УДК 004.94:616.127

С.В. ЯКУБОВСКАЯ
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
Д.Х. ШТОФЕЛЬ, И.А. КРИВОРУЧКО
Винницкий национальный технический университет
Т.А. ЧЕРНЫШОВА
Медицинский центр Национального авиационного университета, г. Киев

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИСХОДА ИНФАРКТА МИОКАРДА

В статье рассмотрен вопрос построения информационной технологии прогнозирования протекания и результата заболевания инфарктом миокарда передней и задней локализации. Использование технологии на основе ранее разработанных математических моделей определения вероятности развития постинфарктного синдрома и прогнозирования рецидивирующего инфаркта миокарда дает врачу дополнительную диагностическую информацию и позволяет принимать оптимальные медицинские решения.

Ключевые слова: информационная технология; инфаркт миокарда; медицинская информационная система; модель; система поддержки принятия решения.

S.V. YAKUBOVSKAYA
Kharkov National University of Radio Electronics
D.H. SHTOFEL, I.A. KRIVORUCHKO
Vinnitsa National Technical University
T.A. CHERNYSHOVA
Medical Center of the National Aviation University, Kiev

INFORMATION TECHNOLOGY FOR PREDICTING THE OUTPUT OF MYOCARDIAL INFARCTION

The article deals with the construction of information technology for predicting the course and outcome of myocardial infarction of anterior and posterior localization. The use of technology on the basis of previously developed mathematical models for determining the probability of developing a postinfarction syndrome and predicting recurrent myocardial infarction provides the physician with additional diagnostic information and allows making optimal medical decisions. One of the problems of cardiology is the timely detection of disorders and latent processes in determining the survival rate of patients with myocardial infarction. Despite the improvements in the technical equipment of medical institutions in Ukraine, there is no reduction in the lethal cases from myocardial infarction. In modern medicine, the main sources of data for diagnosis and prognosis are the results of clinical and instrumental and clinical laboratory tests, the number of which can reach up to a hundred. Despite the constantly evolving information environment, the existing tools and established principles of medical care do not allow to effectively assess the status of patients with MI without involving new information models for determining the outcome of this disease, new methods for determining the development of postinfarction complications. The model for predicting the outcome of MI includes six important processes: "Collecting information", "Processing information about the patient and his disease," "Determining the outcome of myocardial and posterior localization," "Determining the likelihood of developing a post-infarction syndrome," "Predicting relapsing myocardial infarction, "Forming a diagnostic report".

Keywords: *information technology; myocardial infarction; medical information system; model; decision support system.*

Постановка проблемы. По данным Всемирной организации здравоохранения сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) являются ведущей причиной смерти в мире, ежегодно унося 17,3 миллиона человеческих жизней. Ведущее место среди них занимают ишемическая болезнь сердца (ИБС) и инфаркт миокарда (ИМ). При этом в Украине в структуре смертности от болезней системы кровообращения (БСК) лица трудоспособного возраста составляют: от ИБС – 7,4%, острого ИМ – 18,7%, инсультов – 17,4% [1, 2].

Одной из проблем современной кардиологии является своевременное выявление нарушений и скрытых процессов при определении выживаемости пациентов с инфарктом миокарда. Не смотря на улучшения технического оснащения медицинских учреждений Украины, снижение летальных случаев от инфаркта миокарда не наблюдается [3]. В современной медицине для диагностики и прогнозирования основными источниками данных выступают результаты клинико-инструментальных и клинико-лабораторных обследований, количество которых может доходить до ста.

Для автоматизации поддержки принятия решений врачом при прогнозировании исхода заболевания у пациента с инфарктом миокарда необходимо использовать специальные технические средства и вычислительные алгоритмы. Одной из целей прогноза в медицине является обоснование и обеспечение адекватных лечебных мероприятий, направленных на сохранение жизни больного и предотвращения угрожающих ему осложнений [4]. Существующие модели, методы и средства не позволяют определить вероятность развития постинфарктного синдрома, прогнозировать рецидив заболевания с учетом набора критериальных признаков оценки состояния пациента с целью профилактики возникновения новых очагов некроза миокарда [5].

Кроме использования стандартных медицинских методов прогнозирования, одним из способов повышения эффективности профилактики развития осложнений от перенесенного инфаркта миокарда, а также предотвращения летального исхода, является своевременное использование квалифицированным медицинским персоналом современных моделей, методов и средств прогнозирования [6]. Применение таких средств в острый период развития инфаркта миокарда и его последствий позволит своевременно применять

лечебно-профилактические мероприятия, сократить время от появления первых признаков заболевания и постановки правильного диагноза до начала лечения, а также прогнозировать дальнейшее развитие болезни.

Анализ литературы. Прогностическое значение сердечной недостаточности, осложняющей острый инфаркт миокарда, рассмотрено в [7] на обширном шведском материале. В [8] обозначена актуальность прогнозирования развития ИМ, в т. ч. среди пациентов молодого возраста, отмечено увеличение вероятности неблагоприятного исхода в связи с табакокурением. В [9] рассмотрено влияние заболеваний легких на течение ИМ и статистически подтверждено их совместное влияние на неблагоприятный исход. В [10] отмечено, что прогноз течения острого инфаркта миокарда зависит от особенностей клинических проявлений заболевания, возрастных и гендерных характеристик больного, корректности и оперативности диагностики и лечения заболевания. При прогнозировании общей смертности и случаев сердечной недостаточности у пациентов с острым инфарктом миокарда было обнаружено значительное прогностическое значение глобальной продольной деформации левого желудочка, которая составляет более 14% [11]. В [12] показано, что пациенты с ССЗ имели значительно более широкий инфаркт, меньший объем миокарда, больший объем микрососудистой обструкции и более выраженную дисфункцию левого желудочка. Авторы разработали многомерную модель, которая включает клинические и другие прогностические параметры, однако микрососудистая обструкция оставалась единственным значимым предиктором в дополнение к оценке риска тромболиза в ИМ, при чем размер инфаркта и микрососудистая обструкция обеспечивали повышенную прогностическую ценность модели. Проблема прогнозирования исхода инфаркта миокарда рассматривалась для больных сахарным диабетом 2 типа [13], где было показано, что риск смерти таких пациентов повышается в связи с низким функциональным резервом интактного миокарда на фоне адекватно неконтролируемой гипергликемии, артериальной гипертензии, ИБС, диабетической кардиомиопатии, а также почечной дисфункции. В [14] определено, что для мужчин с ИМ наиболее значимыми факторами риска являются курение, нарушения липидного обмена, избыточная масса тела и абдоминальный тип ожирения, а для мужчин пожилого возраста добавляются артериальная гипертензия, гиподинамия, отягощенная наследственность по ИБС и нарушения углеводного обмена с развитием инсулинорезистентности. Для женщин с ИМ наиболее значимыми факторами риска оказались нарушения углеводного обмена (в основном СД 2 типа), артериальная гипертензия, ожирение с развитием его абдоминального типа и нарушения липидного обмена. [15]. Известно, что современная стратегия профилактики ССЗ основана на определении суммарного (общего) риска развития ССЗ и их осложнений [16]. Принципы построения современной медицинской информационной системы и ее общая структура обозначены в [17]. Ранее был обоснован метод прогнозирования исхода инфаркта миокарда [18, 19] и запатентован способ прогнозирования летального исхода ИМ левого желудочка [20]. На их основании разработана соответствующая автоматизированная система прогнозирования [21, 22]. Следующим этапом внедрения полученных результатов является разработка комплексной технологии прогнозирования состояния больных с ССЗ и ИМ.

Цель статьи – разработать информационную технологию прогнозирования протекания сердечно-сосудистых заболеваний и прогнозирования состояния больных с инфарктом миокарда, которая могла бы применяться в системах поддержки принятия решений врачом, а также при оснащении автоматизированных рабочих мест врачей-кардиологов.

Разработка информационной технологии оценивания состояния пациентов с инфарктом миокарда. Несмотря на постоянно развивающуюся информационную среду, имеющийся инструментарий и сложившиеся принципы оказания медицинской помощи не позволяют эффективно осуществлять оценку состояния пациентов с ИМ без привлечения новых информационных моделей определения исхода данного заболевания, новых методов определения развития постинфарктных осложнений.

Ранее были разработаны математические модели определения результата инфаркта миокарда передней и задней локализации с использованием метода дискриминантных функций с учетом биохимических, клинических и коагулографических показателей крови, показателей свертывающей и противодействия свертывания крови человека [18–20]. На основании этих моделей и методов и разрабатывалась информационная технология определения исхода инфаркта миокарда, которая состоит из 6 укрупненных этапов:

Этап 1. Прогнозирование результата ИМ начинается со сбора информации о состоянии пациента, его анамнез жизни и анамнез заболевания, также результаты его клинико-лабораторных и клинико-инструментальных исследований.

Этап 2. Информация о пациенте и его заболевания представляется в структурированном, закодированном виде для дальнейшего формирования данных, необходимых для прогнозирования, в зависимости от локализации инфаркта миокарда.

Этап 3. Прогнозирование результата ИМ проводится по формулам (1) или (2). Множество А определяет пространство состояний пациента:

$$\left|A\right| = \left|K_1\right| \times \left|K_2\right| \times \left|K_3\right| \times \left|K_4\right| \times \left|K_5\right|, \quad (1)$$

где *K1–K5* – значения критериев оценки состояния пациента для прогнозирования рецидивирующего ИМ [20].

$$A = \{a_i\}, \tag{2}$$

где $a_i=(a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}, a_{i4}, a_{i5})$ − векторная оценка i-го состояния пациента, $a_{ij} \in K_i$.

Этап 4. Определение вероятности возникновения постинфарктного синдрома предлагается осуществлять с использованием формулы (4) для оценки функции выживания:

$$S_q(t) = \prod_{j=1}^{j} \frac{n_j - d_j}{n_j}, \tag{3}$$

где n_j – число пациентов, для которых критический момент не наступил до момента времени t_i; d_j – число смертей в момент t_i; q – номер исследуемой группы, $q = 0$ – пациенты с инфарктом миокарда передней локализации; $q = 1$ – пациенты с инфарктом миокарда задней локализации.

Далее определяется вероятность развития постинфарктного синдрома у пациента в зависимости от локализации инфаркта миокарда по методу множественной регрессии Кокса.

Этап 5. Прогнозирование рецидивирующего ИМ предлагается проводить с использованием интерполяционного полинома по формуле

$$f\left(k_{i1}\ldots k_{ij}\ldots k_{zn}\right) = \sum_{i_1=1}^{|K_1|} \ldots \sum_{i_j=1}^{|K_j|} \ldots \sum_{i_n=1}^{|K_n|} b_{i_1\ldots i_j\ldots i_n} k_{i1}^{|K_1|-i_1} \ldots \times \times k_{ij}^{|K_j|-i_j} \ldots \times k_{zn}^{|K_n|-i_n}, \tag{4}$$

где $(k_{i1}\ldots k_{ij}\ldots k_{zn})$ − вектор состояния пациента; $b_{i1\ldots ij\ldots in}$ − коэффициенты при соответствующем члене.

В зависимости от полученного значения функции определяется мера близости к каждому классу. Такая классификация дает ответ, будет ли пациент иметь рецидив заболевания и чем он закончится.

Этап 6. Определение риска внезапной коронарной смерти предлагается осуществлять с использованием методов анализа выживания.

Этап 7. Формирование заключения. На основании информации, которая была получена на этапах 4, 5, 6, врач-кардиолог делает вывод о прогнозе заболевания.

Разработка функциональной модели процесса прогнозирования. Функциональная модель процесса прогнозирования исхода инфаркта миокарда разрабатывалась с использованием демонстрационной версии CASE-средства All Fusion Process Modeler 7 (BPwin), которое поддерживает методологию IDEF0 (функциональная модель), IDEF3 (WorkFlowDiagram) и DFD (DataFlowDiagram).

На первом шаге создания IDEF0-диаграммы были описаны все ее элементы: вход, выход, управление, механизм и принцип работы. На рис. 1 представлена схема функциональной структуры информационной системы прогнозирования исхода инфаркта миокарда.

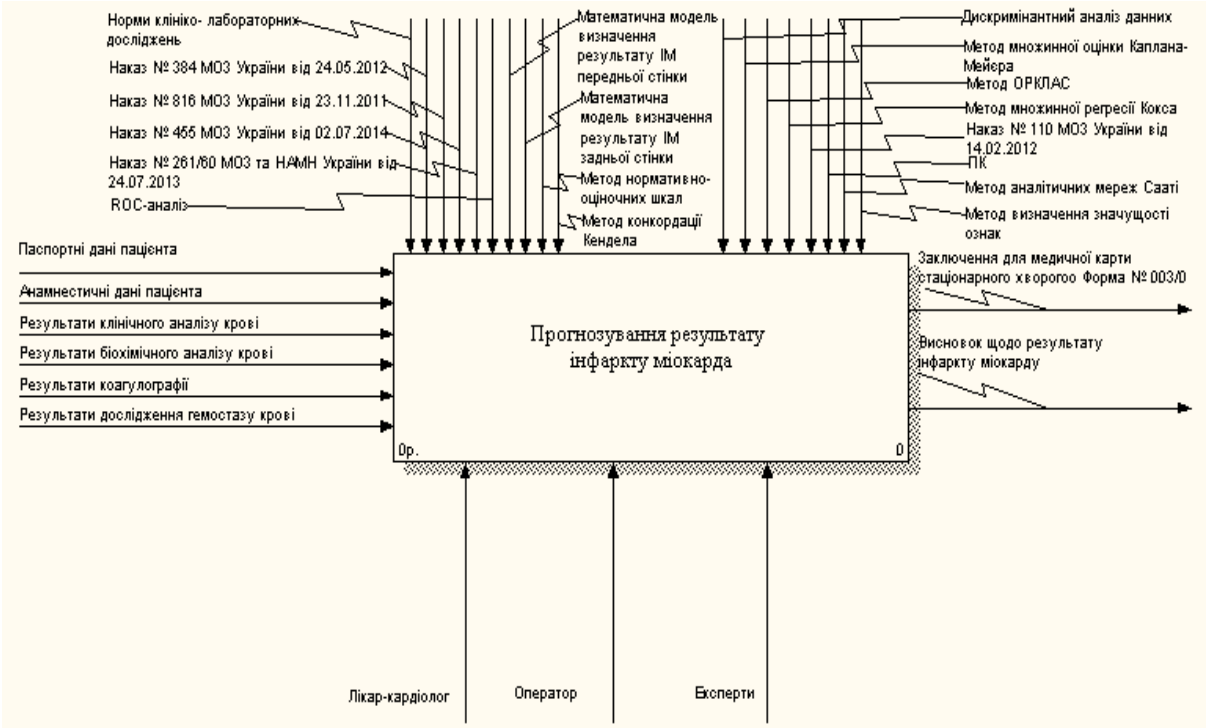

Рис. 1. Схема функциональной структуры информационной системы определения исхода ИМ (контекстная диаграмма)

Для функционирования такой системы необходимы: персональный компьютер (ПК), программно

реализованные методы статистической обработки и анализа медицинских данных (линейный дискриминантный анализ, методы анализа выживаемости), методы вербального анализа решений, результаты показателей клинико-лабораторных исследований, а также, нормативно-справочные документы (приказ № 384 МЗО Украины от 24.05.2012 г. «Про затвердження та впровадження медико-технологічних документів зі стандартизації медичної допомоги при артеріальній гіпертензії», приказ № 816 МЗО Украины от 23.11.2011 г. «Про затвердження та впровадження медико-технологічних документів зі стандартизації медичної допомоги на засадах доказової медицини», приказ МЗО Украины № 455 от 02.07.2014 г. «Про затвердження та впровадження медико-технологічних документів зі стандартизації медичної допомоги при гострому коронарному синдромі з елевацією сегмента ST», приказ МЗО Украины и НАМН Украины № 261/60 от 24.07.2013 г. «Про систему кардіологічної допомоги в закладах охорони здоров'я»).

На вход контекстной диаграммы поступают паспортные и анамнестические данные пациента, результаты клинического анализа крови (уровень содержания эритроцитов, лейкоцитов, лимфоцитов и моноцитов, количество палочкоядерных и сегментоядерных нейтрофилов, уровень гемоглобина и скорость оседания эритроцитов – СОЭ), биохимических анализов крови (уровень ферментов аланинаминотрасферазы (АЛТ) и аспартатаминотрансферазы (АСТ), концентрация мочевины, количество свободного и связанного билирубина), результаты коагулографии и результаты исследования гемостаза крови (содержание фибриногена Б, значение протромбинового индекса и показатель времени рекальцификации плазмы). Анамнестические данные пациента включают: сведения о наличие анемии; типе ИМ, виде сердечной недостаточности, степень гипертонии, наличие сопутствующих заболеваний, вид болевого синдрома.

Для более детального описания информационной системы определения исхода ИМ была разработана диаграмма декомпозиции первого уровня, которая представлена на рис. 2.

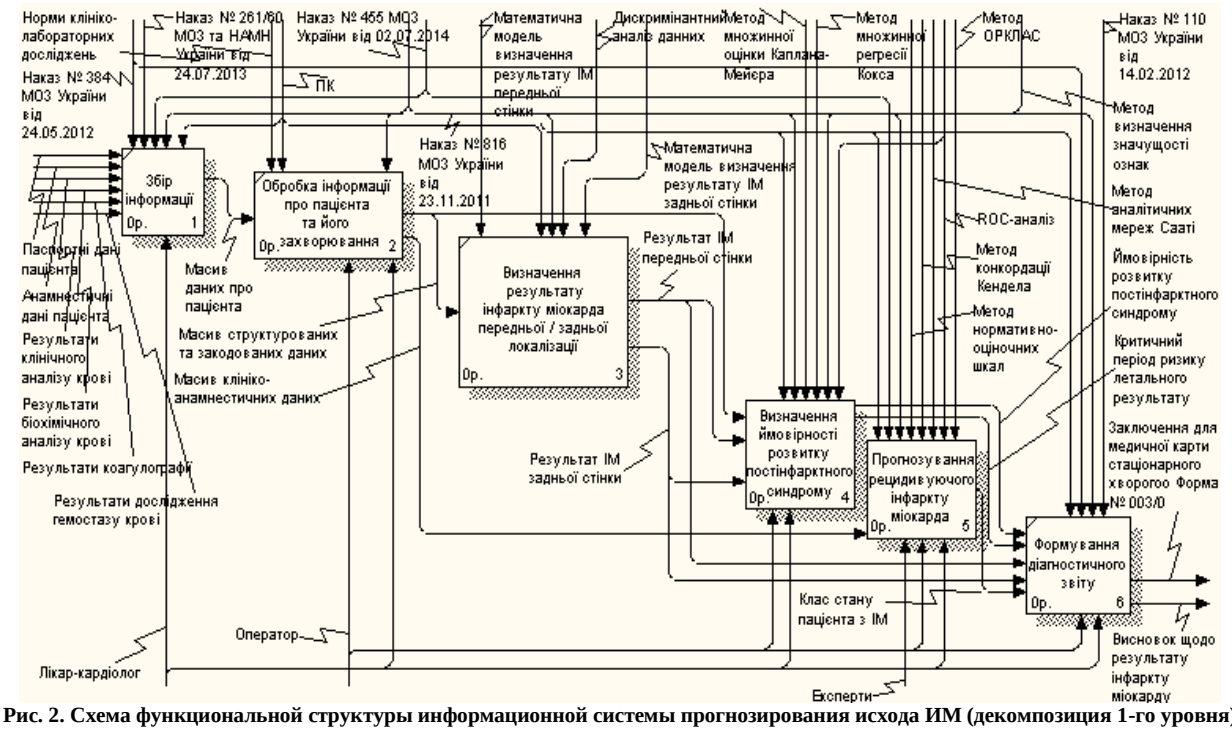

Рис. 2. Схема функциональной структуры информационной системы прогнозирования исхода ИМ (декомпозиция 1-го уровня)

Модель прогнозирования исхода ИМ включает в себя шесть важнейших процессов: «Сбор информации», «Обработка информации о пациенте и его заболевании», «Определение исхода ИМ передней и задней локализации», «Определение вероятности развития постинфарктного синдрома», «Прогнозирование рецидивирующего ИМ», «Формирование диагностического отчета».

На начальном этапе оказания медицинской помощи регистрируются данные результатов клинического и биохимического анализов крови, анамнестические данные пациента, результаты коагулографии и гемеостаза крови, а также паспортные данные пациента. Затем проводится обработка входных показателей, определяется исход ИМ передней или задней локализации, определяется вероятность развития постинфарктного синдрома, а также, прогнозирование рецидивирующего ИМ. В последнем процессе формируется диагностическое заключение и хранятся полученные результаты исхода ИМ.

Результатом работы «Сбор информации» является информация о пациенте, которая приходит на вход работы «Обработка информации о пациенте и его заболевании», результатом которой являются структурированные и закодированные данные.

Работа «Определение исхода инфаркта миокарда передней/задней локализации» получает входные данные с предыдущей работы. А ее результатом являются модели определения исхода инфаркта миокарда передней и задней локализации, на основании которых далее определяется вероятность развития постинфарктного синдрома и прогнозирование рецидивирующего инфаркта миокарда. Эта информация

используется при работе блока «Формирование диагностического отчета», который выдает результаты в медицинской форме № 003/0 – заключение для медицинской карты стационарного больного, а также обеспечивает вывод результата исхода инфаркта миокарда.

Таким образом, процесс «Определения вероятности развития постинфарктного синдрома», представленный на диаграмме первого уровня, детализируется с помощью пяти функций на диаграмме второго уровня. Диаграмма декомпозиции второго уровня представлена на рис. 3.

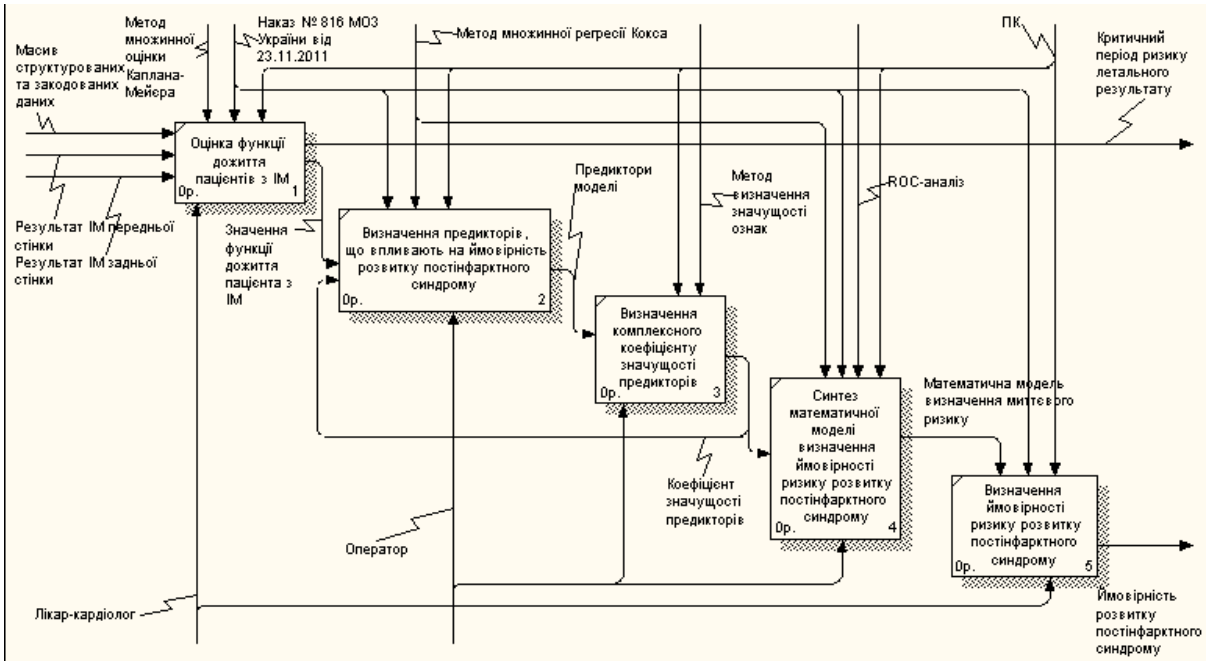

Рис. 3. Схема функциональной структуры информационной системы определения исхода инфаркта миокарда (декомпозиция процесса «Определение вероятности развития постинфарктного синдрома»)

Данный процесс включает в себя «Оценку функции выживания пациентов с инфарктом миокарда», «Определение предикторов влияющих на вероятность развития постинфарктного синдрома», «Определение комплексного коэффициента значимости предикторов», «Синтез математической модели определения вероятности развития постинфарктного синдрома», «Определение вероятности развития постинфарктного синдрома». Перечисленные этапы связаны между собой.

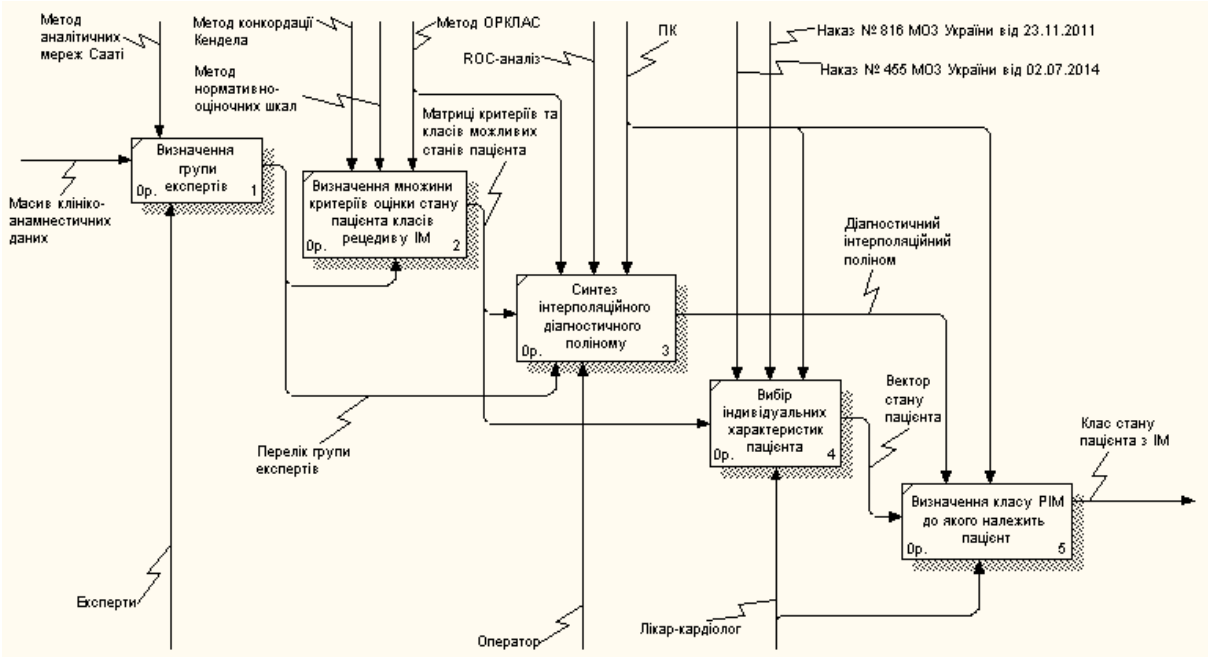

Рис. 4. Схема функциональной структуры информационной системы определения исхода инфаркта миокарда (декомпозиция процесса «Прогнозирование рецидивирующего инфаркта миокарда»)

Результатом первой работы является значение функции выживания пациента с инфарктом миокарда и критический период, в который может развиться постинфарктный синдром. На выходе второй работы

получаем предикторы модели, влияющие на вероятность развития постинфарктного синдрома. Полученные данные поступают на начало работы «Определение комплексного коэффициента значимости предикторов». Далее полученные коэффициенты значимости предикторов следуют на вход работы «Синтез математической модели определения вероятности развития постинфарктного синдрома», на выходе которой мы получаем математическую модель определения вероятности развития постинфарктного синдрома. На выходе последней работы получаем вероятность развития постинфарктного синдрома у пациента с инфарктом миокарда.

Диаграмма декомпозиции второго уровня для процесса «Прогнозирование рецидивирующего инфаркта миокарда» представлена на рис. 4.

Это декомпозиция процесса «Прогнозирование рецидивирующего инфаркта миокарда». Данный процесс включает в себя такие работы: «Определение группы экспертов», «Определение множества критериев оценки состояния пациента и классов рецидива инфаркта миокарда», «Синтез интерполяционного диагностического полинома», «Выбор индивидуальных характеристик пациента», «Определение класса рецидивирующего инфаркта миокарда к которому принадлежит пациент». Все этапы связаны между собой.

Результатом первой работы является сформированная группа экспертов, которая следует на начало работы «Определение множества критериев оценки состояния пациентов и классов рецидива инфаркта миокарда». На выходе второй работы получаем матрицу критериев и классов возможных состояний пациента. Полученные данные поступают на начало работы «Синтез интерполяционного диагностического полинома», результатом которой является разработанный диагностический полином. Далее данные с работы «Определение множества критериев оценки состояния пациента и классов рецидива инфаркта миокарда» поступают на вход работы «Выбор индивидуальных характеристик пациента», где формируется вектор состояния пациента, который поступает на вход работы «Определение класса рецидивирующего инфаркта миокарда к которому принадлежит пациент». Результатом последней работы является класс состояния пациента с инфарктом миокарда.

Построение информационной системы. Структурна схема информационной системы прогнозирования исхода инфаркта миокарда [21] показана на рис. 5 и обеспечивает собой логически связанное взаимодействие биологической и технической подсистем.

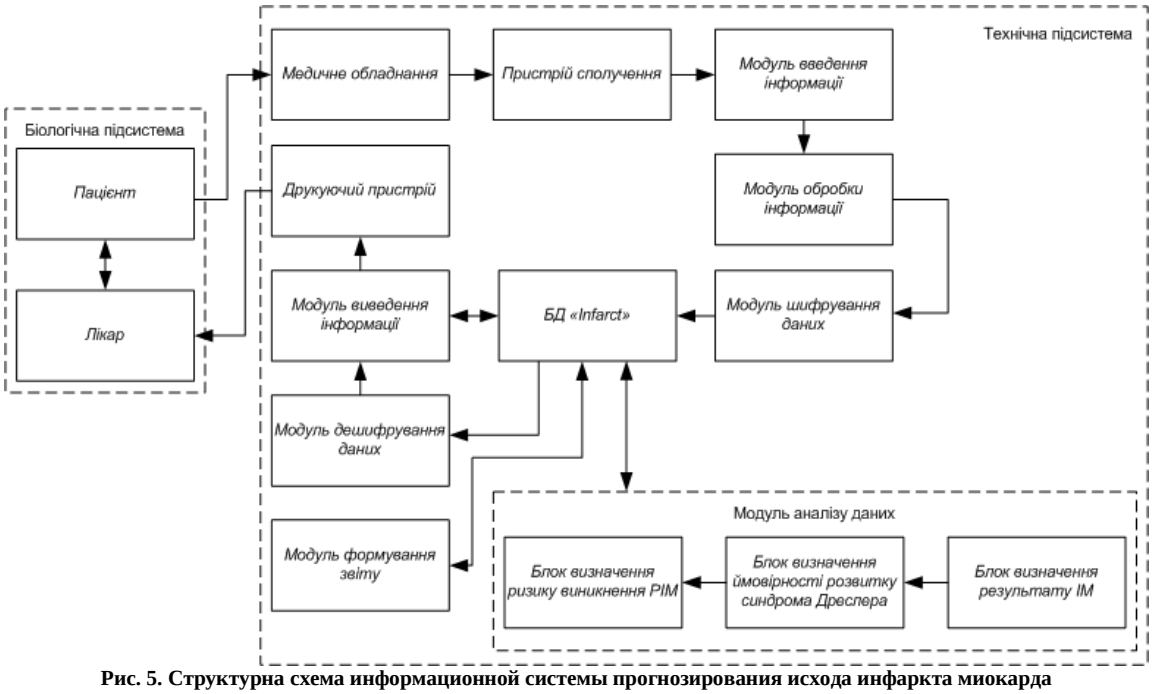

Рис. 5. Структурна схема информационной системы прогнозирования исхода инфаркта миокарда

Система ориентирована на информационное обеспечение лечебно-диагностического процесса в специализированном медицинском учреждении. После поступления пациента в инфарктное отделение врач проводит его осмотр и собирает данные анамнеза, которые поступают через блок ввода информации в БД. Затем врач проводит диагностику состояния сердечно-сосудистой системы с использованием электрокардиографа. Для организации обмена информацией между медицинским оборудованием и ЭВМ предусмотрено устройство сопряжения на базе интерфейса RS-232. Параллельно проводится забор крови пациента для проведения клинико-лабораторных исследований, результаты которых также через блок ввода информации поступают в БД. БД позволяет вести учет больных с диагнозом «Инфаркт миокарда», а также хранить результаты проведения клинико-лабораторных и клинико-инструментальных исследований. База данных информационной системы прогнозирования протекания и исхода инфаркта миокарда разработана в [22].

Заключение. Разработана и предложена информационная технология прогнозирования результата

инфаркта миокарда, которая включает базовые информационные процессы определения исхода инфаркта миокарда передней и задней локализации, определение вероятности развития постинфарктного синдрома и прогнозирование рецидивирующего инфаркта миокарда. Предложенная технология, реализованная в информационной системе, дает возможность врачу-специалисту получать количественные характеристики, необходимые для принятия решений о своевременном назначении лечебно-профилактических процедур с целью снижения количества летальных случаев в госпитальном и постгоспитальном периодах.

Литература

1. Ященко, Ю. Б. Динаміка захворюваності та смертності внаслідок хвороб системи кровообігу в Україні у регіональному аспекті / Ю. Б. Ященко, Н. Ю. Кондратюк // Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України. – 2012. – № 3. – 25–29.

2. Коваленко, В. М. Хвороби системи кровообігу у структурі смертності населення України: міфи і реальність / В. М. Коваленко, А. П. Дорогой, Ю. М. Сіренко // Український кардіологічний журнал. – 2013. – № 9. – 22–29.

3. Сыркин, А. Л. Инфаркт миокарда / А. Л. Сыркин. – 3-е изд., пер. и доп. – М. : МИА, 2006. – 466 с.

4. Власов, В. В. Введение в доказательную медицину / В. В. Власов. – М. : МедиаСфера, 2001. – 392 с.

5. Нестеров, Ю. И. Вторичная профилактика инфаркта миокарда в первичном звене здравоохранения / Ю. И. Нестеров // Медицина в Кузбассе. – 2009. – № 1. – С. 3–9.

6. Role of activated CaMKII in abnormal calcium homeostasis and I Na remodeling after myocardial infarction: insights from mathematical modeling / T. J. Hund, K. F. Decker, E. Kanter et al. // Journal of molecular and cellular cardiology. – 2008. – Vol. 45, No 3. – P. 420–428.

7. Incidence, temporal trends, and prognostic impact of heart failure complicating acute myocardial infarction: the SWEDEHEART registry (Swedish Web-System for Enhancement and Development of Evidence-Based Care in Heart Disease Evaluated According to Recommended Therapies): a study of 199,851 patients admitted with index acute myocardial infarctions, 1996 to 2008 / L. Desta, T. Jernberg, I. Löfman // JACC: Heart Failureю – 2015. – № 3, vol. 3. – P. 234-242.

8. Предикторы летального исхода острого инфаркта миокарда у пациентов молодого возраста / Гарганеева, А. А., Борель, К. Н., Округин, С. А., Кужелева, Е. А. // Клиническая медицина. – 2017. – № 8, Т. 95. – С. 713-718.

9. Куликова, К. Ю. Исследование течения инфаркта миокарда у мужчин моложе 60 лет / К. Ю. Куликова // Процессы управления и устойчивость. – 2015. – № 1, Т. 2. – С. 293-298.

10. Захарова, А. Е. Клинические аспекты прогнозирования течения острого инфаркта миокарда / А. Е. Захарова, В. Ф. Кулаков // Медицинский вестник Юга России. - 2015. – № 3. – С. 128-131.

11. Prediction of all-cause mortality and heart failure admissions from global left ventricular longitudinal strain in patients with acute myocardial infarction and preserved left ventricular ejection fraction / M. Ersbøll, N. Valeur, U. M. Mogensen et al. // Journal of the American College of Cardiology. – 2013. – Vol. 61, № 23. – P. 2365-2373.

12. Comprehensive prognosis assessment by CMR imaging after ST-segment elevation myocardial infarction / I. Eitel, S. de Waha, J. Wöhrle et al. // Journal of the American College of Cardiology. – 2014. – № 12, vol. 64. – P. 1217-1226.

13. Прогнозирование исхода инфаркта миокарда у больных с сахарным диабетом 2-го типа пожилого и старческого возраста / Терехова, А. Л., Зилов, А. В., Мельниченко, Г. А., Верткин, А. Л. // Медицинский совет. – 2015. – № 2. – С. 58-62.

14. Суспицына, И. Н. Факторы риска и прогнозирование развития инфаркта миокарда у мужчин различных возрастных групп / И. Н. Суспицына, И. А. Сукманова // Российский кардиологический журнал. – 2016. – № 8. – С. 58-63.

15. Суспицына, И. Н. Прогнозирование развития инфаркта миокарда у пациентов среднего и пожилого возраста с учетом гендерных особенностей факторов риска / И. Н. Суспицына, И. А. Сукманова // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2016. – № 3, Т. 15. – С. 37-42.

16. Моделирование риска развития сердечно-сосудистых заболеваний и их осложнений на индивидуальном и групповом уровнях / Бойцов С.А., Шальнова С.А., Деев А.Д., Калинина А.М. // Терапевтический архив. – 2013. – № 9, Т. 85. – С. 4-10.

17. Медична система прийняття та підтримки прийняття рішень / Д. Х. Штофель, Л. Г. Коваль, С. М. Злепко, Л. В. Космач // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Серія: Інформатика та моделювання. – 2013. – № 19 (992). – С. 167–172.

18. Метод прогнозирования исхода инфаркта миокарда на ранних стадиях развития заболевания [Электронный ресурс] / А. И. Бых, Е. В. Высоцкая, В. В. Никонов, С. В. Якубовская // Проблеми інформаційних технологій. − 2009. − № 2 (006). − Режим доступа к статье : www.nbuv.gov.ua/old_jrn/natural/Pit/2009_2/Buh.htm

19. Developing a method for prediction of relapsing myocardial infarction based on interpolation diagnostic polynomial / Sofia Yakubovska, Olena Vysotska, Andrei Porvan et al. // Eastern-European Journal of

Enterprise Technologies: Information and controlling system. – 2016. – Vol. 5, No 9 (83). – P. 41–49.

20. Патент України на кор. модель № 56702 Спосіб прогнозування летального кінця інфаркту міокарда лівого шлуночка передньої локалізації / Бих А. І., Висоцька О. В., Ніконов В. В., Якубовська С. В. –
МПК (2011.01) G01N33/53, G01N33/573. – Опубл. 25.01.2011. – Бюл. № 2. – 4 с.

21. Автоматизированная система исхода инфаркта миокарда / С. В. Якубовская, В. В. Никонов, А. П. Порван и др. // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія «Механіко-технологічні системи та комплекси». – 2015. – № 49 (1158). – С. 58–62.

22. Разработка базы данных информационной системы определения исхода инфаркта міокарда / Е. В. Высоцкая, С. В. Якубовская, В. В. Никонов и др. // Технологический аудит и резервы производства. Серия «Информационные технологии». – 2016. – № 1 (2). – С. 21–28.

References

23. Yaschenko, Yu. B. DinamIka zahvoryuvanostI ta smertnostI vnaslIdok hvorob sistemi krovoobIgu v UkraYinI u regIonalnomu aspektI / Yu. B. Yaschenko, N. Yu. Kondratyuk // VIsnik sotsIalnoYi gIgIEni ta organIzatsIYi ohoroni zdorov'ya UkraYini. – 2012. – № 3. – 25–29.

24. Kovalenko, V. M. Hvorobi sistemi krovoobIgu u strukturI smertnostI naselennya UkraYini: mIfi I realnIst / V. M. Kovalenko, A. P. Dorogoy, Yu. M. SIrenko // UkraYinskiy kardIologIchniy zhurnal. – 2013. – № 9. – 22–29.

25. Syirkin, A. L. Infarkt miokarda / A. L. Syirkin. – 3-e izd., pererab. i dop. – M. : MIA, 2006. – 466 s.

26. Vlasov, V. V. Vvedenie v dokazatelnuyu meditsinu / V. V. Vlasov. – M. : MediaSfera, 2001. – 392 s.

27. Nesterov, Yu. I. Vtorichnaya profilaktika infarkta miokarda v pervichnom zvene zdravoohraneniya / Yu. I. Nesterov // Meditsina v Kuzbasse. – 2009. – № 1. – S. 3–9.

28. Role of activated CaMKII in abnormal calcium homeostasis and I Na remodeling after myocardial infarction: insights from mathematical modeling / T. J. Hund, K. F. Decker, E. Kanter et al. // Journal of molecular and cellular cardiology. – 2008. – Vol. 45, No 3. – P. 420–428.

29. Incidence, temporal trends, and prognostic impact of heart failure complicating acute myocardial infarction: the SWEDEHEART registry (Swedish Web-System for Enhancement and Development of Evidence-Based Care in Heart Disease Evaluated According to Recommended Therapies): a study of 199,851 patients admitted with index acute myocardial infarctions, 1996 to 2008 / L. Desta, T. Jernberg, I. Löfman // JACC: Heart Failureю – 2015. – № 3, vol. 3. – P. 234-242.

30. Prediktoryi letalnogo ishoda ostrogo infarkta miokarda u patsientov molodogo vozrasta / Garganeeva, A. A., Borel, K. N., Okrugin, S. A., Kuzheleva, E. A. // Klinicheskaya meditsina. – 2017. – # 8, T. 95. – S. 713-718.

31. Kulikova, K. Yu. Issledovanie techeniya infarkta miokarda u muzhchin molozhe 60 let /K. Yu. Kulikova // Protsessyi upravleniya i ustoychivost. – 2015. – № 1, T. 2. – S. 293-298.

32. Zaharova, A. E. Klinicheskie aspektyi prognozirovaniya techeniya ostrogo infarkta miokarda /A. E. Zaharova, V. F. Kulakov // Meditsinskiy vestnik Yuga Rossii. - 2015. – № 3. – S. 128-131.

33. Prediction of all-cause mortality and heart failure admissions from global left ventricular longitudinal strain in patients with acute myocardial infarction and preserved left ventricular ejection fraction / M. Ersbøll, N. Valeur, U. M. Mogensen et al. // Journal of the American College of Cardiology. – 2013. – Vol. 61, № 23. – P. 2365-2373.

34. Comprehensive prognosis assessment by CMR imaging after ST-segment elevation myocardial infarction / I. Eitel, S. de Waha, J. Wöhrle et al. // Journal of the American College of Cardiology. – 2014. – № 12, vol. 64. – P. 1217-1226.

35. Prognozirovanie ishoda infarkta miokarda u bolnyih s saharnyim diabetom 2-go tipa pozhilogo i starcheskogo vozrasta / Terehova, A. L., Zilov, A. V., Melnichenko, G. A., Vertkin, A. L. // Meditsinskiy sovet. – 2015. – № 2. – S. 58-62.

36. Suspitsyina, I. N. Faktoryi riska i prognozirovanie razvitiya infarkta miokarda u muzhchin razlichnyih vozrastnyih grupp / I. N. Suspitsyina, I. A. Sukmanova // Rossiyskiy kardiologicheskiy zhurnal. – 2016. – № 8. – S. 58-63.

37. Suspitsyina, I. N. Prognozirovanie razvitiya infarkta miokarda u patsientov srednego i pozhilogo vozrasta s uchetom gendernyih osobennostey faktorov riska / I. N. Suspitsyina, I. A. Sukmanova // Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika. – 2016. – № 3, T. 15. – S. 37-42.

38. Modelirovanie riska razvitiya serdechno-sosudistyih zabolevaniy i ih oslozhneniy na individualnom i gruppovom urovnyah / Boytsov S.A., Shalnova S.A., Deev A.D., Kalinina A.M. // Terapevticheskiy arhiv. – 2013. – № 9, T. 85. – S. 4-10.

39. Medichna sistema priynyattya ta pIdtrimki priynyattya rIshen / D. H. Shtofel, L. G. Koval, S. M. Zlepko, L. V. Kosmach // VIsnik NatsIonalnogo tehnIchnogo unIversitetu «HarkIvskiy polItehnIchniy Institut». SerIya: Informatika ta modelyuvannya. – 2013. – № 19 (992). – S. 167–172.

40. Metod prognozirovaniya ishoda infarkta miokarda na rannih stadiyah razvitiya zabolevaniya [Elektronnyiy resurs] / A. I. Byih, E. V. Vyisotskaya, V. V. Nikonov, S. V. Yakubovskaya // Problemi InformatsIynih tehnologIy. − 2009. − № 2 (006). − Regim dostupa : www.nbuv.gov.ua/old_jrn/natural/Pit/2009_2/Buh.htm

41. Developing a method for prediction of relapsing myocardial infarction based on interpolation diagnostic polynomial / Sofia Yakubovska, Olena Vusotska, Andrei Porvan et al. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies: Information and controlling system. – 2016. – Vol. 5, No 9 (83). – P. 41–49.

42. Patent UkraYini na kor. model № 56702 SposIb prognozuvannya letalnogo kIntsya Infarktu mIokarda lIvogo shlunochka perednoYi lokalIzatsIYi / Bih A. I., Visotska O. V., NIkonov V. V., Yakubovska S. V. –MPK (2011.01) G01N33/53, G01N33/573. – Opubl. 25.01.2011. – Byul. № 2. – 4 s.

43. Avtomatizirovannaya sistema ishoda infarkta miokarda / S. V. Yakubovskaya, V. V. Nikonov,A. P. Porvan i dr. // VIsnik NatsIonalnogo tehnIchnogo unIversitetu «HPI». SerIya «MehanIko-tehnologIchnI sistemi ta kompleksi». – 2015. – № 49 (1158). – S. 58–62.

44. Razrabotka bazyi dannyih informatsionnoy sistemyi opredeleniya ishoda infarkta mIokarda /E. V. Vyisotskaya, S. V. Yakubovskaya, V. V. Nikonov i dr. // Tehnologicheskiy audit i rezervyi proizvodstva. Seriya «Informatsionnyie tehnologii». – 2016. – № 1 (2). – S. 21–28.

Отримана/Received : 7.2.2018 р. Надрукована/Printed :26.3.2018 р.
Стаття рецензована редакційною колегією