

УДК 004.89:612.1

КОВАЛЕНКО И.И., ГОЖИЙ А.П., МАРЦИНКОВСКИЙ И.Б.,
ПОНОМАРЕНКО Т.В.

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПРОГНОЗА И ПЛАНОВ ЛЕЧЕНИЯ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ

Викладено основні принципи побудови і запропонована структурно-функціональна схема системи підтримки прийняття рішень при формуванні планів медикаментозного лікування артеріальної гіпертензії на основі сценарного підходу і теорії прийняття рішень.

Basic principles of construction of the medicinal plans forming decision support system are exposed. The structurally functional chart of this system is offered. The system works applying the scenario approach and decision making theory.

Анализ проблемы и постановка задачи. Высокое артериальное давление (АД) является основным риск-фактором увеличения заболеваемости и смертности от таких патологий, как инсульт, ишемическая болезнь сердца, сердечная недостаточность и др., что приводит к значительным медицинским и социальным проблемам и большим экономическим затратам. По Украине этот показатель, согласно официальным статистическим данным, составляет около 2,0 млрд. грн. ежегодно [10]. В практике кардиологических исследований определен термин “артериальная гипертензия” (АГ), который означает состояние человека с кровяным давлением 140/90 мм рт. ст. и выше, который не принимает антигипертензийные препараты [21]. По данным официальной статистики в 2000 г. в Украине было зарегистрировано приблизительно 7,6 млн. больных АГ, что тогда составляло 18,8 % взрослого населения страны. В 2003 г. зарегистрировано более 9,8 млн. (24,3 %) людей с АГ, а в 2005 г. более 10,7 млн. человек. Однако, согласно последним исследованиям ННЦ “Институт кардиологии им. М.Д. Стражеско” АМН Украины (Киев) было установлено, что у почти 40-45 % взрослого населения наблюдается повышенное АД (выше 140/90 мм рт. ст.), т.е. реальное число больных АГ в Украине может составлять 13,0-15,0 млн. человек [21].

Такое положение выдвигает актуальную задачу массового обследования населения с целью установления диагноза на АГ и определения эффективных лечебных препаратов. Однако, недостаточное развитие службы кардиологии Украины (особенно в сельской местности), слабая оснащенность врачей-кардиологов портативной измерительной аппаратурой, разнообразие видов АГ, ее диагнозов, лечебных препаратов и др. значительно усложняет решение рассматриваемой проблемы. Поэтому, одним из путей повышения оперативности и эффективности работы кардиологов может быть

оснащение их еще одним инструментом – информационной системой, которая может выполнять две основные функции: как справочника, так и системы поддержки принятия решений при формировании планов медикаментозного лечения АГ. Такая система может быть проинсталлирована на портативном персональном компьютере, что особенно важно при проведении обследований при выездах на места вызова.

Целью работы является разработка основных принципов и структурно-функциональной схемы системы поддержки принятия решений (СППР), как инструментального средства, позволяющего моделировать процесс “клинического мышления” врача-кардиолога **при определении планов медикаментозного лечения АГ** на основе сценарного подхода и методов теории принятия решений.

Изложение основного материала. Появление первых работ, посвященных использованию медицинских систем искусственного интеллекта, датируется примерно 70-ми годами прошлого столетия. Однако, несмотря на это, СППР, основанные на медицинских знаниях, используются на практике в ограниченных масштабах. Существующие медицинские экспертные системы MYCIN, INTRRLIST, ILIAD, QMR, Klinik, которые широко известны в мире, а также системы “Амекс”, “Школяр”, “Універсал”, разработанные в Украине, не всегда отвечают медицинской практике [18].

Особенно это касается оказания первой помощи экстренного лечения, когда медицинское вмешательство значительно чаще выполняется на основе знаков и симптомов, нежели по результатам диагностических решений.

Современное состояние развития систем компьютерной диагностики в кардиологии может быть охарактеризовано тем, что они нацелены в основном на решение задач сбора и обработки анамнестических данных [2, 3, 5, 9, 11, 12, 13, 17, 18, 22, 23].

Анализ существующих функциональных структур таких систем позволяет выделить три их основных показателя:

- оценивание информативных симптомов;
- обработка результатов оценивания симптомов согласно их диагностическим алгоритмам;
- принятие решений (постановка диагноза, выбор метода лечения).

Причем с последним показателем связаны основные трудности из-за того, что врачу обычно не хватает не столько умения собрать анамнестические сведения и объективные данные о больном, сколько опыта в осмысливании (переработке) и оценке этих данных для постановки диагноза. Особенно это касается выбора плана лечения. В данной связи большой интерес вызывают идеи моделирования функций интеллекта врача в процессе переработки и оценки медицинской информации с использованием персонального компьютера [18].

В настоящее время эта проблема еще далека от своего решения, однако с точки зрения кибернетического подхода ее можно представить двумя составляющими: моделью памяти врача (“медицинская память”) и моделью логических размышлений врача [18]. Первая модель базируется на медицинских знаниях в виде перечней диагнозов заболеваний, соответствующих их признаков, связей между ними и др. Под второй понимается процесс оперирования с “медицинской памятью” (исходными данными для такого оперирования являются наблюдаемые симптомы). В этом смысле “медицинская память” первична, а логические рассуждения вторичны. В настоящее время, в качестве “инструментальных методов”, способствующих логическому выводу врача, широкое распространение получили табличные алгоритмы принятия решений, базирующиеся на вычислениях с использованием таблиц и вероятностные подходы на основе стратегии Байеса, либо с использованием метода последовательного статистического анализа Вальда [18]. В данной работе, в качестве перспективных, рассматриваются методы поддержки принятия решений, в основе которых лежат такие операции над знаниями, как парное сравнение, ранжирование и классификация. В

результате выполнения таких операций может быть сформулирован ряд стратегий принятия решений, к числу которых можно отнести следующие:

- стратегия аддитивной полезности: лицо, принимающее решение (ЛПР), качестве которого выступает врач как бы «суммирует» оценки альтернативности по критериям в один образ и затем сравнивает альтернативы;
- стратегия аддитивных разностей: ЛПР как бы «суммирует» разности оценок альтернатив по критериям и выбирает лучшую альтернативу;
- стратегия исключения по аспектам: ЛПР исключает из рассмотрения альтернативы, не удовлетворяющие требованиям хотя бы по одному аспекту (критерию);
- стратегия исключения по уровням требований: ЛПР исключает альтернативы, не удовлетворяющие минимальным требованиям по всем критериям.

Рассмотрим основное содержание процедур ранжирования и парного сравнения альтернатив, в качестве которых могут выступать различные препараты лечения АГ.

Ранжирование представляет собой процедуру упорядочения альтернатив, выполняемую ЛПР (врачом-кардиологом) при этом рассматриваются две ситуации:

1. Среди альтернатив нет одинаковых по сравниваемым показателям, т.е. нет эквивалентных альтернатив. Что говорит о существовании строгого порядка, обладающего свойствами транзитивности (если $A_i \succ A_j$, $A_j \succ A_k$, то $A_i \succ A_k$) и связности (для любых двух альтернатив, либо $A_i \succ A_j$ либо $A_j \succ A_i$).

В результате сравнения всех альтернатив по отношению строгого порядка получают упорядоченную последовательность вида

$$A_i \succ A_j \dots \succ A_n,$$

где альтернатива с первым номером является наиболее предпочтительной из всех альтернатив, альтернатива со вторым номером чуть менее предпочтительна, чем первая, но более предпочтительна, чем все остальные.

2. Среди альтернатив могут быть эквивалентные. Это означает, что кроме отношения строгого порядка, между некоторыми альтернативами возможно отношение эквивалентности (отношение нестрогого порядка). В результате ранжирования получают последовательность следующего вида

$$A_1 \succ A_2 \succ A_3 \sim A_4 \sim A_5 \dots \succ A_{n-1} \sim A_n.$$

В этой последовательности альтернативы A_3 , A_4 , A_5 эквивалентны между собой, а альтернативы A_{n-1} и A_n между собой.

Парное сравнение представляет собой процедуру установления предпочтения объектов при сравнении всех возможных пар. В отличие от ранжирования, в котором осуществляется упорядочение всех объектов, парное сравнение альтернатив представляет собой более простую задачу. При сравнении пары альтернатив A_i и A_j возможны отношения либо порядка, либо порядка и эквивалентности, т.е. либо $A_i \succ A_j$, либо $A_j \succ A_i$, либо $A_i \sim A_j$.

Результаты сравнения всех пар удобно представить в виде таблицы (табл. 1) столбцы и строки которой составляют альтернативы и в ячейках таблицы проставляют числовые значения.

Из данной таблицы, например, следует, что альтернатива A_1 предпочтительнее альтернатив A_2 , A_3 , A_5 , и эквивалентна альтернативе A_4 . Альтернатива A_2 предпочтительнее альтернативы A_3 , эквивалентна альтернативе A_4 и менее предпочтительна, чем альтернативы A_1 и A_5 .

Рассмотренные процедуры экспертных изменений, и отношения, характеризующие их, позволяют выбрать ряд методов поддержки принятия решений, которые можно

рассматривать, как “инструменты”, помогающие формировать (реализовать) модели логических размышлений врача-кардиолога.

Для некритериального попарного сравнения и последующего ранжирования альтернатив может быть использован в программной реализации **метод построчных сумм**.

В основе метода лежит построение таблицы парных сравнений (табл. 1).

Таблица 1

Альтернатива	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	Сумма
<i>A</i>	*	1	0	1	2,0
<i>B</i>	0	*	0,5	1	1,5
<i>C</i>	1	0,5	*	0	1,5
<i>D</i>	0	0	1	*	1,0

Здесь наименования строк и столбцов соответствуют именам альтернатив *A*, *B*, *C*, *D*. На пересечении строки и столбца ставятся числа по следующим правилам:

- ставится “1”, если альтернатива с именем строки лучше альтернативы с именем столбца;
- ставится “0”, если альтернатива с именем строки хуже альтернативы с именем столбца;
- ставится “0,5”, если альтернатива с именем строки эквивалентна (равноценна) альтернативе с именем столбца.

Клетки таблицы, у которых имя строки совпадает с именем столбца, не заполняются (в нашем примере в этих клетках проставлены “звездочки”). Затем подсчитывается сумма строк (крайний справа столбец). Наконец, строится ранжировка альтернатив следующим способом. Альтернативе, имеющей максимальную строчную сумму, присваивается ранг 1. Альтернативе, имеющей следующую по величине сумму, присваивается ранг 2 (в нашем примере таких альтернатив две: *B* и *C*).

В результате получаем полную ранжировку рассмотренных альтернатив, как показано в таблице 2.

Таблица 2

№ ранга	Альтернатива
1	<i>A</i>
2	<i>B</i> , <i>C</i>
3	<i>D</i>

В случае введения в рассмотрение, помимо альтернатив, критериев, “инструментом”, с которым может оперировать врач-кардиолог, является критериальная таблица (табл. 3).

Таблица 3

	K_1	K_2	...	K_m
A_1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1m}
A_2	x_{21}	x_{22}
...
A_n	x_{n1}	x_{n2}	...	x_{nm}

Здесь на пересечении *i*-й строки и *j*-го столбца записывается оценка x_{ij} альтернативы A_i по критерию K_j . Одним из подходов, которые широко используются при работе с

такими таблицями, являється построение обобщенного критерия. Его суть состоит в том, что производится объединение ряда критериев в один с помощью так называемых весовых коэффициентов важности критериев. Обозначим такие коэффициенты вектором $(w_1, w_2 \dots w_m)$. Затем для каждой альтернативы (каждой i -й строки таблицы) рассчитывается следующая величина:

$$S_i = \sum_{j=1}^m x_{ij} w_j; \quad 0 \leq w_j \leq 1; \quad \sum_{j=1}^m w_j = 1.$$

Затем принимается правило: чем больше S_i , тем лучше альтернатива A_i . Данная процедура называется “линейной сверткой” и основывается на постулате “низкая оценка по одному критерию может быть компенсирована высокой оценкой по другому”.

Другим видом линейной свертки является мультипликативная свертка, основанная на постулате “низкая оценка по одному критерию влечет за собой низкое значение функции полезности”. Записывается такая свертка следующим образом

$$S_i = \prod_{j=1}^m x_{ij} w_j; \quad \sum_{j=1}^m w_j \neq 1.$$

Для реализации критериальной таблицы может быть использован известный метод аналитической иерархии (Т.Саати).

Общая схема логических размышлений врача с использованием методов поддержки принятия решений представоена на рис. 1.

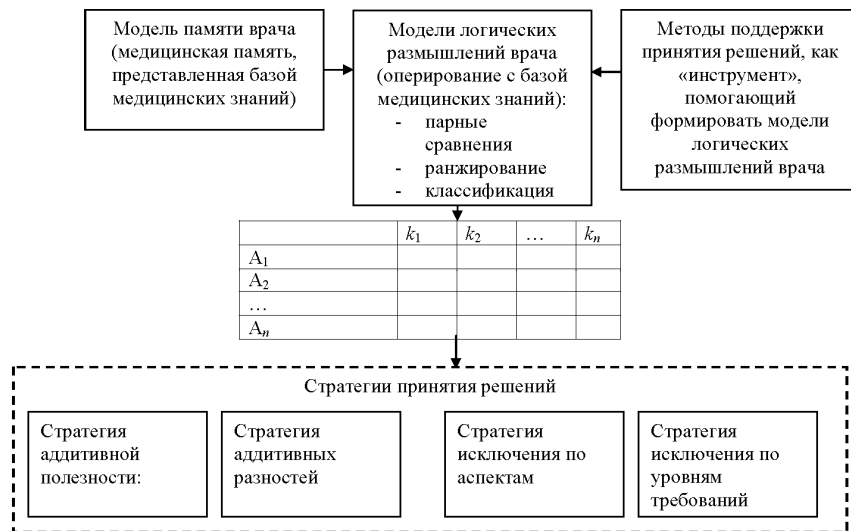


Рис. 1. Схема логических размышлений врача с использованием методов поддержки принятия решений

АД может характеризоваться большими вариациями как на протяжении одних суток, так и в различные дни. Поэтому диагноз гипертонии должен основываться на результатах многократного измерения АД, выполненного в различные дни.

При этом первичной целью лечения больного с гипертонией признано максимальное уменьшение на длительное время общего риска сердечно-сосудистого заболевания и смерти от него [21].

Это подразумевает, наряду с воздействием непосредственно на АД, влияние на все выявленные обратимые факторы риска (включая курение, диабет, массу тела и др.) и

лечение сопутствующих клинических состояний (заболеваний). Важная роль при этом отводится построению сценариев медикаментозного лечения АГ. Один из возможных общих сценариев наблюдения и лечения АГ, в основе которого лежит классификация уровней АД (табл. 4), представлен на рис. 2. Определения и классификация уровней артериального давления (АД), мм. рт. ст.

Таблица 4 [21]

Категория		Систолическое артериальное давление (САД)	Диастолическое артериальное давление (ДАД)
Оптимальное		<120	<80
Нормальное		120-129	80-84
Высокое нормальное		130-139	85-89
Гипертония	Степень 1 (мягкая)	140-159	90-99
	Степень 2 (умеренная)	160-179	100-109
	Степень 3 (тяжелая)	≥180	≥110
	Изолированная систолическая	≥140	≥90

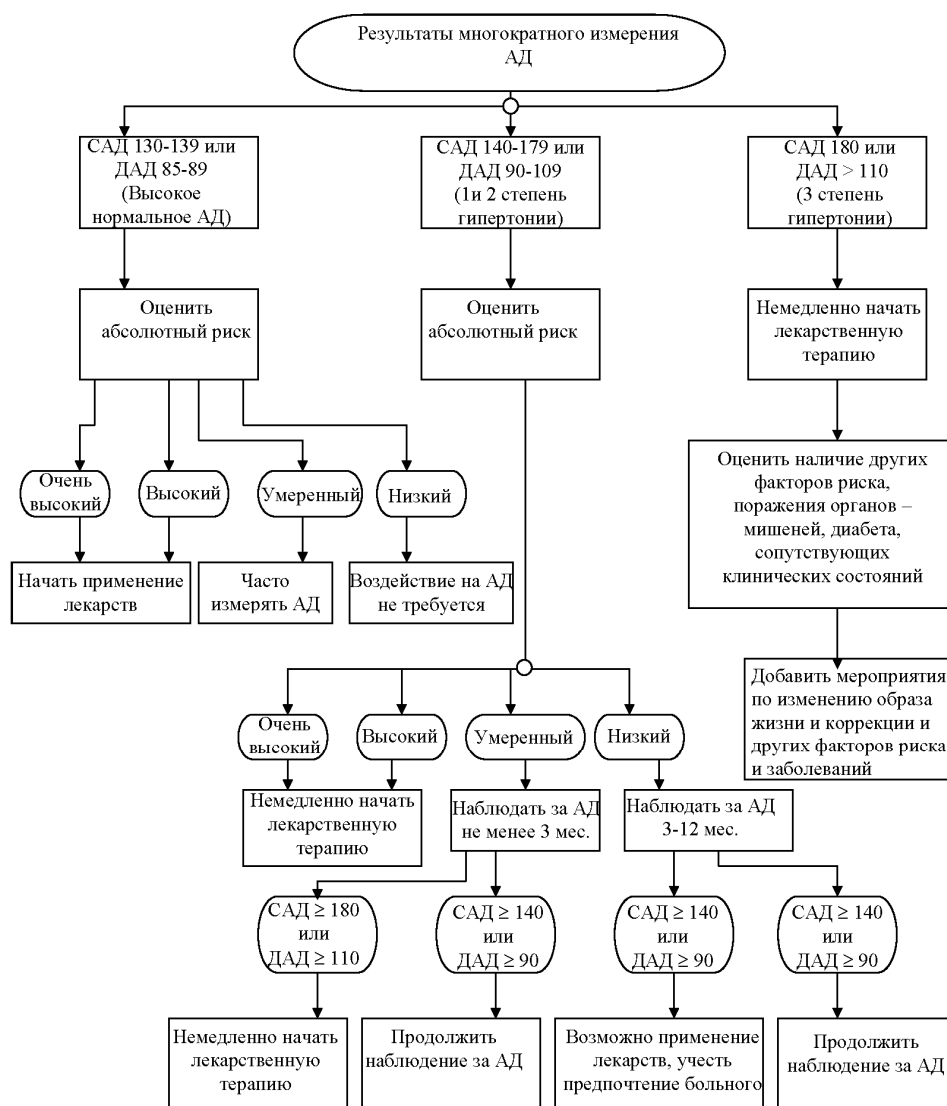


Рис. 2. Общий сценарий формирования планов лечения АГ

Все вышесказанное дает возможность предложить структурно-функциональную схему СППР в формировании планов медикаментозного лечения АГ, представленную на рис. 3.

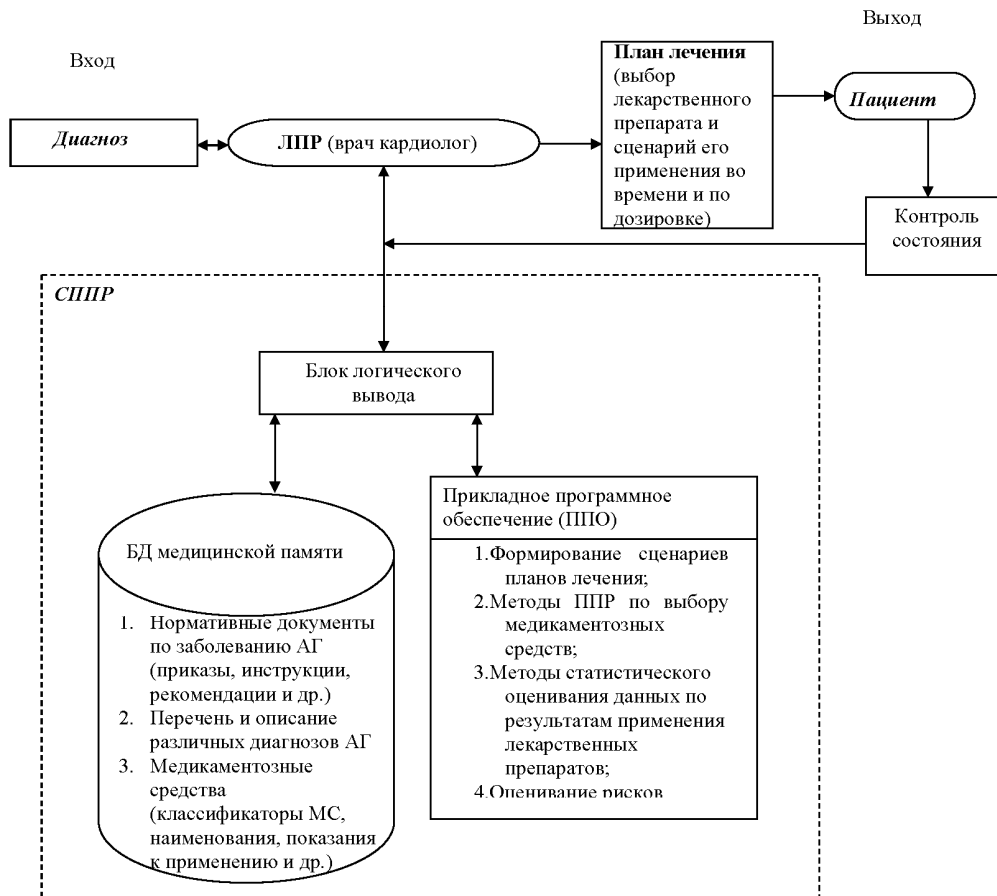


Рис. 3. Структурно-функциональная схема СППР в формировании планов медикаментозного лечения АГ. ЛПР – лицо, принимающее решение

В интерпретации рассмотренных моделей (модель памяти врача и модель логических размышлений врача) к предлагаемой системе, первая из них может быть реализована с помощью базы данных медицинской памяти (БДМП), а вторая на основе прикладного программного обеспечения (ППО).

Наполнение БД может определяться следующей информацией справочного характера:

- нормативными документами (инструкции, рекомендации, классификаторы и др.);
- перечнем и описанием различных диагнозов АГ;
- информацией о медикаментозных средствах (наименования, классы, показания к применению и др.).

ППО может представлять инструментальные программные средства, позволяющие реализовать следующие задачи:

- применение методов поддержки принятия решений в выборе лекарственных препаратов в зависимости от выбранных критериев;
- генерация сценариев планов лечения (применение выбранного лекарственного препарата по времени и дозировке);
- оценивание полученных результатов от применения медикаментозных средств;
- оценивание и прогнозирование риска сердечно-сосудистых заболеваний в процессе проведения обследования пациентов.

Выводы. Рассмотренные основные принципы построения СППР при формировании планов медикаментозного лечения заболеваний сердца и предложенная структурно-функциональная схема, позволят выполнить ее алгоритмическую и программную реализацию, что отвечает требованиям современной концепции “Семейный врач”, которая имеет целью повышение качества медицинского обслуживания за счет приближения медицинской сферы обслуживания к пациентам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абакумов В.Г., Геранін О.І. Біомедичні сигнали та їх обробка. – К.: Век+, 1997. – 352 с.
2. Генкин А.А. Новая информационная технология анализа медицинских данных (программный комплекс ОМИС). – СПб.: Политехника, 1999. – 191 с.
3. Генкин А.А. От компьютерной истории болезни к информационному образу болезни // Terra Medica. – 1996. – № 3. – С. 42-46.
4. Інструкція для лікаря-практика по виявленню і проведенню вторинної профілактики гіпертонічної хвороби та вторинних симптоматичних артеріальних гіпертензій, МОЗ України від 10.08.98 р.
5. Коваленко А.С. Особливості проектування інформаційних систем для медичного закладу // Електроніка і зв'язь. Темат. випуск “Проблеми електроніки”. – 2007. – Ч. 2. – С. 121-123.
6. Коваленко И.И., Гожий А.П. Методы и средства поддержки принятия решений: учеб. пособие. – Николаев: Илион, 2005. – 104 с.
7. Коваленко И.И., Гожий А.П. Нетрадиционные методы статистического анализа данных: Учеб. пособие. – Николаев : Илион, 2006. – 116 с.
8. Коваленко И.И., Гожий А.П. Системные технологии генерации и анализа сценариев: Монография. – Николаев: Изд-во НГТУ им. Петра Могилы, 2006. – 160 с.
9. Комплексные программно-технические решения компьютерной поддержки центра “Лидер”. Пояснительная записка. – К.: ГНВП “Аргус”, 1995. – 89 с.
10. Корнацький В.М., Шевченко О.М. Вартість та ціноутворення кардіологічної допомоги в Україні. – К.: Вид-во ін-ту кардіології ім. М.Д. Стражеско АМН України, 2005. – 172 с.
11. Ластед Л. Введение в проблему принятия решений в медицине / Пер. с англ; под ред. М.Л. Быховского. – М.: Мир, 1971. – 183с.
12. Марцинковський І.Б. Модифікація стилю життя хворого артеріальною гіпертензією. Рекомендації лікаря.– Миколаїв, 2004.– 10 с.
13. Марцинковський І.Б. Основи черезстравовихідної електрокардіо-стимуляції: Монографія. – Львів, 1998. – 144 с.
14. Мельников В.Г. Медицинская кибернетика. – К.: Вища шк., 1978. – 238 с.
15. Мисюк Н.С. Системы прогнозирования мозговых инсультов. – Минск: Изд-во Минск. медиц. ин-та, 1986. – 40 с.
16. Продеус А.Н., Захрабова Е.Н. Экспертные системы в медицине.– К.: Век+, 1998. – 320 с.
17. Сборник статистических данных по основным видам заболеваний населения Украины. – К.: Изд-во АМН Украины, 2005. – 46 с. 21.
18. Сіренко Ю.М. Артеріальна гіпертензія. – К.: Маріон, 2002. – 203 с.
19. Трошин Г.И. Методические указания по диагностике заболеваний мозга при массовых обследованиях. – Горький: Горьковский гос. мед. ун-т, 1989. – 89 с.