

УДК 004.9

С. В. ПАВЛОВ<sup>1</sup>, С. В. ТИМЧИК<sup>1</sup>, М. В. БАЧИНСЬКИЙ<sup>2</sup>, С. В. ЯКУБОВСЬКА<sup>1</sup>

## ПРОБЛЕМИ І ШЛЯХИ СТВОРЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ ОПТИКОЕЛЕКТРОННИХ ІС

<sup>1</sup>Вінницький національний технічний університет

21021, вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, Україна, E-mail: vntu@vntu.edu.ua

<sup>2</sup>Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя

46001, вул. Руська, 56, м. Тернопіль, Україна, E-mail: univtu.edu.te.ua

**Анотація.** Обов'язковим елементом процесу розробки будь-якої МІС є формулювання показників призначення, які встановлюють можливі границі застосування МІС. Забезпечення успішної та ефективної діяльності оператора, особливо в екстремальних умовах, прогнозування його поведінки і логіки при прийнятті рішень, незважаючи на велику кількість публікацій і реальних проєктів, все рівно залишається проблемою актуальною і такою, що потребує свого вирішення. Наведено концептуальні моделі СППР та різні підходи до їх заснування, а також функціональну архітектуру СППР. Проведено аналіз сучасних СППР, а саме: IndiGo, Aumence, СППР Isabel Healthcare, Problem-Knowledge Coupers, Visual DX, СППР Siemens, PRISCA, система IBM Watson. Зроблено висновки що в більшості випадків, СППР на поточному рівні розвитку медицини не можуть і не завжди повинні замінювати лікаря. Не всі СППР, особливо російські, відповідають сучасним вимогам до СППР.

**Аннотация.** Обязательным элементом процесса разработки любой МИС является формулировка показателей назначения, устанавливающих возможные границы применения МИС. Обеспечение успешной и эффективной деятельности оператора, особенно в экстремальных условиях, прогнозирования его поведения и логики при принятии решений, несмотря на большое количество публикаций и реальных проектов, все равно остается проблемой актуальной и требующей своего решения. Приведены концептуальные модели СППР и различные подходы к их основания, а также функциональную архитектуру СППР. Проведен анализ современных СППР, а именно: IndiGo, Aumence, СППР Isabel Healthcare, Problem-Knowledge Coupers, Visual DX, СППР Siemens, PRISCA, система ИВМ Watson. Сделаны выводы в большинстве случаев, СППР на текущем уровне развития медицины не могут и не всегда должны заменять врача. Не все СППР, особенно российские, соответствуют современным требованиям к СППР.

**Abstract.** A compulsory element of the process of developing any MIS is the formulation of indications that set the possible limits of the use of the MIS. Ensuring the successful and efficient operation of the operator, especially in extreme conditions, predicting his behavior and logic in making decisions, despite the large number of publications and real projects, is still a problem that is urgent and needs to be solved. Conceptual models of DSS and different approaches to their establishment are presented, as well as the functional architecture of DSS. The analysis of modern DSSs, namely: IndiGo, Aumence, ISAP, Isabel Healthcare, Problem-Knowledge Coupers, Visual DX, Siemens SPPR, PRISCA, Watson IVM system. It is concluded that in most cases, DSS on the current level of development of medicine can not and do not always have to replace a physician. Not all SPPRs, especially Russian ones, meet modern requirements for.

**Ключові слова:**

Медичні системи, розробка систем, сучасні СППР, аналіз, діяльність оператора

### ВСТУП

Визначимо медичну інформаційну систему, як автоматизовану систему «людина-машина», функціонування якої здійснюється з застосуванням обчислювальних засобів, реєстрацією, обробкою, зберіганням і відображенням медикобіологічних даних, медичної інформаційної бази і техніки для надання ефективної та адекватної медичної допомоги.

Вибравши необхідний профіль проєктуємої МІС рекомендується визначити обсяги її системних функцій, що характеризують рівень системи: мінімальна, базова і розширена функціональність. Обсяг або перелік системних функцій визначає можливості системи, що доступні при її цільовому використанні

та адекватні тим процесам діяльності установи, в яких ці функції можуть і повинні використовуватись для досягнення мети системи.

Обов'язковим елементом процесу розробки будь-якої МІС є формулювання показників призначення, які встановлюють можливі границі (межі) застосування МІС за часом, функціональними, технологічними, інформаційними, ергатичними, лінгвістичними та іншими конструктивними та експлуатаційними параметрами.

Забезпечення успішної та ефективної діяльності оператора, особливо в екстремальних умовах, прогнозування його поведінки і логіки при прийнятті рішень, незважаючи на велику кількість публікацій і реальних проектів, все рівно залишається проблемою актуальною і такою, що потребує свого вирішення. Це вимагає більш ефективного розв'язку цілої низки задач, і перш, за все, націлених на обґрунтований вибір методології проектування медичних інформаційних систем [1].

Для ефективного та адекватного вибору методології проектування інформаційної системи, необхідно також визначити та оцінити ті проблеми, які існують і не дозволяють створювати сучасні ефективні системи і технології.

Все це зумовило появу тих невирішених проблем, які існують сьогодні, як в вітчизняній медицині, та і за кордоном і стримують подальший цивілізований розвиток інформаційних систем і технологій [2, 3].

Перш за все, це проблеми, що пов'язані: із дублюванням одних і тих же функцій, які в різних МІС мають різні назви, а суть одну і ту ж. По-друге, існуючі МІС розраховані (більшість, вже на етапі проектування) на роботу в єдиному інформаційному просторі, оскільки методи і технології передачі даних не здатні забезпечити їх актуалізацію у заданому масштабі часу. По-третє: відсутні стандартизовані критерії порівняння, співставлення та оцінювання даних із різних інформаційних систем; технічної і наукової новизни рішень, що використовує ІС, її інформаційного наповнення та ефективності. В-четвертих, це наявність в експлуатації морально застарілих і таких, що не підлягають модернізації, інформаційних систем. В-п'ятих, одним із досить «важких» недоліків сучасних МІС і МІТ слід вважати відсутність взаємозв'язків між підсистемами, що призводить до помилок, іноді абсурдних, а іноді до таких, що можуть мати серйозні наслідки. В-шостих, так звана, кадрова проблема, коли кадровий склад розробників не включає в себе, перш за все, медичних працівників, а ще гірше – досвідченого лікаря-консультанта, який має досвід проектування (у складі команди) і використання медичних інформаційних систем [2, 3].

Ще один аспект створення МІС, який в більшості випадків носить проблемний характер, це вибір типу бази даних і систем управління БД. У більшості розробників і користувачів складається хибна думка про те, що чим потужніша СУБД, тим вона і краща. В роботі [3] наведено приклад щодо потужної і дорогавартісної СУБД типу ORACLE, яка за словами її представника, призначена для роботи з базами даних обсягом в десятки терабайт. В той же час, деякі розробники МІС виставляють зазначену базу, як один із головних аргументів їхньої МІС або МІТ, абсолютно не розуміючи того, що вже на рівні міських або обласних закладів охорони здоров'я адмініструвати такі бази практично не можливо. На думку [3], до СУБД, що здатні задовольнити потреби будь-якого ЗОЗ, можна віднести безплатні СУБД з відкритим кодом типу FireBird і Postgres, як такі, що не потребують додаткових зусиль по адмініструванню.

Ще одне дискусійне, поки що питання, яке стосується того, хто повинен експлуатувати і супроводжувати, як мінімум, медичну інформаційну систему. Наша думка співпадає з більшістю і передбачає наявність власного фахівця з ІТ у закладі охорони здоров'я, який разом із розробниками системи зможе приймати участь у її доопрацюванні і модифікації, як безпосередній учасник лікувально-діагностичного процесу.

Маючи перелік проблем, які необхідно вирішувати з застосуванням МІС або МІТ та відповідну базу методологій проектування, визначимо основні, за аналогією з [3], групи принципів: функціональні, нормативно-методологічні, організаційні; технологічні. статті.

## ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Сутність функціональних принципів полягає в створенні інформаційної системи, як єдиної цілісної структури, що забезпечує концептуальну єдність її підсистем, інформаційних ресурсів, баз даних і знань на основі єдиних технологічних і методичних принципів та загальної нормативно-правової бази,

їх відповідність рівню сервіса, повноти та актуальності вимогам якості підтримки прийняття рішень, забезпеченню взаємодії розробляємої системи з іншими МІС на основі відповідних інформаційних протоколів [3].

Нормативно-методологічні принципи, по аналогії з [3] передбачають, що організація взаємодії та інформаційного обміну в інформаційній системі та з іншими ІС повинна забезпечуватись єдиними людино-технологічними стандартами.

Організаційні принципи, викладені в [2], в значній мірі розширюють їх попередній перелік, і перш за все, в частині регламентації взаємовідносин між власниками і користувачами ІС та ресурсів, складу користувачів ІС, регламентів доступу до баз даних і знань тощо.

Одним із основних компонентів будь – якої інформаційної системи або технології є підсистема підтримки прийняття рішень, що представляє собою елемент типу «людина – машина», який дозволяє особам, що приймають рішення (ОПР), використовувати данні, знання, математичні та інформаційні моделі для аналізу і рішення слабо структурованих проблем.

Дане визначення СППР подібне наведеному в [4] і відповідає концептуальній моделі СППР (рис. 1), яка включає в себе процедури та методи, що дозволяють сформулювати поставлену проблему, а використовуючи бази даних і знань, бази моделей – проаналізувати можливості її вирішення та отримати результат.

Сюди входять також засоби як отримання даних і знань, так і побудови моделей та маніпулювання ними.

Як правило, абсолютна більшість концептуальних моделей побудована на використанні ідеології інформаційних систем, штучного інтелекта (ШІ) та інструментального підході [4].

В рамках інформаційного підходу СППР відносять до класу «автоматизованих інформаційних систем, основне призначення яких – «поліпшити діяльність працівників розумової праці (knowledge workers) в організаціях шляхом застосування інформаційної технології» [5].

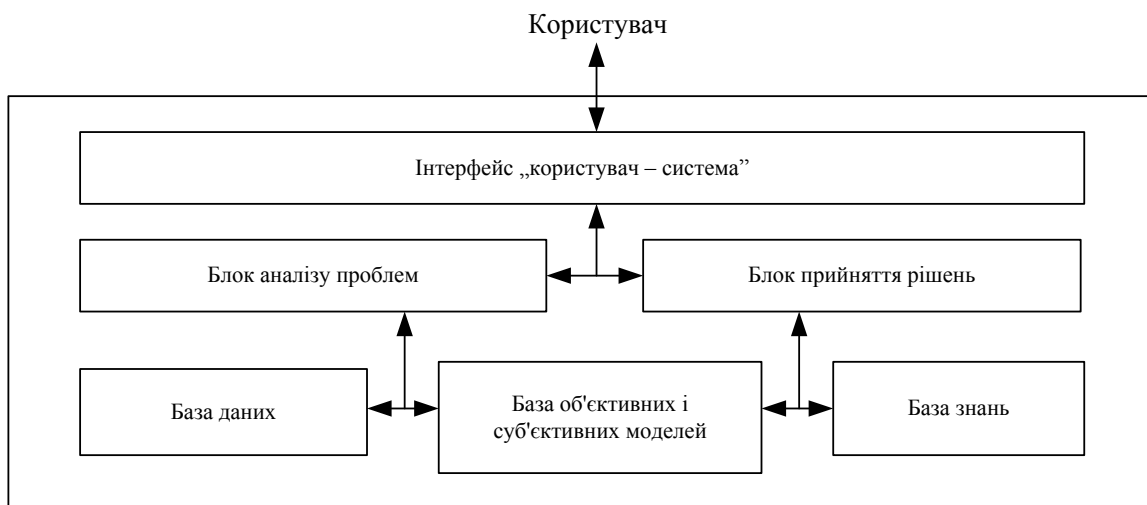


Рис. 1. Концептуальна модель СППР [4]

Особливості інформаційного підходу відображає концептуальна СППР R. Sprague [5, 6], основними компонентами якої є (рис. 2) інтерфейс «користувач – система», БД і БМ, які за призначенням аналогічні блокам рис. 1.

Інтерфейс «користувач-система» забезпечує зв'язок користувача з кожною із баз і включає в себе програмні засоби для управління БД, управління БМ, управління і генерації діалогу. Інтерфейс «користувач – система» повинен володіти характеристиками, що дозволяють: управляти різноманітними стилями ведення діалогу; змінювати стиль діалогу за вибором користувача; надавати дані в різноманітних формах і видах; забезпечувати гнучку підтримку користувача [5].

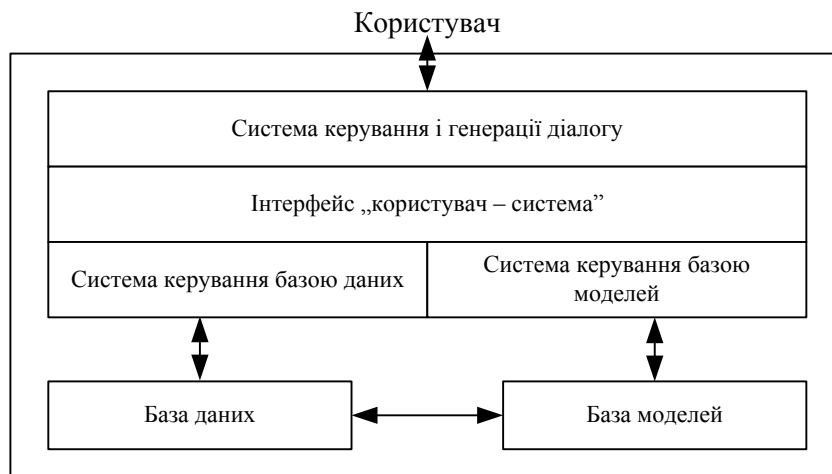


Рис. 2. Концептуальна модель СППР [5] (інформаційний підхід)

Базові функції СППР та експертних систем [11].

1. Придбання знань

«Придбання знань – це передача потенційного досвіду вирішення проблеми від деякого джерела знань і перетворення його в вигляд, який дозволяє використовувати ці знання в програмі»

2. Подання знань

Предмет дослідження в цій області – методи асоціативного зберігання інформації, подібні до існуючих в мозку людини. При цьому основна увага, природно, приділяється логічній, а не біологічній стороні процесу, опускаючи подробиці фізичних перетворень [11].

3. Управління процесом пошуку рішення При проектуванні експертної системи серйозна увага має бути приділена і тому, як здійснюється доступ до знань і як вони використовуються під час пошуку рішення. Інформація про те, які знання потрібні в тій чи іншій конкретній ситуації, і вміння ними розпорядитися – важлива частина процесу функціонування експертної системи. Такі знання отримали найменування метазнань – тобто знань про знання [11].

4. Пояснення прийнятого рішення

Питання про те, як допомогти користувачеві зрозуміти структуру і функції деякого складного компонента програми, пов'язані з порівняно новою сферою взаємодії людини і машини, яка з'явилася на перетині таких областей, як штучний інтелект, промислова технологія, фізіологія і ергономіка.

ЕС і СППР як конкретні програмні продукти в ряді випадків можуть виглядати зовні однаково. Однак вони мають суттєву різницю в своїй цільовій направленості: СППР покликана допомогти ОПР в рішенні проблеми, що стоїть перед ним, а ЕС – замінити людину при вирішенні проблеми. Разом з тим розроблені в рамках штучного інтелекту концепції можуть виявитися плідними і для СППР [12–16].

Досвід використання СППР показав, що підтримка, яка надається ними, далеко не завжди буває достатньою. Дуже часто виникає інформаційна перевантаженість ОПР, складна проблема обліку суперечливих оцінок за багатьма критеріями, виявлення переваг ОПР. Для вирішення цих проблем необхідно використання сучасних методів прийняття рішень [4] і розробка спеціальних засобів спілкування людини і ПК [2]. Наявність «дружнього» людино-машинного інтерфейсу, що забезпечує зручний зв'язок користувача з системою, стало однією з відмінних рис СППР [6, 15].

Таким чином, в СППР об'єднуються на загальній основі підходи, характерні для наступних напрямків досліджень:

- прийняття рішень;
- витяг і представлення знань;
- побудова людино-машинних (діалогових) систем.

Синергетична взаємодія цих напрямків створює СППР як якісно новий засіб для прийняття рішень.

В процесі актуалізації знань в СППР приймають участь дві людини з ролями «експерт» і «інженер по знаннях» (когнітолог). Перший представляє собою в основному знання в неструктурованому вигляді. А інший переносить їх в базу знань СППР в формалізованому і повністю структурованому вигляді і в форматі, який використовується в системі. Після цього експерт верифікує знання безпосередньо в БЗ, підтверджуючи тим самим (своїм авторитетом або компетентністю), що система може використовувати їх для наступної обробки і прийняття рішень, а отримані від СППР рекомендації засновані на правильних методах виведення і коректних знаннях.

Це дозволяє представити СППР у вигляді функціональної архітектури [4] (Рис. 3).

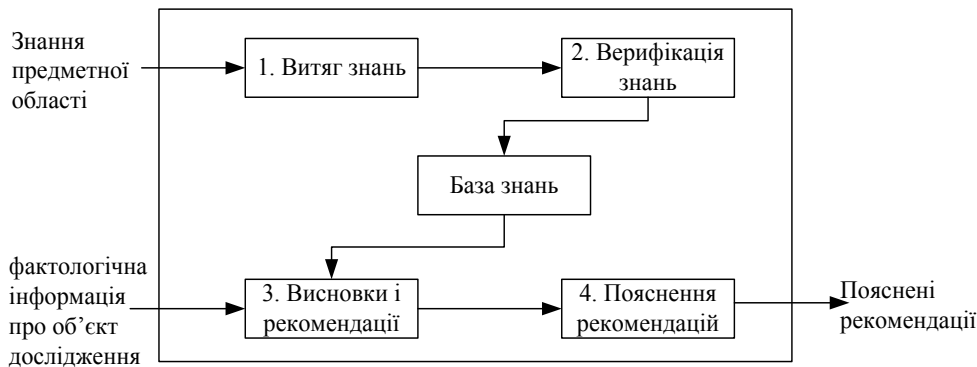


Рис. 3. Функціональна архітектура СППР [4].

Відмінною особливістю СППР, заснованих на знаннях (knowledge-based systems), є, на думку їх розробників, явне виділення відсутнього раніше аспекту підтримки рішень: здатності до «розуміння» проблеми, тобто здатності сприйняти запит користувача, витягти пертінентну інформацію і підготувати відповідь. Ступінь участі програмних засобів людино-машинної системи в цьому процесі пропонується розглядати як заходи (штучного) інтелекту СППР [12, 14].

Заснована на знаннях СППР, запропонована R. Bonczek et al [12, 14], складається з трьох взаємодіючих частин: мовної системи (МС), системи знань (СЗ) і системи обробки проблем (рис. 4). МС за своїм призначенням аналогічна інтерфейсу «користувач-система», який забезпечує комунікації між користувачем і всіма компонентами СППР. За допомогою МС користувач формулює проблему і керує процесом її вирішення, використовуючи надані системою мовні засоби (синтаксичні, семантичні).

СЗ містить інформацію про проблемні області. СЗ розрізняються за характером даних, що в них містяться і по використовуваних методах представлення знань (ієрархічні структури, графи, семантичні мережі, фрейми, системи продукцій, числення предикатів і ін.). Певна організація даних відповідно до цілей системи є ключовим моментом в побудові СЗ [12, 14].

Система обробки проблем або проблемний процесор (ПП) є механізмом, що зв'язує МС і СЗ. ПП забезпечує збір інформації, розпізнавання проблеми, формулювання моделі, її аналіз і т. д. ПП сприймає описання проблеми, яке зроблено відповідно до синтаксису МС і використовує знання, організовані за прийнятими в СЗ правилами, для того щоб створити інформацію, необхідну для підтримки рішення. ПП є динамічною компонентою СППР, яка відбиває (моделює) зразки поведінки людини, що вирішує проблему. Як мінімум, ПП повинен володіти здібностями об'єднувати інформацію, що надходить від користувача через МС і СЗ, і, використовуючи моделі, перетворювати формулювання проблеми в детальні процедури, виконання яких і дасть відповідь. У більш складних випадках ПП повинен вміти формулювати моделі, необхідні для вирішення поставленої проблеми. Таким чином, ПП виконує фактично функції блоків аналізу проблем і прийняття рішень [4, 12].

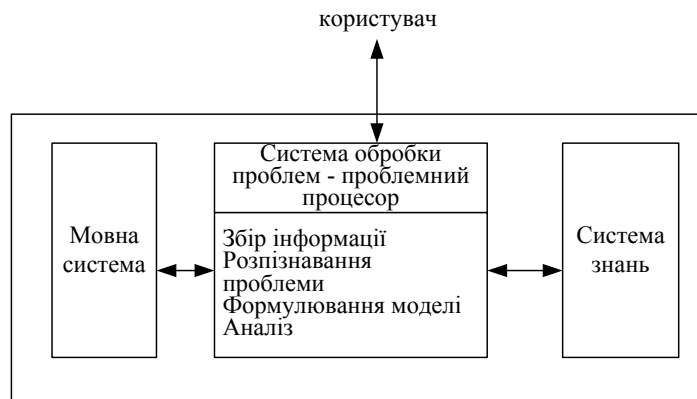


Рис. 4. Концептуальна модель СППР [4, 12] (підхід, заснований на знаннях).

Прикладами сучасних СППР, що успішно розвиваються з 2000-х років і по теперішній час являються такі [18]:

IndiGo (Archimedes) – система забезпечує обробку даних клінічної, фізіологічної природи і відомостей про керування процесом лікування та формує індивідуалізовані протоколи діагностики і лікування з врахуванням факторів ризику, історії хвороби, біомаркерів і т.і. по конкретному пацієнту.

Aumence (Autonomy – дочірнє підприємство HP) – система диференціальної діагностики, аналізує відомості про симптоми та іншу інформацію, виявляє значимі патології і формує діагностичний план.

СППР Isabel Healthcare – система підтримки прийняття діагностичних рішень на основі відомостей про симптоми, яка використовує Web-інтерфейс, що позиціонується як утворююча платформа.

Problem-Knowledge Coupers (Sharecare) – інформаційно-аналітична система в сфері здоров'я з широким функціоналом.

Visual DX – система підтримки діагностичних рішень з використанням принципів диференціальної діагностики.

СППР Siemens – системи Protis (інтерпретація результатів обстежень на основі відомостей про велику кількість пацієнтів).

PRISCA (аналіз факторів ризику) [18].

Система IBM Watson – апаратна архітектура системи яка, дозволяє здійснювати паралельні і послідовні обчислення; виконувати роботу одразу на декількох пристроях, які підключені до головного суперкомп'ютера.

В більшості випадків, СППР на поточному рівні розвитку медицини не можуть і не завжди повинні замінювати лікаря. За результатами досліджень компанії AHRQ (США) в 2010 році показано, що неперервне використання СППР може принести більше шкоди, ніж їх відсутність [18].

Серед проривних розробок в напрямку створення СППР для персонального використання можна виділити систему ППР для персоналізованої медицини Oncofinder – програму аналізу внутрішньоклітинних сигнальних шляхів і підбору найкращих терапевтичних препаратів при різних типах раку, виходячи із індивідуальних особливостей пацієнта [18].

Цілий ряд розробок в сфері СППР ведеться компанією ЗАТ «Соцмедика» (Росія), що спеціалізується на створенні ЕС в області медицини. На основі Об'єднаної Бази Медичних Знань (УМКВ) і технологій моделювання медичних знань компанія розробляє такі типи систем [18]:

- ЕС для прогнозування ризиків розвитку захворювань і ускладнень;
- ЕС для ранньої діагностики захворювань;
- ЕС для планування лікування;
- ЕС для моніторингу стану здоров'я пацієнта;
- автоматизовані системи аналізу і статобробки клінічного матеріалу.

В інформаційно-довідковій системі USA РАН розроблено спеціальні програмні компоненти професіонального та популярного рівнів для оцінки і прогнозу стану здоров'я і характеристик старіння людини, а також для видачі рекомендацій і програм профілактики старіння та загального оздоровлення [18].

## ВИСНОВКИ

В той же час, не всі системи ППР, особливо російські, відповідають сучасним вимогам до СППР. Однією із таких вимог є використання технологій data mining, text mining та інтелектуального аналізу різнобічної інформації, в т.ч. і неструктурованої, для обробки різних джерел (ЕМК, Історія хвороби, медичне зображення).

Потребує також подальшого розвитку інформаційна та апаратна інфраструктура, формування і втілення галузевих і технологічних стандартів тощо.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Евдокименко В. П. Компьютерные технологии сбора обработки и синтеза данных медико-биологических исследований. Москва, МАИ, 2005. – 419 с.
2. Абушаев Ш. Т. Как избежать ошибок при покупке МИС: практ. рекомендации для руковод. здравоохранения и главврачей / Ш. Т. Абушаев // Менеджер здравоохранения. 2010. – № 10. – С. 40-51
3. Анализ российского опыта внедрения информационных систем [Электронный ресурс] / Министерство связи и массовых коммуникаций РФ – Режим доступа: inforegion.ru/continion/img/uploaded/document/gov\_II\_russia\_experience.doc (дата обращения 02.11.15)
4. Ларичев О. И. Системы поддержки принятия решений: современное состояние и перспективы развития / Ларичев О. И., Петровский А. В. // Итоги наука и техникаю – М. : ВИНТИ, 1987. Т. 21, с. 131-164.

5. Sprague R. H. A Framework for research on Decision Support Systems / Sprague R. H. // Decision Support Systems : Issues an Challenges. Ed. By G. Fick and R. H. Sprague. – Oxford: Pergamon Press, 1980. – P. 5-22.
6. Sprague R. H. A Framework for research on Decision Support Systems / Sprague R. H. // MIS Quarterly. – 1980. – 4, № 4. – P. 9-13.
7. Антонюк Б. Д. Разработка экспертных систем искусственного интеллекта в США. – М. : ВНИИСИ, 1985. – 77 с.
8. Алексеева Е. Ф., Экспертные системы – состояние и перспективы. / Алексеева Е. Ф., Стефанюк В. Л. // Техническая кибернетика. – 1984. – № 5. – С. 153-167.
9. Blanning R. W. Management Applications of Expert Systems. / Blanning R. W. // Inform and Management. – 1984. – 7. – P. 311-316.
10. Ford F. N. Decision Support Systems and Expert Systems: A Comparison / Ford F. N. // Inform and Management. – 1985. – 8. – P. 21-26.
11. Экспертные системы (ЭС): понятие, назначение, архитектура, отличительные особенности. Классификация ЭС. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.daxnow.narod.ru/index/0-17](http://www.daxnow.narod.ru/index/0-17)
12. Bonczek R. H. Foundation of Decision Support Systems. / Bonczek R. H., Holsapple C W., Whinston A. B. // – N. Y. : Academic Press, 1981. – 393 p.
13. Fox M. S. Knowledge Representation for Decision Support. // Knowledge Representation for Decision Support Systems. Ed. By L. B. Methlie and R. H. Sprague. – Amsterdam : North – Holland Publ. Co., 1985. – P. 3-26.
14. Bonczek R. H. The Evolution from MIS to DSS : Extention of Data Manegment to model Manegment / Bonczek R. H., Holsapple C. W., Whinston A. B // Decision Support Systems. Ed. By M. J. Ginzberg, W. Reitman, E. A. Stohr. – Amsterdam : North-Holland Publ. Co., 1982. – P. 61-78.
15. Sot H. G. Process and Tools For Decision Support Inferences for Future Developments. / Sot H. G. // Processes and Tools for Decision Support. / Ed. By H. G. Sot. – Amsterdam: North-Holland, Publ. Co., 1983. – P. 1-6.
16. Elam J. J. Knowledge Engineering Concepts for Decision Support System Design and Implementation. / Elam J. J., Henderson J. C. // Inform and Management. – 1983. – № 6. – P. 109-114.
17. Овчинников Н. Д. Психофизиологические критерии оценки надежности уровня безопасности и надежности деятельности человека в экстремальных ситуациях. Основы психофизиологии экстремальной деятельности / Овчинников Н. Д., Егозина В. М. // Под. ред. доктора мед. наук проф. А. И. Блеера, – М. : Алита Прес, 2006, 380 с.
18. Репозиторий БГУИР [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://libeldoc.bsuir.by/bitstream/123456789/12259/3/>

#### REFERENCES

1. Evdokimenko V. P. Computer technologies of data collection and processing of medical and biological research. Moscow, MAI, 2005. – 419 p.
2. Abuhayev Sh. T. How to avoid mistakes when purchasing MIS: practice. recommendations for the guide. health care and head doctors / Sh. T. Abushayev // Health manager. 2010. – No. 10. – P. 40-51
3. Analysis of Russian experience in the implementation of information systems [Electronic resource] / Ministry of Communications and Mass Communications of the Russian Federation – Access mode: [inforegion.ru/continion/img/uploaded/document/gov\\_II\\_russia\\_experience.doc](http://inforegion.ru/continion/img/uploaded/document/gov_II_russia_experience.doc) (reference date 02.11.15)
4. Larichev O. I. Systems of decision-making support: the present state and development prospects / Larichev O. I., Petrovsky A. V. // Outputs science and technology. – M. : VINITI, 1987. T. 21, with. 131-164.
5. Sprague R. N. A Framework for Research on Decision Support Systems / Sprague R. H. // Decision Support Systems: Issues an Challenges. Ed. By G. Fick and R. H. Sprague. – Oxford : Pergamon Press, 1980. – P. 5-22.
6. Sprague R. H. A Framework for Research on Decision Support Systems / Sprague R. H. // MIS Quarterly. – 1980. – 4., No. 4. – P. 9-13.
7. Antonyuk B. D. Development of expert systems of artificial intelligence in the USA. – М. : VNIISI, 1985. – 77 p.
8. Alekseeva E. F., Expert systems – the state and prospects. / Alekseeva E. F., Stefanyuk V. L. // Technical Cybernetics. – 1984, No. 5. – with. 153-167.
9. Blanning R. W. Management Applications of Expert Systems / Blanning R. W. // Inform and Management. – 1984 – 7th. – P. 311 – 316.

10. Ford F. N. Decision Support Systems and Expert Systems: A Comparison / Ford F. N. // Inform and Management. – 1985. – 8. – P. 21-26.
11. Expert systems (EC): concept, purpose, architecture, distinctive features. Classification of ES. [Electronic resource]. – Access mode: [www.daxnow.narod.ru/index/0-17](http://www.daxnow.narod.ru/index/0-17)
12. Bonczek R. N. Foundation of Decision Support Systems. / Bonczek R. H., Holsapple C. W., Whinston A. B. // – N. Y. : Academic Press, 1981. – 393 p.
13. Fox M. S. Knowledge Representation for Decision Support. // Knowledge Representation for Decision Support Systems. Ed. By L. B. Methlie and R. H. Sprague. – Amsterdam: North-Holland Publ. Co., 1985. – P. 3-26.
14. Bonczek R. H. The Evolution from MIS to DSS: Extention of the Data Manegment to Model Manegment / Bonczek R. H., Holsapple C. W., Whinston A. // Decision Support Systems. Ed. By M. J. Ginzberg, W. Reitman, E. A. Stohr. – Amsterdam: North-Holland Publ. Co., 1982. – P. 61-78.
15. Sot H. G. Process and Tools for Decision Support Inferences for Future Developments. / Sot H. G. // Processes and Tools for Decision Support. / Ed. By H. G. Sot. – Amsterdam: North-Netherlands, Publ. Co., 1983. – P. 1-6.
16. Elam J. J. Knowledge Engineering Concepts for Decision Support System Design and Implementation. / Elam J. J., Henderson J. C. // Inform and Management. – 1983. – № 6. – P. 109-114.
17. Ovchinnikov ND Psychophysiological criteria for assessing the reliability of the level of safety and reliability of human activities in extreme situations. Fundamentals of psychophysiology of extreme activity / Ovchinnikov N. D., Gogozina V. M. // Pod. Ed. doctor honey professor AI Bleira, Moscow: Alyta Press, 2006, 380 pp.
18. Repository BSUIR [Electronic resource] Access mode: <http://libeldoc.bsuir.by/bitstresm/123456789/12259/3/>

Надійшла до редакції 28.12.2017 р.

**ПАВЛОВ СЕРГІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ** – д.т.н., професор, проректор з наукової роботи ВНТУ, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна.

**ТИМЧИК СЕРГІЙ ВАСИЛЬОВИЧ** – к.т.н., доцент, доцент каф. БМІ, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна.

**БАЧИНСЬКИЙ МИХАЙЛО ВОЛОДИМИРОВИЧ** – к.т.н., доцент, доцент кафедри біотехнічних систем ТНТУ ім. Івана Пулюя, м. Київ, Україна.

**ЯКУБОВСЬКА СОФІЯ ВОЛОДИМИРІВНА** – асистент, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна.