

$$s_4^0 = \arg \min_{s \in S^*} (\bar{C}(s) : \bar{Q}(s) \geq \bar{Q}^*). \quad (10)$$

Висновки. Системна концепція синтезу СОУП у вигляді моделей (1)-(10) є досить загальна, та становить принципи декомпозиції на часткові задачі. Для отримання по ним рішень потрібна їх деталізація і конкретизація. Проблема структурного синтезу СОУП є багатогранною, включає комплекси задач вибору оргструктур і рівня функціональних повноважень офісу, технології реалізації ПУП, встановлення комунікаційних зв'язків між ними, вибору місця розташування, підбір кваліфікованих виконавців, всесторонньої оцінки і вибору варіантів рішень на різних етапах життєвого циклу програми.

Список літератури: 1. Клар, Л. Системология. Автоматизация решения системных задач [Текст] / Л. Клар. – М.: Радио и связь, 1990. – 544 с. 2. Овезгельдыев, А. О. Синтез и идентификация моделей многофакторного оценивания и оптимизации [Текст] / А. О. Овезгельдыев, Э. Г. Петров, К. Э. Петров. – К.: Наукова думка, 2002. – 164 с. 3. Автоматизированные системы управления городским хозяйством [Текст] / И. В. Кузьмин, Э. Г. Петров, И. А. Алферов и др.; под ред. В. М. Глушкова. – К.: Будівельник, 1978. – 144 с. 4. Ильин, Н. А. Структура сетей телеуправляемых комплексов и АСУ [Текст] / Н. А. Ильин, А. Кабальеро. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 56 с. 5. Советов, Б. Я. Построение сетей интегрального обслуживания [Текст] / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. – Л.: Машиностроение, 1990. – 332 с. 6. Основы системного анализа и проектирования АСУ [Текст] / А. А. Павлов, С. Н. Гриша, В. Н. Томашевский и др.; под общ. ред. А. А. Павлова. – К.: Вища школа, 1991. – 368 с. 7. Илюш-

ко, В. М. Методы и модели информационной технологии проектирования метасистем: дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.06 [Текст] / Илюшко Виктор Михайлович. – Х., 1998. – 451 с. 8. Илюшко, В. М. Системное моделирование в управлении проектами: монография [Текст] / В. М. Илюшко, М. А. Латкин. – Х.: Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», 2010. – 220 с. 9. Цыркун, Л. Д. Структура многоуровневых и крупномасштабных систем. Синтез и планирование развития [Текст] / Л. Д. Цыркун, В. К. Акинфиев. – М.: Наука, 1993. – 160 с. 10. Справочник по функционально-стоимостному анализу [Текст] / А. П. Ковалев, Н. К. Моисеева, В. В. Сысун и др.; под ред. М. Г. Карпунина. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 432 с.

Bibliography (transliterated): 1. Klyr, L. (1990). Systemology. Avtomatyzatsiya resheniya systemnykh zadach. Radyo i svyaz, 544. 2. Ovezheldyev, A. O., Petrov, E. Gh., Petrov, K. E. (2002). Syntez y ydentyfikatsiya modelej mnohofaktornogo ocenivaniya y optymyzatsyy. – Naukova dumka, 164. 3. Kuzjmin, Y. V., Petrov, E. Gh., Alferov, Y. A. y dr. (1978). Avtomatyzirovannye systemy upravleniya ghorodskym khozajstvom. Budivelnjnyk, 144. 4. Ilyn, N. A., Kabalero, A. (1985). Struktura setej teleupravljajemykh kompleksov y ASU. Enerhoatomizdat, 56. 5. Sovetov, B. Ja. Jakovlev, S. A. (1990). Postroyeniye setej intehralnoho obsluzhivaniya. Mashynostroeniye, 332. 6. Pavlov, A. A., Hrysha, S. N., Tomashevskiy, V. N., y dr. (1991). Osnovy systemnoho analiza i proektyrovaniya ASU. Vysha shkola, 368. 7. Yljushko, V. M. (1998). Metody i modely informatsionnoy tehnolohyy proektyrovaniya metasytem. dys.d-ra techn. nauk: 05.13.06, 451. 8. Yljushko, V. M. Latkyn, M. A. (2010). Systemnoe modelyrovaniye v upravlenyy proektamy. Natsionalny aerokosmycheskyy unyversytet im. N. E. Zhukovskoho «ХАИ», 220. 9. Cyvrkun, L. D. Akynfyev, V. K. (1993). Struktura mnohourovnevnykh y krupnomashtabnykh system. Syntez y planyrovaniye razvytyiya. Nauka, 160. 10. Kovalev, A. P., Moiseeva, N. K., Sysun V. V. y dr. (1988). Spravochnyk po funktsionalno-stoymostnomu analyzy. Fynansy i statystyka, 432.

Надійшла (received) 20.10.2015

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Петренко Юрій Антонович – доктор технічних наук, доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, професор кафедри «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»; вул. Петровського, 25, м. Харків, 61002, тел.: 097-331-90-81; e-mail: ua_petrenko@mail.ru.

Петренко Юрий Антонович – доктор технических наук, доцент, Харьковский национальный автомобильно-дорожний университет, профессор кафедры «Автоматизация и компьютерно-интегрированные технологии»; ул. Петровского, 25, г. Харьков, 61002, тел.: 097-331-90-81; e-mail: ua_petrenko@mail.ru.

Petrenko Yuriy Antonovich - doctor of technical sciences, associate professor, Kharkiv National Automobile and Highway University, professor of the department «Automation and computer-integrated technologies»; vul. Petrovskogo, 25, Kharkiv, 61002, tel. : 097-331-90-81; e-mail: ua_petrenko@mail.ru.

УДК 004.93.673:61

С. В. ЯКУБОВСКАЯ, В. В. НИКОНОВ, А. П. ПОРВАН, А. И. ДОВНАРЬ, Е. И. ЧИЖИК

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИСХОДА ИНФАРКТА МИОКАРДА

В статье предложена автоматизированная система определения исхода инфаркта миокарда, которая позволяет определить вероятность летального исхода и предупредить внезапную коронарную смерть по данным клинико-инструментальных и клинико-лабораторных исследований на основе методов анализа выживаемости и вербального анализа. Для автоматизации учета больных с диагнозом «Инфаркт миокарда» и организации хранения данных предложена концептуальная модель базы данных. Предлагаемая система может быть использована в медицинских государственных и коммунальных учреждениях кардиологического профиля, а также в учебных заведениях при подготовке студентов-медиков.

Ключевые слова: автоматизированная система, инфаркт миокарда, коронарная смерть, база данных, анализ выживаемости.

Введение. Проблема повышения эффективности лечения больных инфарктом миокарда (ИМ) является одной из центральных в современной кардиологии и имеет огромное медико-социальное значение. Последние десятилетия характеризуются неблагоприятной динамикой показателей сердечно-сосудистой заболеваемости и смертности практически во всех странах мира, включая Украину. По оценкам ученых, в 2013 году от сердечно-сосудистых заболеваний умерло 17,3 миллиона человек,

что составило 30 % всех случаев смерти в мире, из них 7,3 миллиона от ишемической болезни сердца, включая ИМ, а к 2030 году прогнозируется, что эта цифра составит около 23,6 миллионов человек. При этом в Украине 40 % смертей приходится на людей трудоспособного возраста – 25-64 лет, а распространенность болезней сердца и сосудов в основном зависит от образа жизни и факторов

© С. В. Якубовская, В. В. Никонов, А. П. Порван, А. И. Довнар, Е. И. Чижик. 2015

риска, изменение которых может замедлить развитие заболевания как до, так и после появления клинических симптомов [1–4].

Анализ литературных источников и постановка проблемы. В последние годы активное внедрение в медицину методов математического моделирования и создания автоматизированных систем существенно расширило возможности диагностики и терапии заболеваний. Одной из разновидностей медицинских диагностик является нозологическая постановка или обоснование конкретного диагноза на основе имеющейся клинической и параклинической информации с использованием различных средств автоматизации [5, 6]. В свою очередь применение таких средств сопряжено с регистрацией, обработкой и анализом множества специфических диагностических признаков, что приводит к большим временным затратам и информационной перегрузке специалистов. Кроме того, для определения исхода ИМ врачу приходится использовать не только свой опыт, но и сложные диагностические методики, которые уже сами по себе требуют определенного уровня автоматизации. Соответственно, одним из важных аспектов является разработка автоматизированной системы, позволяющей оперативно производить оценку состояния сердечно-сосудистой системы (ССС) с целью своевременного прогноза исхода заболевания и назначения лечебно-профилактических мероприятий, что особо важно в острый и острейший периоды ИМ.

На сегодняшний день широкое применение для решения диагностических и прогностических задач в медицине получили вероятностные методы, основанные на Байесовском подходе [7]. Данные методы успешно применяются и для выявления ряда кардиологических заболеваний. Однако данная группа методов чувствительна к форме представления диагностической информации, а использование стратегии постановки диагноза на основе данного подхода не позволяет предупредить внезапную коронарную смерть и определить критический период после перенесенного ИМ, что снижает качество дальнейших лечебно-профилактических мероприятий.

Малочувствительным к форме представления признаков является применяемый в медицинских системах последовательный статистический анализ Вальда [8]. По математической основе он близок к вероятностным методам и представляет последовательную процедуру обследования, при которой достигается выбранный уровень вероятности диагноза или прогноза как по результатам оценки качественных, так и количественных показателей. Недостатком данного вида анализа является отсутствие возможности определения дальнейшего развития заболевания.

Также широкое применение в системах прогнозирования ИМ нашел логико-вероятностный алгоритм [9]. В нем используется значение условной вероятности появления признаков (клинико-инструментальных или клинико-лабораторных), характерных для того или иного заболевания и его априорная вероятность, что обеспечивает распознавание болезней по таблицам-матрицам, содержащим набор диагнозов или исходов. Недостатком данного алгоритма является учет только стохастической информации и отсутствие возможности определения исхода заболевания по имеющимся фактическим количественным и качественным показателям, что снижает точность прогноза исхода ИМ.

Существуют методы прогнозирования ИМ с учетом локализации процесса и степени поражения, на основе результатов работы многослойной полносвязной нейронной сети с прямым распространением сигнала и нелинейными функциями активации [10]. Недостатком этого метода является нестабильность при работе с данными, полученными из разных регионов и чувствительность к форме их представления.

Среди автоматизированных систем и комплексов, позволяющих диагностировать ИМ с учетом локализации процесса и степени поражения заслуживает внимания российская система «Валента®», позволяющая проводить исследования по нескольким методикам с формированием заключения и прогноза исхода заболевания по качественным показателям ЭКГ и результатам осмотра пациента, но не дает оценки клинической картины в целом [11].

Известный кардиологический телеметрический комплекс «UNET» предназначен для ЭКГ-диагностики работы сердца, выявления патологических нарушений сердечного ритма с дальнейшим углубленным анализом параметров ЭКГ и определением возможной вероятности ухудшения состояния [12]. При этом не определяется исход заболевания или возможные варианты его развития.

Одним из современных автоматизированных комплексов, используемых в кардиологии является «BTL CardioPoint», имеющий программное решение, объединяющее ЭКГ и стресс тест в единую платформу, и позволяющий по результатам мониторинга оценить риск возникновения ИМ и летального исхода от него [13]. Однако, данная система позволяет оценить этот риск только в результате длительного мониторинга, что неприемлемо при остром и острейшем ИМ, а постановка диагноза осуществляется только на основании ЭКГ и не включает результаты лабораторных исследований, что сказывается на качестве диагностики и прогнозирования исхода заболевания.

Таким образом, разработка автоматизированной системы определения исхода ИМ, которая позволила бы определить вероятностную летальность исхода и предупредить внезапную коронарную смерть с учетом указанных недостатков, является актуальной научной и практической задачей.

Цель работы. Проблема автоматизации определения исхода ИМ является весьма сложной и связана с тем, что большинство диагностических параметров отличаются как по виду, так и структуре и информативности. Это накладывает свои ограничения как на анализ и хранение регистрируемых данных, так и структуру системы в целом [14]. Целью работы является разработка автоматизированной системы определения исхода ИМ на основе результатов обследования пациента, позволяющей определить вероятность и предупредить внезапную коронарную смерть.

Разработка автоматизированной системы определения исхода инфаркта миокарда. В настоящее время большое внимание уделяется построению медицинских автоматизированных систем и комплексов диагностики состояния организма человека с использованием ЭВМ. Такие системы могут применяться как для диагностики заболеваний отдельных органов и систем организма, так и для прогноза течения данных заболеваний [15].

Нами розроблена автоматизована система, що дозволяє реєструвати, обробляти та аналізувати велику кількість діагностички важливої, узкоспеціалізованої інформації про пацієнтів з ІМ, а також прогнозувати стан наслідку захворювання у пацієнта, що особливо важливо в гострий і гостріший період для подальшого визначення тактики лікування.

Розроблена система (рис. 1) складається з двох підсистем: біологічної та технічної.

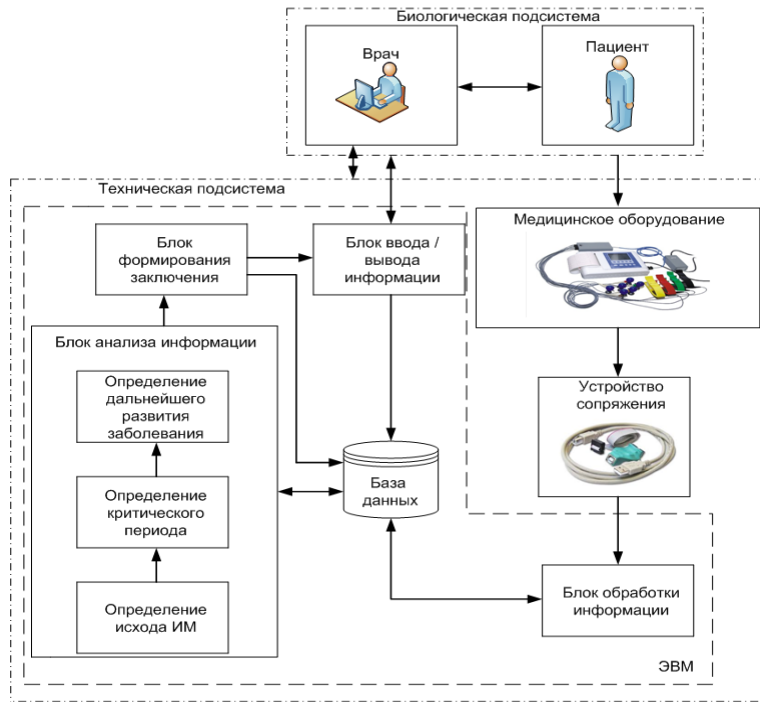


Рис. 1 – Структурна схема автоматизованої системи визначення наслідку інфаркту міокарда

Біологічна підсистема включає в себе лікаря та пацієнта, а технічна – медичне обладнання, пристрій сопряження, блок введення інформації та блок виведення інформації, базу даних (БД), блок обробки інформації, блок аналізу інформації, блок формування висновку.

Система працює наступним чином. Лікар, після прийняття пацієнта в інфарктне відділення проводить його огляд і збирає дані анамнезу, які надходять через блок введення інформації в БД. Як блок введення інформації виступає клавіатура. Далі лікар проводить діагностику стану пацієнта ССС з використанням електрокардіографа. Для організації обміну інформацією між медичним обладнанням та ЕВМ передбачено пристрій сопряження на базі інтерфейсу RS-232.

Паралельно проводиться збір крові пацієнта для проведення клініко-лабораторних досліджень, результати яких також через блок введення інформації надходять в БД.

БД дозволяє вести облік хворих з діагнозом «Інфаркт міокарда», а також зберігати результати проведення клініко-лабораторних та клініко-інструментальних досліджень (рис. 2).

Інформація в БД зберігається в взаємозв'язаних таблицях «Карта», «Епікриз», «ЕКГ», «Сахар крові», «Клінічний аналіз крові», «Біохімія крові», «Моча», «Кровь на електроліти», «Свертываемость крови» та «Мікроскопія осадка», «Температурний лист», «ПатоДіагноз», «Лист призначень», «Карта реанімації» в упорядкованому вигляді. Цілісність даних в кожній таблиці забезпечена первинним ключем.

Далі, вся отримана інформація з БД надходить в блок аналізу інформації, в якому на основі результатів ЕКГ, клінічного, біохімічного та коагулографічного аналізів крові пацієнта з ІМ проводиться короткотерміновий прогноз його стану, оснований на способі прогнозування летального наслідку ІМ [17]. На основі методів аналізу виживаємості проводиться визначення тривалості життя та критичного періоду для пацієнта після перенесеного гострого інфаркту міокарда [18]. Прогноз подальшого розвитку захворювання, побудований за допомогою вербального аналізу, а саме методу ординальної класифікації, дозволяє визначити, чи виникне рецидив ІМ у пацієнта, чи закінчиться він летальним наслідком чи ні [19].

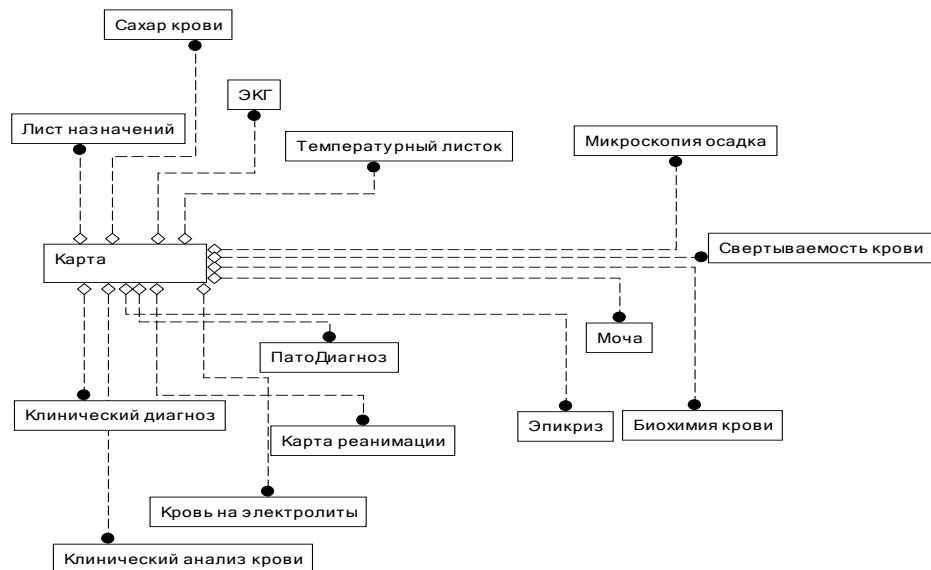


Рис. 2 – Концептуальна модель бази даних

На последнем этапе полученная информация формируется в виде текстового документа и через блок вывода информации передается врачу для осмысления и принятия правильного решения.

Выводы. Таким образом, нами была разработана автоматизированная система определения исхода инфаркта миокарда, которая позволяет по результатам проведения инструментальных и лабораторных исследований с использованием методов анализа выживаемости и выявлении экспертных знаний определить вероятность внезапной коронарной смерти, что дает возможность повысить эффективность проведения лечебно-профилактических мероприятий и снизить смертность.

Предлагаемая система может быть использована в медицинских государственных и коммунальных учреждениях кардиологического профиля, а также в учебных заведениях при подготовке студентов-медиков.

Список литературы: 1. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ukrstat.gov.ua/> 2. Артюнов, Т. П. Неосложненный острый инфаркт миокарда с элевацией сегмента ST. Современные стандарты диагностики и лечения [Текст] / Т. П. Артюнов, А. В. Розанов // Сердце. – 2005. – Т.4, №2 (20). – С. 109-112. 3. Щорична доповідь про результати діяльності системи охорони здоров'я України. 2011 рік [Текст] / за ред. П. В. Богатирьової. – К., 2012. – 570 с. 4. Assiri, A. Chronic lymphocytic leukemia involving the coronary arteries with accompanying acute myocardial infarction [Text] / A. Assiri, M. Lamba, J. Veinot // Cardiovascular Pathology. – 2009. – Vol.14, N.6. – P. 324–326. 5. Donald, M. Lloyd-Jones. Cardiovascular Risk Prediction. Basic Concepts, Current Status, and Future Directions [Text] / Donald M. Lloyd-Jones. // Circulation of American Heart Association. – 2010. – № 121. – P. 1768–1777. 6. Электронное справочное руководство для врача скорой медицинской помощи. Инфаркт миокарда [Электронный ресурс] / Большая медицинская библиотека. – Режим доступа: <http://www.med2000.ru/cito/cor.htm> 7. Битюкова, В. В. Принципы разработки автоматизированной системы диагностики заболеваний [Текст] / В. В. Битюкова, Е. А. Сидоренко, Б. Л. Гуртовой // Вестник ТГТУ. – 2003. – Т.9., № 2. – С. 204–209. 8. Кочетов, А. Г. Методы статистической обработки медицинских данных [Текст] / А. Г. Кочетов, О. В. Лянз, В. П. Масенко, И. В. Жиров. – М.: РКНПК, 2012. – 42 с. 9. Ступелис, И. Г. Прогнозирование в кардиологии [Текст] / И. Г. Ступелис, А. В. Струтинский. – Вильнюс: Арисмос, 2004. – 163 с. 10. Збыковский, И. Е. Проектирование СКС эволюционно-нейросетевого диагностирования заболеваний сердца [Электронный ресурс] / И. Е. Збыковский. – Режим доступа: <http://ea.dgtu.donetsk.ua:8080/bitstream/123456789/6801/1/Zbykovskiy.pdf>. 11. Постнова, Т. Б. Информационно-диагностические системы в медицине [Текст] / Т. Б. Постнова. – М.: Наука, 2003. – 407 с. 12. ООО "Никатор". Телеметрический кардиологический комплекс UNET [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nikator.in.ua/p36690587-telemetricheskij-kardiologicheskij-kompleks.html> 13. Электрокардиограф BTL-08 SD3 с программным обеспечением стресс-теста [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bt.ua/products-spirometry-spirometry-btl-cardioint-spiro>. 14. Кулик, С. Д. Методы и средства повышения эффективности информационных систем [Текст] / С. Д. Кулик, Д. А. Никонен, К. И. Ткаченко, И. А. Лукьянов // Журн. Радиотехника. – 2011. – Т.1. – С. 56–62. 15. Кобринский, Б. А. Медицинская информатика. Учеб. для студ. высш. учеб. заведений [Текст] / Б. А. Кобринский, Т. В. Зарубина - М.: Академия, 2009. – 192 с. 16. Информационная система прогнозирования исхода инфаркта миокарда [Текст] / Е. В. Высоцкая, С. В. Якубовская [и др.] // Сборник научных трудов 23-й Международной научно-практической конференции MicroCAD 2015 «Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье. – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2015. – Т. III. – С. 35. 17. Спосіб прогнозування летального кінця інфаркту міокарда лівого шлуночка передньої локалізації [Текст] / А. І. Бих, О. В. Высоцька, В. В. Ніконов, С. В. Якубовська. – Пат. № 56702 UA, МПК G01N 33/573, G01N 33/53; заявник і патентовласник ХНУРЕ. – № Заявка u201008107, заявл. 29.06.2010.; опубл. 25.01.2011, Бул. № 2. 18. Нущнова, С. В. Определение функций выживания и рисков коронарной смерти пациентов с инфарктом миокарда [Текст] / С. В. Нущнова, А. И. Бых, В. В. Никонов, Е. В. Высоцкая // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2009. – №4/8 (40). – С. 11–15. 19. Ларичев, О. И. Вербальный анализ решений [Текст] / О. И. Ларичев. – М.: Наука, 2006. – 181 с.

Bibliography (transliterated): 1. Derzhavna sluzhba statistiki Ukraini. Available at: <http://www.ukrstat.gov.ua> 2. Arutyunov, G. P., Rozanov, A. V. (2005) Neoslozhnenny ostryy infarkt miokarda s elevatsiyey segmenta ST. Sovremennyye standarty diagnostiki i lecheniya. Serdtse, T.4, №2 (20), 109–112. 3. Bogatirova, R. V. (2012). Shchorichna dopovid' pro rezultati diyal'nosti sistemi okhoroni zdorov'ya Ukraini. 2011 rik. Kyiv, 570. 4. Assiri, A., Lamba, M., Veinot, J. (2009). Chronic lymphocytic leukemia involving the coronary arteries with accompanying acute myocardial infarction. Cardiovascular Pathology, Vol.14, N.6, 324–326. 5. Lloyd-Jones, Donald, M. (2010). Cardiovascular Risk Prediction. Basic Concepts, Current Status, and Future Directions. Circulation of American Heart Association, 121, 1768–1777. 6. Elektronnoye spravochnoye rukovodstvo dlya vracha skoroy meditsinskoj pomoshchi. Infarkt miokarda. Bol'shaya meditsinskaya biblioteka. Available at: <http://www.med2000.ru/cito/cor.htm> 7. Bityukova, V. V., Sidorenko, Ye. A., Gurtovoy, B. L. (2003). Printsipy razrabotki avtomatizirovannoy sistemy diagnostiki zabolevaniy. Vestnik TGTU, T.9, № 2, 204–209. 8. Kochetov, A. G., Lyang, O. V., Masenko, V. P., Zhiron, I. V. (2012). Metody statisticheskoy obrabotki meditsinskikh dannykh. Moscow: RKNPK, 42. 9. Stupelis, I. G., Strutyanskiy, A. V. (2004). Prognozirovaniye v kardiologii. Vilnyus: Arismos, 163. 10. Zbykovskiy, I. Ye. Proyektirovaniye SKS evolyutsionno-neyrosetevogo diagnostirovaniya zabolevaniy serdtsa. Available at: <http://ea.dgtu.donetsk.ua:8080/bitstream/123456789/6801/1/Zbykovskiy.pdf>. 11. Postnova, T. B. (2003). Informatsionno-diagnosticheskiye sistemy v meditsine. Moscow: Nauka, 407. 12. ООО "Nikator". Telemetricheskij kardiologicheskij kompleks UNET. Available at: <http://nikator.in.ua/p36690587-telemetricheskij-kardiologicheskij-kompleks.html> 13. Elektrokardiograf BTL-08 SD3 s programmym obespecheniyem stress-testa. Available at: <http://bt.ua/products-spirometry-spirometry-btl-cardioint-spiro>. 14. Kulik, S. D., Nikonets, D. A., Tkachenko, K. I., Luk'yanov, I. A. (2011). Metody i sredstva povysheniya effektivnosti informatsionnykh sistem. Radiotekhnika, T.1., 56–62. 15. Kobrinskiy, B. A., Zarubina, T. V. (2009). Meditsinskaya informatika. Ucheb. dlya stud. vyssh. ucheb. zavedeniy. Moscow: Akademiya. 192. 16. Vysotskaya, Ye. V., Yakubovskaya, S. V. (2015). Informatsionnaya sistema prognozirovaniya iskhoda infarkta miokarda. Sbornik nauchnykh trudov 23 Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii 'MicroCAD' 2015 «Informatsionnyye tehnologii: nauka, tekhnika, tekhnologiya, obrazovaniye, zdorov'ye». Kharkov: NTU «KHPi», T.III. 35. 17. Bikh, A. I., Visots'ka, O. V., Nikonov, V. V., Yakubov'ska, S. V. (2011). Spisib prognozuvannya leta'nogo kintsya infarktu miokarda livogo shlunochka peredn'oi lokalizatsii. Patent № 56702 UA, MPK G01N 33/573, G01N 33/53; zayavnik i patentovlasnik KHNURE. № Zayavka u201008107, zayavl. 29.06.2010.; opubl. 25.01.2011, Byul. № 2. 18. Nushnova, S. V., Bykh, A. I., Nikonov, V. V., Vysotskaya Ye. V. (2009). Opredeleniye funktsiy vyzhivaniya i riskov koronarnoy smerti patsiyentov s infarktom miokarda. Vostochno-Yevropeyskiy zhurnal peredovykh tekhnologiy, 4/8 (40), 11–15. 19. Larichev, O. I. (2006). Verbal'nyy analiz resheniy. Moscow: Nauka, 181.

Поступила (received) 16.10.2015

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the authors

Якубовская София Владимировна – аспирант, Харьковский национальный университет радиоэлектроники; кафедра биомедицинской инженерии, пр. Ленина, 14, г. Харьков, Украина, 61166; тел.: 068-061-38-43;

Якубовська Софія Володимирівна – аспірант, Харківський національний університет радіоелектроніки; кафедра біомедичної інженерії, пр. Леніна, 14, м. Харків, Україна, 61166; тел.: 068-061-38-43; e-mail: sofi_star@mail.ru.

Yakubovskaya Sofia – post-graduate student, Kharkiv National University of Radioelectronics; Department of Biomedical Engineering, Lenin Ave., 14, Kharkiv, Ukraine, 61166; tel.: 068-061-38-43; e-mail: sofi_star@mail.ru.

Никонов Вадим Владимирович – доктор медицинских наук, Харьковская медицинская академия последипломного образования; профессор, заведующий кафедры медицины неотложных состояний, медицины катастроф и военной медицины; ул. Корчагинцев, 58, г. Харьков, Украина, 61176; тел.: 050-970-94-76; e-mail: sofi_star@mail.ru.

Ніконов Вадим Володимирович – доктор медичних наук, Харківська медична академія післядипломної освіти; професор, завідувач кафедри медицини невідкладних станів, медицини катастроф і військової медицини, вул. Корчагинців, 58, м. Харків, Україна, 61176; тел.: 050-970-94-76; e-mail: sofi_star@mail.ru.

Nikonov Vadim – Doctor of Medicine, Kharkiv Medical Academy of Postgraduate Education; Professor, Head of Department medicine of emergency conditions, disaster medicine and military medicine, Korshagintsev st., 58, Kharkiv, Ukraine, 61176; tel.: 050-970-94-76; e-mail: sofi_star@mail.ru.

Порван Андрей Павлович – кандидат технических наук, Харьковский национальный университет радиоэлектроники; старший научный сотрудник кафедры биомедицинской инженерии, пр. Ленина, 14, г. Харьков, Украина, 61166; тел.: 066-294-06-70; e-mail: porvan_a_p@mail.ua.

Porvan Andrii Pavlovich – кандидат технічних наук, Харківський національний університет радіоелектроніки; старший науковий співробітник кафедри біомедицинської інженерії, пр. Леніна, 14, м. Харків, Україна, 61166;

Porvan Andrei – PhD, Kharkov National University of Radioelectronics; Senior Research Department of Biomedical Engineering, Lenina Ave., 14, Kharkiv, Ukraine, 61166; tel.: 066-294-06-70; e-mail: porvan_a_p@mail.ua.

Довнар Александр Иосифович – кандидат технических наук, Харьковский национальный университет радиоэлектроники; доцент кафедры Биомедицинской инженерии, пр. Ленина, 14, г. Харьков, Украина, 61166;

Довнар Олександр Йосипович – кандидат технічних наук, Харківський національний університет радіоелектроніки; доцент кафедри Біомедицинської інженерії, пр. Леніна, 14, м. Харків, Україна, 61166;

Dovnar Alexander – Ph.D., Kharkiv National University of Radioelectronics; Associate Professor Department of Biomedical Engineering, Lenina Ave., 14, Kharkiv, Ukraine, 61166; tel.: 067-575-75-16; e-mail: dov-alexandr@yandex.ua.

Чижик Елена Игоревна – студентка, факультет Электронной техники, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, пр. Ленина, 14, г. Харьков, Украина, 61166; тел.: 067-574-90-01; e-mail: chizhik_nina@mail.ru.

Chizhik Olena Igorivna – студентка, факультет Електронної техніки, Харківський національний університет радіоелектроніки, пр. Леніна, 14, м. Харків, Україна, 61166; тел.: 067-574-90-01; e-mail: chizhik_nina@mail.ru.

Chizhik Elena – student, Faculty of Electronic Engineering, Kharkiv National University of Radioelectronics, Lenina ave., 14, Kharkov, Ukraine, 61166; tel.: 067-574-90-01; e-mail: chizhik_nina@mail.ru.

УДК 656.222.3

Г. М. СІКОНЕНКО, К. А. МУХОРТОВА

УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ВАГОНОПОТОКІВ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Розглядається організація вагонопотоків з урахуванням наявності вагонів інших держав та компаній операторів. Підвищення дальності прямування поїздів істотно впливає на термін доставки вантажу за рахунок ліквідації переробки на попутних технічних станціях, що особливо важливо відносно вагонів що не належать Укрзалізниці, оскільки плата за їх використання значно вища. Пропонується збільшити транзитність вагонопотоку за рахунок формування неповновагових поїздів із поповненням до повної маси на шляху прямування за умови економічної доцільності згідно із наведеною моделлю. Результати досліджень можуть бути використані при розробці мережевого плану формування поїздів.

Ключові слова: вагонопотік, план формування поїздів, рівень транзитності, власний вагон.

Вступ. Однією із фундаментальних компонент організації перевезень є робочий парк вагонів. В теперішній час доля вагонів що належать компаніям операторам та іншим державам складає 39 %. Питома вага перевезень що здійснюються компаніями-операторами стабільно зростає; згідно звітних даних за 2014р. у вагонах компаній операторів було перевезено понад 73млн. т вантажу що складає 20%. Більшість вагонів операторських компаній (31-32 тис вагонів) належать іноземним державам (Перша вантажна компанія України, Федеральна вантажна компанія). При організації роботи операторські компанії орієнтуються не на показники використання рухомого складу (порожній пробіг, продуктивність, вантажонапруженість), а на доходність у одиницю часу. Виникає парадоксальна ситуація: дії компанії оператора спрямовані на власну вигоду погіршують організацію експлуатаційної роботи залізниць. Даний феномен відображається у вигляді експлуатаційних показників які, традиційно вище для перевезень що здійснюється у вагонах Укрзалізниці у порівнянні компаній операторів. Таким чином однією із актуальних проблем сьогодення для залізниць є удосконалення організації ро-

боти з урахуванням обслуговування великої кількості приватних вагонів.

Аналіз літературних даних та постановка проблеми. Для розрахунку плану формування поїздів Укрзалізницею використовується методика [1] яка базується на фундаментальних методах розрахунку [2,3] які передбачають оцінку варіантів організації прямування вагонопотоків на мережі по витратам приведенних вагоно-годин, власність вагону не враховується.

Розвитком попередніх праць є оцінювання потенціалу транзитності вагонопотоку [4]. Розглядаються можливі варіанти збільшення дальності прямування за рахунок формування групових поїздів.

У роботі [5] обґрунтовується перехід від приведенних вагоно-годин до багатокритеріальної оптимізації на основі часу доставки, вагоно-кілометрів, кількості локомотивів на енерговитратам; вагонопотік вважається однорідним. Дослідження [6, 7] розглядають використання вагонів власності інших держав та компаній операторів при організації вагонопотоків, але не наведено моделей використання вагонів змішаного парку (з урахуванням вагонів власності держави).

© Г. М. Сіконенко, К. А. Мухортова. 2015