслідок її заниження, яке виникає із-за перерахованих регулярних сезонних, щотижневих та на великі свята коливань.

Таким чином, тільки метод математичного моделювання з комп’ютерною реалізацією дозволив зімітувати ці коливання і, відповідно, зімітувати екстремуми завантаженості госпіталю хворими, що робить його найбільш прийнятним засобом для вирішення проблеми планування потреби в ліжках.

**ВИСНОВКИ**

В дисертаційній роботі на підставі отриманих результатів досліджень, а також з урахуванням даних літературних джерел, було запропоновано оригінальне наукове вирішення задачі визначення потреби закладів охорони здоров’я в ліжках, що дозволяє суттєво удосконалити процес управління лікувально-профілактичним (лікувально-евакуаційним) забезпеченням Збройних Сил України.

1). Доведено, що розроблена в дисертаційному дослідженні математична модель дозволяє досить точно відтворити завантаження лікувальних закладів охорони здоров’я пацієнтами, його щотижневі та сезонні коливання, внаслідок чого з’являється можливість визначати потребу лікувальних закладів охорони здоров’я у ліжковому фонді за принципом орієнтування на максимально-необхідну ліжкову місткість.

2). Встановлено, що моделювання з усіма сполученнями моделей вхідного та вихідного потоку дозволяє точно визначити середню завантаженість лікувального закладу пацієнтами (різниця змодельованого і реального середнього завантаження була <1% і складала 0,066%-0,96% залежно від варіантів сполучення).

3). Визначено, що найменша точність притаманна моделям із сполученням стаціонарного вхідного потоку та стаціонарного вихідного (середнє відносне абсолютне відхилення склало 12,68%), найбільш точною є модель нестаціонарна по вхідному потоку і диференційована нестаціонарна по вихідному потоку (середнє відносне абсолютне відхилення склало 4,45%). Дещо менш точними (друге місце) є моделі із сполученням нестаціонарного вхідного потоку та загальної нестаціонарної моделі вихідного (середнє відносне абсолютне відхилення склало 5,52%). Інші моделі потенційно мають меншу точність.

4). Встановлено важливі закономірності надходження та виписки пацієнтів у лікувальних закладах охорони здоров’я на мирний час, а саме: підпорядкованість статистичному закону нормального розподілу випадкової величини частотних характеристик кількості пацієнтів, що надходили та виписувались в різні дні тижня. Встановлені закономірності обумовлюють доцільність застосування в моделях нестаціонарної моделі вхідного потоку та диференційованої нестаціонарної моделі вихідного потоку пацієнтів.

5). Встановлена і кількісно оцінена щотижнева динаміка зміни потоку виписки пацієнтів, яка проявляється у зменшенні інтенсивності виписки пацієнтів на початку робочого тижня (у понеділок-вівторок виписувалось 28,92-29,92% пацієнтів), збільшенні наприкінці (в четвер-п’ятницю виписувалось 46,59-48,11% пацієнтів), та різкому зменшенні у вихідні дні (виписувалось 6,35-7,54% пацієнтів). Для надходження пацієнтів навпаки характерне збільшення інтенсивності на початку тижня (49,02-54,39% пацієнтів надходило в понеділок-вівторок), зменшення наприкінці (26,32-27,43% надходило у четвер-п’ятницю) та різке зменшення у вихідні дні (надходило 1,77-6,79% пацієнтів).

6). Визначені важливі для моделювання особливості реальної завантаженості лікувальних закладів охорони здоров’я Збройних Сил України:

– варіабельність, пов’язана з тижневими, сезонними та на великі свята коливаннями завантаженості (варіація склала 15,76-25,67%);

– характерна щотижнева циклічність, яка полягала у зменшенні завантаженості у вихідні (на 10,8-15,05%) та збільшенні в робочі дні тижня.

7). Доведена дієздатність та ефективність розроблених алгоритмів роботи програмного забезпечення моделювання завантаження лікувальних закладів охорони здоров’я пацієнтами.

**СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

**Статті у наукових провідних виданнях, затверджених ВАК України[[7]](#footnote-7):**

1. Радиш Я.Ф., Волик О.М., Лопін Є.Б., Глєбушкін Р.О. Моделювання системи етапного стаціонарного лікування військовослужбовців Збройних Сил України // Сучасні аспекти військової медицини (випуск сьомий): Зб. наук. праць ГВКГ МО України. – Київ: «Преса України», 2002. – С. 48-51. (**особистий внесок здобувача** – *участь у розробці експериментального програмного забезпечення, узагальнення досліджень та формування висновків, участь у написанні та оформленні статті*).

2. Ярош Т.В., Ричка О.В., Лопін Є.Б. Деякі аспекти автоматизації діяльності медичних служб ЗС США та країн СНД на воєнний час // Військова медицина України. – 2004. – №1-2. – С. 148-153. (**особистий внесок здобувача** – *добір та аналіз літературних джерел, формування висновків, участь у написанні та оформленні статті*).

3. Сохін О.О., Ричка О.В., Лопін Є.Б. Методика визначення потреби в ліжковому фонді в ЗС США // Сучасні аспекти військової медицини: Зб. наук. праць ГВКГ МО України. – К.: ГВКГ, 2005. – Вип.10. – С. 458-462. (**особистий внесок здобувача** – *добір та аналіз літературних джерел, формування висновків, участь у написанні та оформленні статті*).

4. Ярош Т.В., Лопін Є.Б., Ричка О.В. Підходи до апроксимації функцій розподілу ймовірності виписки пацієнтів з лікувальних закладів // Військова медицина України. – 2005. – Т.5, №4. – С. 71-74. (**особистий внесок здобувача** – *розробка програмного забезпечення для автоматизованого виконання розрахунків, виконання експериментальних розрахунків та їх аналіз, узагальнення досліджень та формування висновків, участь у написанні та оформленні статті*).

5. Ярош Т.В., Лопін Є.Б., Ричка О.В. Аналіз імовірнісних підходів до моделювання процесу виписки пацієнтів із лікувальних закладів охорони здоров’я Міністерства оборони України // Військова медицина України. – 2006. – №1-2. – С. 13-21. (**особистий внесок здобувача** – *статистична обробка баз даних обліку пацієнтів 11 військового госпіталю і ГВКГ МО України та результатів моделювання, аналіз результатів, узагальнення досліджень та формування висновків, участь у написанні та оформленні статті*).

6. Лопін Є.Б. Математична модель виписки пацієнтів з лікарняного закладу // Сучасні аспекти військової медицини: Зб. наук. праць ГВКГ МО України. – К.: МВЦ «Медінформ», 2006. – С. 49-54.

7. Лопін Є.Б. Прогнозування втрат ресурсів медичної служби (людських, матеріальних та ін.) за допомогою моделювання впливу на них факторів ризику // Проблеми військової охорони здоров’я: Зб. наук. праць Української військово-медичної академії (випуск 18). – Київ: Українська військово-медична академія, 2007. – С. 81-89.

8. Лопін Є.Б. Прогнозування потреби лікарняних закладів охорони здоров’я Збройних Сил України у ліжковому фонді за допомогою імітаційного моделювання руху пацієнтів // Проблеми військової охорони здоров’я: Зб. наук. праць Української військово-медичної академії (випуск 18). – Київ: Українська військово-медична академія, 2007. – С. 89-101.

**Публікації в інших наукових виданнях[[8]](#footnote-8):**

1. Лопін Є.Б. Застосування методу експертних оцінок для вивчення факторів, що впливають на стан здоров’я військовослужбовців // Гігієнічна наука та практика на рубежі століть: Матеріали XIV з’їзду гігієністів України. 19–21 травня 2004 року (Дніпропетровськ) / Під ред. Ю.І. Кундієва, А.М. Сердюка, Є.Г. Гончарука, О.В. Лапушенко.–Т. ІІ.–К., 2004.– С. 483-486.

2. Моделювання системи надання медичної допомоги та етапного лікування в Збройних Силах України на мирний та воєнний час (методичні рекомендації) / Є.Б. Лопін, О.В. Ричка.– Ірпінь: НДІ ПВМ ЗС України, 2007.– 56 с. (**особистий внесок здобувача** – *участь у написанні усіх розділів*).

**АНОТАЦІЇ**

**Лопін Є.Б. Наукове обґрунтування та розробка моделі завантаження лікувальних закладів охорони здоров’я пацієнтами. – Рукопис.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата медичних наук за спеціальністю 14.03.11 – медична та біологічна інформатика і кібернетика. – Національна медична академія післядипломної освіти імені П.Л. Шупика МОЗ України, Київ, 2008.

Представлено нові підходи щодо вирішення актуальної задачі визначення потреби закладів охорони здоров’я в ліжках на основі застосування технологій інформаційного та математичного моделювання, реалізованих за допомогою комп’ютера. В рамках вирішення задачі були проаналізовані фактори, що впливають на захворюваність військовослужбовців та на санітарні втрати у воєнний час, проведено аналіз вхідного та вихідного потоку пацієнтів в лікувальні заклади охорони здоров’я на прикладі двох військових госпіталів, встановлені його характерні властивості – щотижнева циклічність та підпорядкованість в окремих випадках статистичному закону нормального розподілу випадкової величини. Проведено аналіз завантаженості двох військових госпіталів хворими протягом 7 років, встановлені її характерні риси. На основі отриманих результатів розроблено математичну модель імітації руху пацієнтів у межах системи закладів охорони здоров’я і відповідний алгоритм роботи програмного забезпечення для її комп’ютерної реалізації. Розроблено інформаційну модель циркуляції необхідних для моделювання даних та методику апроксимації функцій розподілу ймовірності виписки пацієнтів з лікувальних закладів. Приведені рекомендації щодо практичного впровадження розробленої моделі та інших результатів дисертаційного дослідження.

*Ключові слова*: імітаційні моделі завантаження лікувальних закладів пацієнтами, вхідні та вихідні потоки пацієнтів, імовірнісні моделі виписки пацієнтів, санітарні втрати військ, визначення потреби закладів охорони здоров’я в ліжках, апроксимація багатомодальних функцій розподілу ймовірностей виписки пацієнтів.

**Лопин Е.Б. Научное обоснование и разработка модели загрузки лечебных учреждений пациентами. – Рукопись.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук по специальности 14.03.11 – медицинская и биологическая информатика и кибернетика. – Национальная медицинская академия последипломного образования имени П.Л. Шупика МЗ Украины, Киев, 2008.

Диссертация посвящена разработке новых подходов к определению потребности лечебных учреждений в коечном фонде на основе применения с этой целью технологий математического и информационного моделирования, реализованных с помощью компьютера.

В диссертации представлено обоснование ключевых положений, ставших основой при разработке модели загрузки лечебных учреждений пациентами.

На основании анализа факторов, которые влияют на процесс заболевае­мости в мирное время и санитарные потери в военное время были определены принципы определения входного потока пациентов в лечебные учреждения.

На основании большого статистического материала (базы данных учета пациентов, находившихся на лечении, двух военных госпиталей, за 7 лет в сумме учтено более 250 тыс. больных) был проведен анализ поступления и выписки пациентов в госпиталях. Была обнаружена и численно описана их характерная особенность – подчинённость закону нормального распределения в разные дни недели, а также цикличные еженедельные изменения интенсивности. Было определено уменьшение интенсивность выписки в начале рабочей недели (28,92-29,92% пациентов выписывались в понедельник-вторник), увеличение в конце (46,59-48,11% пациентов выписывались в четверг-пятницу) и резкое уменьшение в выходные дни (выписывалось 6,35-7,54% пациентов). Для поступления пациентов характерно увеличение интенсивности в начале недели (49,02-54,39% пациентов поступало в понедельник-вторник), уменьшение в конце (26,32-27,43% пациентов поступало в четверг-пятницу) и резкое уменьшение в выходные дни (поступало 1,77-6,79% пациентов).

На основании баз данных учета пациентов также был проведен анализ загруженности двух военных госпиталей больными на протяжении 7 лет. Были определены её характерные особенности: вариабельность (вариация составила 15,76-25,67%), связанная с еженедельными и сезонными колебаниями, а также еженедельная цикличная динамика изменений в виде уменьшения загрузки в выходные дни (на 10,8-15,05%).

Результаты изучения реальных особенностей движения больных в военных госпиталях позволили разработать адаптированную математическую модель, главной отличительной особенностью которой оказалась способность точно воспроизводить характерные сезонные и еженедельные колебания загрузки лечебных учреждений пациентами. Вследствие этого разработанная модель потенциально позволила на основании смоделированных показателей загрузки лечебных учреждений пациентами делать выводы относительно потребности в коечном фонде исходя из прогнозируемых максимумов в рабочие дни и сезоны с повышенной госпитализированной заболеваемостью.

Разработанная математическая модель была реализована в компьютерных программах “Модель системы оказания медицинской помощи и этапного лечения” (“Model”) та “Модель учреждения здравоохранения” (“Hospital”). Соответственно были разработаны алгоритмы и реляционная модель базы данных программного обеспечения.

Основные этапы обработки информации во время моделирования и организация её хранения были отображены в разработанной информационной модели, созданной согласно правилам информационной технологии SSADM.

Была проведена проверка разработанной модели на работоспособность путём оценки точности воспроизведения показателей загрузки пациентами. Точность оценивалась путём количественной оценки расхождения смоделированных показателей загрузки пациентами и соответствующих им реальных. Моделирование в этом случае проводилось с использованием разных моделей потоков поступления и выписки больных. Были оценены стационарная и нестационарная модель входного потока в сочетании со стационарной, нестационарной и дифференцированной нестационарной моделями выходного потока (выписки). Для каждого сочетания были определены показатели точности моделирования, на основании которых были определены наиболее оптимальные варианты. Было определено, что наиболее точной оказалась модель с нестационарным входным потоком и дифференцированным нестационарным выходным. Остальные модели показали меньшую точность. Наименьшая точность была присуща моделям с сочетанием стационарного входного потока и стационарного выходного.

Наилучший вариант сочетания моделей входного и выходного потока был сравнён с традиционными методиками определения потребности в коечном фонде.

*Ключевые слова*: имитационные модели загрузки лечебных учреждений пациентами, входящие и выходящие потоки пациентов, вероятностные модели выписки пациентов, санитарные потери войск, определение потребности лечебных учреждений в койках, аппроксимация полимодальных функций распределения вероятности выписки пациентов.

**Lopin Ye.B. Scientific research and development of model of medical treatment facilities’ load by patients. – Manuscript.**

Dissertation on defending a Scientific Degree of a Candidate of Medical Sciences for the specialty 14.03.11 – medical and biological informatics and cybernetics. – Ministry of Health, National medical academy postgraduate education named after P.L. Shupik, Kiev, 2008.

New approaches based on technologies of informational and mathematical modeling to resolve actual problem of inpatient care planning of servicemen and other beneficiaries have been presented. During study analysis of factors influencing on servicemen's morbidity rates and war sanitary losses has been carried out. As result of patients' in- and outflow analysis, based on 7-year statistical data of two military hospitals, weekly cyclicity of flaw and in some cases its correspondence to normal distribution law have been revealed. Mathematical model to imitate patients’ flow within health care system has been developed and used to construct software. Informational model of circulation of required modeling data and methods to approximate distribution functions of patients' discharge probabilities have been developed. Recommendations to practical use of developed model and other innovations have been presented.

*Keywords*: imitational model of medical treatment facilities’ load, patients' in- and outflow, planning of inpatient beds requirement, sanitary losses, probabalistic model of patients’ discharge, approximation of multimodal distribution functions of patients' discharge probabilities.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Підписано до друку 03.04.2008 р. Формат 60×90/16.

Ум. друк. арк. 0,9. Обл.-вид. арк. 0,9.

Тираж 100. Зам. 59

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

«Видавництво “Науковий світ”»®

Свідоцтво ДК № 249 від 16.11.2000 р.

м. Київ, вул. Боженка, 17, оф. 504.

200-87-13, 200-87-15, 8-050-525-88-77

 Для заказа доставки данной работы воспользуйтесь поиском на сайте по ссылке: <http://www.mydisser.com/search.html>

1. Нині госпіталь має назву “Клінічна база Української військово-медичної академії”. [↑](#footnote-ref-1)
2. Під коефіцієнтом втрат розуміється відносна величина втрат угруповання військ (у відсотках або долях одиниці) по відношенню до кількості особового складу. Санітарні втрати складають певну частку від загальних втрат, тому іноді використовується термін “коефіцієнт санітарних втрат”. [↑](#footnote-ref-2)
3. З вибірки виключались аномальні значення та дати навколо великих загальнодержавних свята, після чого вибірка по окремих днях тижня складала від 270 до 332 варіант, тобто була достатня для аналітичних висновків. Кількість ступенів свободи дорівнювала 6 для окремих днів тижня, 7 для вихідних, 8-9 для робочих, 9 для усіх днів загалом (після укрупнення інтервалів за допомогою формули Стерджеса). [↑](#footnote-ref-3)
4. День госпіталізації та день вибуття враховувались за один ліжко-день, тому середнє завантаження хворими у п’ятницю вийшло значно менше ніж у інші робочі дні тижня. [↑](#footnote-ref-4)
5. Деякі записи баз даних обліку пацієнтів містили незаповнену дату виписки, тому загальна кількість госпіталізованих перевищила кількість виписаних пацієнтів; при визначенні розподілу виписки не використовувались записи в яких дата надходження була більша, ніж дата виписки. [↑](#footnote-ref-5)
6. 1 [*a*] – означає цілу частку від числа *a* [↑](#footnote-ref-6)
7. Одна стаття опублікована у співавторстві в 2001 році в таємному збірнику наукових праць Української військово-медичної академії і з метою виконання правил поводження з таємними документами в наведеному переліку публікацій не приводиться. [↑](#footnote-ref-7)
8. Одна стаття опублікована у співавторстві в 2005 році в таємному збірнику наукових праць Національної академії оборони України і з метою виконання правил поводження з таємними документами в наведеному переліку публікацій не приводиться. [↑](#footnote-ref-8)