

використання комп'ютерів. Основна увага звернена на безпеку людини, як головного елемента, що визначає джерело загроз і необхідність його захисту.

Ключові слова: комп'ютеризація, кібербезпека, кіберзагроза, ризик, медіа екологія, комунікації, професійна безпека.

Березуцький Вячеслав Владимирович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой охраны труда и окружающей среды, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Украина, e-mail: qwer@kpi.kharkov.ua.

Халиль Виктория Вячеславовна, ассистент, кафедра охраны труда и безопасности жизнедеятельности, Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А. Н. Бекетова, Украина.

Горбенко Вероника Владимировна, кандидат технических наук, профессор, кафедра охраны труда и окружающей среды, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Украина.

Янчик Александр Григорьевич, кандидат технических наук, доцент, кафедра охраны труда и окружающей среды, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Украина.

Макаренко Виктория Васильевна, старший преподаватель, кафедра охраны труда и окружающей среды, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Украина.

Люфтман Джерри, кандидат технических наук, профессор, генеральный директор, Глобальный институт управления информационными технологиями, Нью-Джерси, США.

Березуцький Вячеслав Владимирович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри охорони праці та навколишнього

середовища, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна.

Халіль Вікторія Вячеславівна, асистент, кафедра охорони праці та безпеки життєдіяльності, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, Україна.

Горбенко Вероніка Володимирівна, кандидат технічних наук, професор кафедри, кафедра охорони праці та навколишнього середовища, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна.

Янчик Олександр Григорович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра охорони праці та навколишнього середовища, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна.

Макаренко Вікторія Василівна, старший викладач, кафедра охорони праці та навколишнього середовища, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна.

Люфтман Джеррі, кандидат технічних наук, професор, генеральний директор, Глобальний інститут управління інформаційними технологіями, Нью-Джерсі, США.

Berezutskyi Viacheslav, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: qwer@kpi.kharkov.ua.

Khalil Viktoriya, O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine.

Gorbenko Veronica, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine.

Yanchik Alexander, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine.

Makarenko Victoria, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine.

Luftman Jerry, Global Institute for IT Management, New Jersey, USA

УДК 519.7:619

DOI: 10.15587/2312-8372.2016.86295

**Высоцкая Е. В.,
Панферова И. Ю.,
Коваль С. Н.,
Печерская А. И.,
Абрамова А. А.**

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОГО РИСКА У ПАЦИЕНТОВ С НАРУШЕНИЕМ ФУНКЦИИ ПОЧЕК

Построены контекстная диаграмма и диаграмма декомпозиции первого уровня информационной технологии определения сердечно-сосудистого риска у пациентов с нарушением функции почек, которые описывают вход, выход, управляющие воздействия, функциональные информационные процессы, накопители данных, внешние сущности и движение потоков данных между ними. Построена информационно-логическая модель данных, отражающая все объекты и события, информацию о которых необходимо хранить, и связи между ними.

Ключевые слова: ER-модель, информационная технология, контекстная диаграмма, сердечно-сосудистый риск.

1. Введение

В течение последних десятилетий в мире наблюдается повсеместный неуклонный рост числа пациентов с нарушением функции почек. Это делает проблему лечения нефрологической патологии одной из центральных в современной нефрологии. Значительный прогресс заместительной почечной терапии, научно-технические

достижения в области гемодиализа, широкое внедрение в клинику перитонеального диализа и трансплантации почки создали реальные предпосылки для успешного решения этой проблемы.

Однако, если диагностика и лечение нарушения функции почек достаточно хорошо разработаны, то при ведении пациентов с сочетанной патологией часто возникают трудности. Особое место среди сочетанных

состояний занимает ишемическая болезнь сердца, поскольку пациенты с нефрологической патологией значительно чаще умирают от острой ишемии миокарда, чем от собственно терминальной почечной недостаточности. Не менее 20 % всех случаев смерти при терминальной стадии почечной недостаточности обусловлены инфарктом миокарда [1]. Своевременная профилактика и лечение сердечно-сосудистых заболеваний при нефрологической патологии имеет важное значение для улучшения результатов диализа.

В настоящее время можно считать доказанным, что снижение функции почек является независимым фактором риска развития сердечно-сосудистой патологии. Патология почек может быть либо маркером пока неизвестных факторов сердечно-сосудистого риска, либо сама по себе вызывать и ускорять прогрессирование сердечно-сосудистой патологии.

2. Объект исследования и его технологический аудит

Объектом исследования является процесс определения сердечно-сосудистого риска у пациентов с нарушением функции почек.

Вероятностная природа причинно-следственных связей в развитии кардиоваскулярных осложнений определяет концепцию многофакторности. Научные концепции, основанные на анализе факторов риска в развитии, прогрессе и результате патологических состояний, а также заболеваний, имеют практическое подтверждение при изучении заболеваний сердечно-сосудистой системы.

Следовательно, выявление факторов, влияющих на прогрессирование сердечно-сосудистых заболеваний, и определение сердечно-сосудистого риска у пациентов с нарушением функции почек являются актуальными задачами, решать которые целесообразно с применением современных математических методов и вычислительных средств. Известные медицинские информационные системы и технологии, которые используют различные математический аппарат, автоматизирующие те или иные информационные составляющие процесса оказания медицинской помощи населению, позволяют автоматизировать процесс выявления рискообразующих факторов. Однако на сегодняшний день нет специализированной информационной технологии, которая бы позволяла определять риск развития кардиоваскулярных осложнений у пациентов с патологией почек.

3. Цель и задачи исследования

Цель исследования — разработать информационную технологию определения сердечно-сосудистого риска у пациентов с нарушением функции почек.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить такие задачи:

1. Провести критический анализ существующих информационных систем и технологий, которые позволяют определять риск развития сердечно-сосудистых заболеваний.

2. Определить входную, управляющую и выходную информацию, информационные процессы и потоки информации, необходимые для определения сердечно-сосудистого риска у пациентов с патологией почек.

3. Выделить предметы, понятия и события для построения модели «сущность-связь».

4. Разработать структурную схему информационной системы определения сердечно-сосудистого риска у пациентов с патологией почек.

4. Анализ литературных данных

Для оценки степени тяжести сердечной недостаточности и стратификации риска пациентов с острым коронарным синдромом на фоне нарушения функции почек врачи используют иммунотест NT-pro BNP для *in vitro* диагностики. Данный тест используется в целях диагностики застойной сердечной недостаточности, а также для диагностики легких форм нарушений сердечной деятельности. Однако эта тест-система позволяет оценивать сердечно-сосудистый риск у пациента только по одному параметру, что не является достаточным и требует дополнительных исследований [2].

Разработаны методики выявления рискообразующих факторов, обуславливающих заболеваемость населения Украины болезнями системы кровообращения, оценено влияние каждого из них на риск заболеваемости в каждом регионе страны [3]. Для решения задачи определения факторов риска развития сердечно-сосудистой патологии используют дискриминантный анализ [4]. Однако подход на основе логистических моделей обладает тем преимуществом, по сравнению с дискриминантным анализом, что обладает гораздо менее жесткими ограничениями [5].

Существует каскадная нейро-нечеткая информационная система для диагностики хронической почечной недостаточности [6]. Основой данной системы является информационная технология диагностики синдрома эндогенной интоксикации больных в терминальной и в ранней стадиях нарушения функции почек с помощью каскадной нейро-нечеткой сети.

В основе информационно-аналитической системы «Федеральный реестр больных с острым коронарным синдромом» лежит информационная технология, которая позволяет проводить комплексную оценку качества и уровня организации медицинской помощи больным с острым коронарным синдромом, определять риск развития ишемической болезни сердца [7]. Информационно-аналитическая система «Регистр АГ, ИБС и ХСН» представляет собой серверное приложение, созданное на базе технологии Microsoft ASP.NET и ADO.NET и работающее под управлением веб-сервера Microsoft Internet Information Server 5.0, установленного на платформе Microsoft Windows Server 2003 и использующего ресурсы .NET Framework 3.5 [8].

Рассчитать риск возникновения смертельного сердечно-сосудистого заболевания в течение 10 лет позволяет калькулятор SCORE. Основой для калькулятора служат данные когортных исследований, проведенных в 12 странах Европы [9].

Комплекс программ для прогнозирования периперационных рисков у пациентов с облитерирующим атеросклерозом сосудов нижних конечностей (настольное приложение, мобильные приложения на платформе Android и Windows Phone) позволяет рассчитать числовые показатели сердечно-сосудистых рисков, которые могут проявиться на этапе подготовки операции, во время ее проведения и после ее окончания [10]. Медицинская

информационная система поддержки принятия решений, основанная на интеллектуальном анализе данных, позволяет оценить риск развития осложнений в раннем послеоперационном периоде и выявить структуру предикторов, влияющих на развитие острой сердечной недостаточности [11].

Однако, ни одна из известных информационных систем и технологий не позволяет определять сердечно-сосудистый риск с учетом факторов сопутствующей нефрологической патологии. Поэтому разработка информационной технологии определения сердечно-сосудистого риска у пациентов с нарушением функции почек является актуальной задачей.

5. Материалы и методы исследования

Разработка информационной технологии предполагает описание всех задач, явлений и используемых подходов в соответствии с принципами и методами системного подхода. Таким образом, необходимо раскрыть сущность и качественную специфику информационных процессов, а также описать ее состав, дать количественную и качественную характеристику всем частям и компонентам, описать их координацию и субординацию.

Описать все элементы информационной технологии: вход, выход, управление и механизм, позволяет диаграмма потоков данных (Data Flow Diagramming, DFD). Диаграмма декомпозиции первого уровня представляет моделируемую технологию как сеть функциональных информационных процессов, накопителей данных и внешних сущностей, связанных между собой направленными стрелками, которые описывают движение потоков данных из одной части информационной технологии в другую. Диаграммы потоков данных позволяют выделить предметы, понятия и события, требуемые для построения модели «сущность-связь» — ER-модели (Entity-Relationship model).

Для построения контекстных диаграмм использовали среду BPwin, для построения ER-модели — среду AllFusion Erwin Data Modeler [12].

6. Результаты исследования

На рис. 1 представлена контекстная диаграмма информационной технологии определения сердечно-сосудистого риска у пациентов с нарушением функции почек.

Как видно из контекстной диаграммы (рис. 1), входной информацией, используемой для определения сердечно-сосудистого риска у пациентов с нарушением функции почек, являются: результаты опроса пациента, результаты иммунологического и доплерэхокардиографического исследований, а также исследования метаболизма липидов пациента, а также данные о враче. В качестве управляющей информации выступает медицинская нормативно-правовая документация, алгоритм симметричного шифрования и метод бинарной логистической регрессии. Выходным документом является медицинское диагностическое заключение.

Для более детального описания информационной технологии определения сердечно-сосудистого риска у пациентов с нарушением функции почек была построена диаграмма декомпозиции первого уровня (рис. 2), внешними сущностями которой являются врач, клиничко-диагностическая лаборатория и нормативно-правовая документация.

В базе данных хранится информация о состоянии пациента (результаты его опроса, исследования метаболизма липидов, иммунологического и доплерэхокардиографического исследований), факторах риска развития сердечно-сосудистых заболеваний (их коэффициенты, критериальные значения, характеристики моделей, в которые они входят) и врачах (их профессиональные данные).

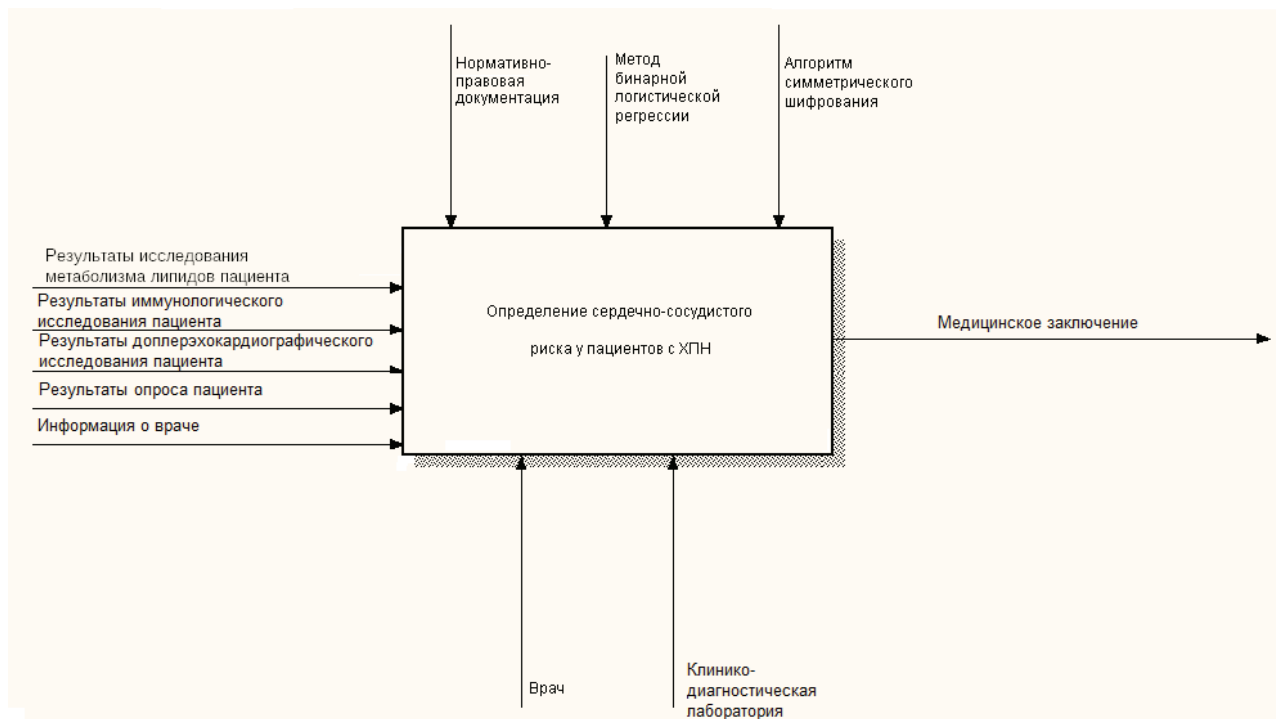


Рис. 1. Схема функциональной структуры информационной технологии определения сердечно-сосудистого риска у пациентов с нарушением функции почек (контекстная диаграмма)

Однако основными составляющими информационной технологии определения сердечно-сосудистого риска у пациентов с нарушением функции почек являются шесть информационных процессов: регистрация информации о пациенте, моделирование зависимости вероятности развития сердечно-сосудистых заболеваний от значений факторов риска, определение риска развития сердечно-сосудистых заболеваний у пациента, формирование медицинского заключения, а также процессы шифрования и дешифрования личных данных пациента. Эти информационные процессы представляют собой функции информационной технологии, которые преобразуют входы в выходы.

Моделирование зависимости вероятности развития сердечно-сосудистых заболеваний от значений факторов риска предусматривает выделение наиболее значимых факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний, оказывающих наиболее весомое влияние на прогрессирование сердечно-сосудистых заболеваний у пациентов с нарушением функции почек, с использованием метода бинарной логистической регрессии по данным обучающей выборки пациентов. Выделенные факторы риска являются предикторами математической модели определения вероятности развития сердечно-сосудистых заболеваний. Для принятия решения о пригодности синтезированной модели производится оценка ее предикторов согласно критерию Вальда, оценка качества приближения регрессионной модели при помощи функции подобия и оценка эффективности модели на основе результатов ROC-анализа. При изменении состава обучающей выборки используемая модель корректируется: могут изменяться как предикторы и их коэффициенты, так и характеристики модели.

Определение риска развития сердечно-сосудистых заболеваний у пациента заключается в расчете вероятности развития сердечно-сосудистых заболеваний по уравнению бинарной логистической регрессии. Значения

вероятности более 0,5 говорят о высокой вероятности развития сердечно-сосудистых осложнений.

Регистрация информации заключается в преобразовании анамнестических, диагностических и личных данных пациента, а также информации о враче в электронную форму.

Формирование медицинского диагностического заключения предполагает формирование документа согласно утвержденным медицинским отчетным формам с входящей в него информацией о состоянии пациента, определенном сердечно-сосудистом риске и сведениями о враче, проводившем исследование.

Для обеспечения конфиденциальности личных данных пациентов при определении сердечно-сосудистого риска с использованием разработанной информационной технологии применяются процессы шифрования и дешифрования на основе алгоритма симметричного шифрования в соответствии с ДСТУ 3396 0-96, который рекомендуется для использования в Украине [13]. Для получения доступа к конфиденциальной информации используется электронная подпись врача.

Построенные диаграммы (рис. 2, 3) позволили определить сущности – объекты и события, информацию о которых необходимо хранить.

Каждой сущности присвоено уникальное наименование, определены ее атрибуты и заданы ограничения целостности. На этапе концептуального проектирования были выделены 13 сущностей: «Пациент», «Врач», «Посещение», «Опрос», «Вопрос к пациенту», «Осмотр», «Предмет осмотра», «Исследование», «Тип исследования», «Показатель», «Моделирование», «Предиктор», «Риск». Затем были определены типы связей между всеми сущностями. ER-модель данных представлена на рис. 3. Далее, в соответствии с требованиями выбранной СУБД MySQL [14], сущности были преобразованы в таблицы данных, а ключи – в индексы.

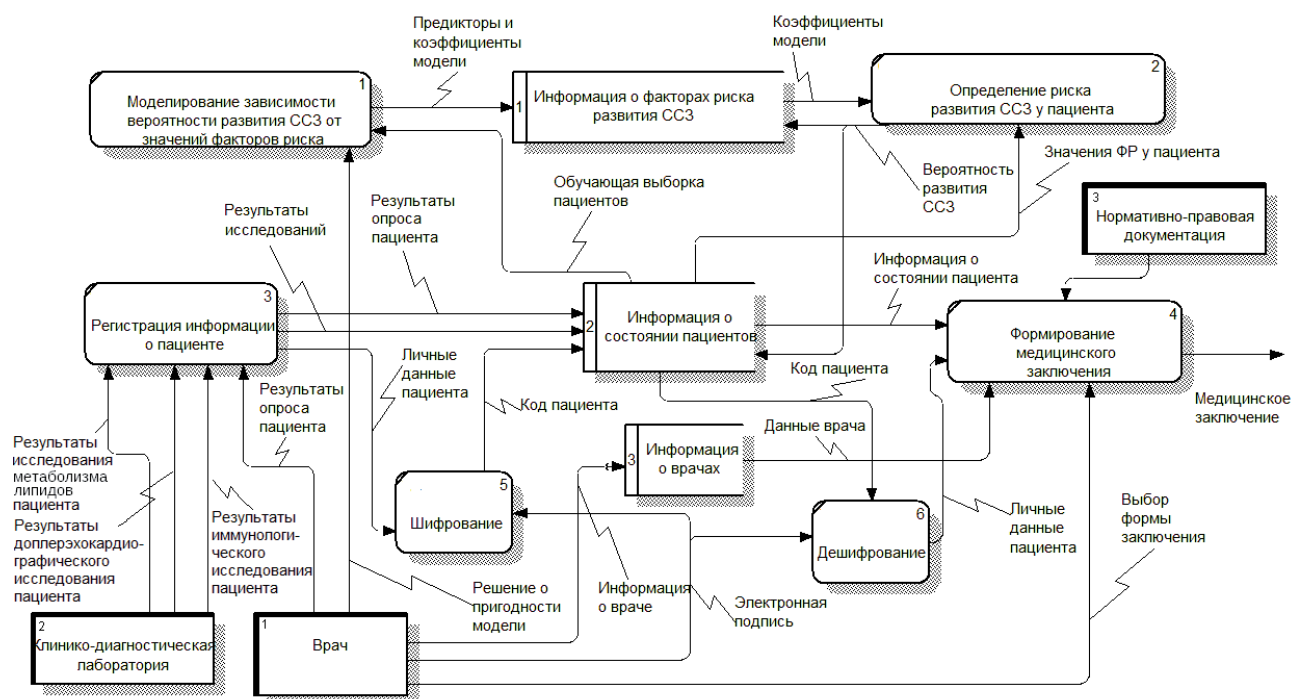


Рис. 2. Схема функциональной структуры информационной технологии определения сердечно-сосудистого риска у пациентов с нарушением функции почек (диаграмма декомпозиции первого уровня)

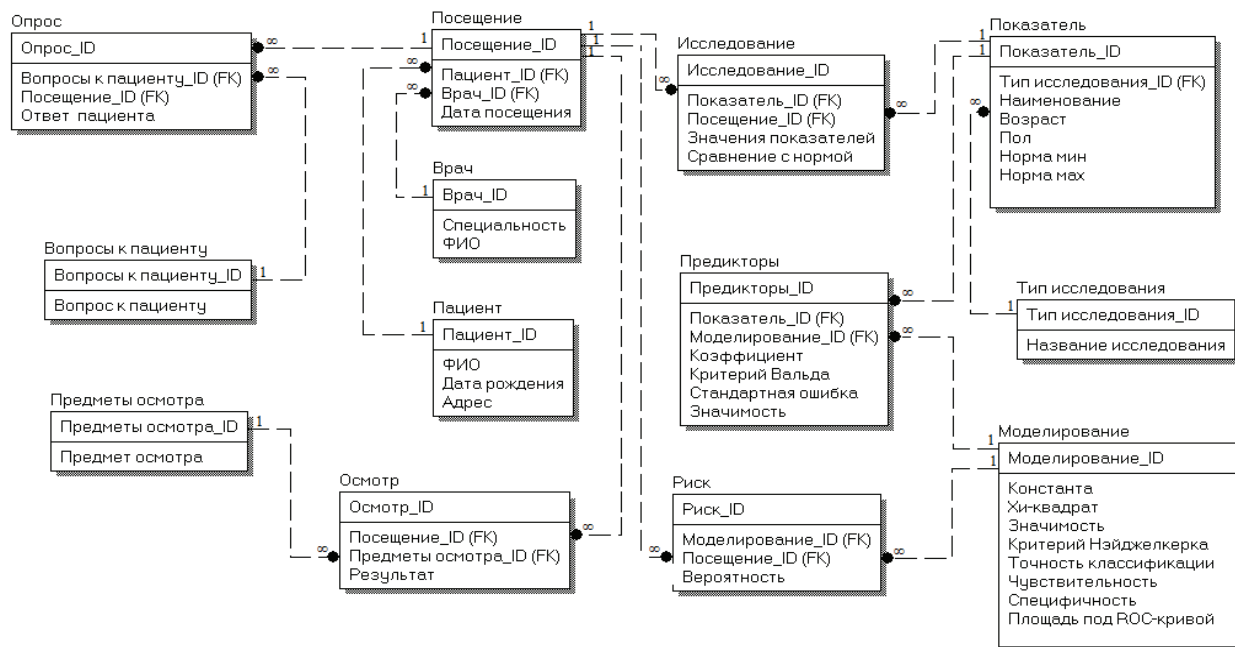


Рис. 3. ER-модель информационной технологии определения сердечно-сосудистого риска у пациентов с нарушением функции почек

Разработанная информационная технология является основой для построения информационной системы определения сердечно-сосудистого риска у пациентов с нарушением функции почек. Предполагаемая структурная схема такой системы представлена на рис. 4. Она состоит из семи взаимосвязанных модулей, которые реализуют информационные технологические процессы, представленные на диаграмме потоков данных.

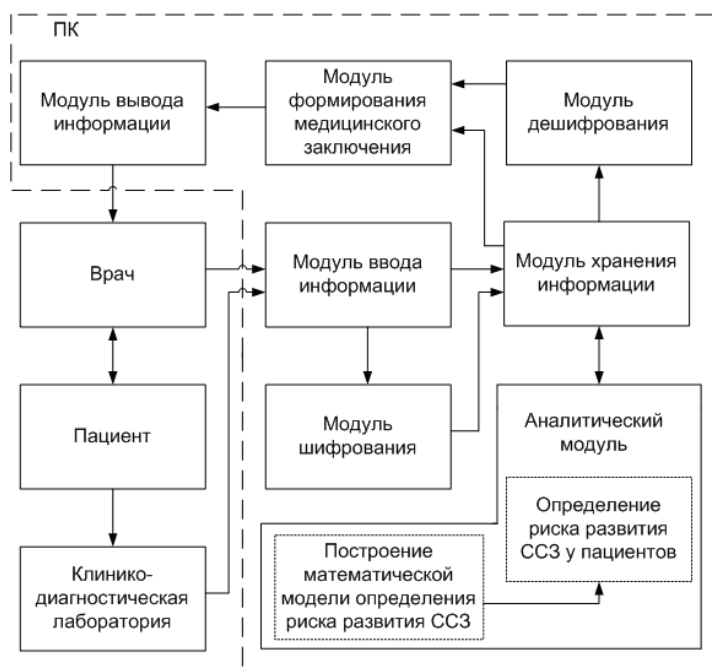


Рис. 4. Структурная схема информационной системы определения сердечно-сосудистого риска у пациентов с нарушением функции почек

В соответствии с установленными бизнес-понятиями и бизнес-событиями предметной области, для реализации такой системы необходима среда программирования,

сочетающая в себе средства для работы непосредственно с базами данных, гибкие средства для создания Windows-приложений, удобная интегрированная среда разработчика. В качестве такого средства была выбрана интегрированная среда разработки C++ Builder [15]. Она имеет развитые возможности по созданию пользовательского интерфейса, широкий набор функций, методов и свойств для решения прикладных расчетно-вычислительных задач.

Разработка и внедрение такой информационной системы позволят вести электронный документооборот, сократить время и объективизировать определение сердечно-сосудистого риска у пациентов с патологией почек.

7. SWOT-анализ результатов исследования

Strengths. Среди сильных сторон данного исследования необходимо отметить предоставление информации в удобном для врача виде, возможность коррекции используемой математической модели бинарной логистической регрессии по мере пополнения обучающей выборки пациентов. Нельзя не отметить корректность хранения информации, конфиденциальность личных данных пациента и ограниченный доступ к ним.

Weaknesses. Слабые стороны разработанной информационной технологии связаны с необходимостью проведения дополнительных научных исследований, позволяющих получить информацию о влиянии коморбидной патологии на риск развития сердечно-сосудистых заболеваний у пациентов с нарушением функции почек, а также с отсутствием автоматизации процессов дифференциальной диагностики патологии почек и определении стадии ее развития. Автоматизация этих процессов позволит объективизировать оценку

состояния пациента и предоставит дополнительную информацию для совершенствования математического обеспечения информационной системы.

Opportunities. Перспективы развития данной технологии заключаются в ее интеграции с существующими информационными технологиями, реализованными в информационных системы, специализирующихся на ведении пациентов с патологией почек и оценкой риска развития сердечно-сосудистых осложнений у них.

Threats. Сложности во внедрении полученных результатов связаны с отсутствием возможности сетевой реализации разработанной технологии. Также весомой преградой является недостаточная оснащенность медицинских учреждений современной компьютерной техникой, и быстрая смена технологий.

8. Выводы

1. В результате критического анализа существующих информационных систем и технологий, которые позволяют определять риск развития сердечно-сосудистых заболеваний, установлено, что ни одна из них не отражает специфику прогрессирования кардиоваскулярных осложнений у пациентов с нарушением функции почек.

2. Построены контекстная диаграмма потоков данных и диаграмма декомпозиции первого уровня информационной технологии определения сердечно-сосудистого риска у пациентов с нарушением функции почек. Построенные диаграммы описывает вход, выход, управляющие воздействия, функциональные информационные процессы, накопители данных, внешние сущности и движение потоков данных между ними.

3. Построена ER-модель данных, отражающая все объекты и события, информацию о которых необходимо хранить, и связи между ними.

4. Разработана структурная схема информационной системы определения сердечно-сосудистого риска у пациентов с нарушением функции почек, состоящая из семи взаимодействующих модулей. Для реализации системы выбраны СУБД MySQL и интегрированная среда разработки C++ Builder. Реализация предложенной системы позволит автоматизировать и объективизировать определение значимых факторов сердечно-сосудистого риска, вероятности развития кардиоваскулярных осложнений и, тем самым, повысить качество оказания медицинской помощи пациентам с нарушением функции почек.

Литература

1. Elsner, D. How to diagnose and treat coronary artery disease in the uraemic patient: an update [Text] / D. Elsner // *Nephrology Dialysis Transplantation*. — 2001. — Vol. 16, № 6. — P. 1103–1108. doi:10.1093/ndt/16.6.1103
2. Кардиология [Электронный ресурс] // ООО «Рош Диагностика Рус». — Режим доступа: [www/URL: http://www.rochediagnostics.ru/kardiologiya](http://www.rochediagnostics.ru/kardiologiya)
3. Высоцкая, Е. В. Определение риска заболеваемости населения болезнями системы кровообращения в различных регионах Украины [Текст] / Е. В. Высоцкая, Л. И. Рак, А. Н. Страшненко, А. И. Печерская // Системы обработки информации. — 2014. — № 8. — С. 144–150.
4. Кошелева, Н. А. Современные алгоритмы оценки индивидуального риска развития сердечно-сосудистых осложнений у больных хронической сердечной недостаточностью [Текст] / Н. А. Кошелева, А. П. Ребров // *Фундаментальные исследования*. — 2011. — № 11. — С. 312–315.

5. Коркушко, О. В. Новые подходы в классификации нефропатии у больных гипертонической болезнью с позиций дискриминантного анализа [Текст] / О. В. Коркушко, С. Н. Поливода, Р. Л. Кулинич // *Артериальная гипертензия*. — 2009. — № 6 (8). — С. 23–31.
6. Кузнецова, О. Ю. Каскадная нейро-нечеткая информационная система для диагностики хронической почечной недостаточности [Текст] / О. Ю. Кузнецова, А. А. Соломаха, В. И. Горбаченко // *Моделирование и анализ данных*. — 2014. — № 1. — С. 86–90.
7. Ощепкова, Е. В. Руководство пользователя информационно-аналитической системы «Федеральный регистр больных с острым коронарным синдромом» [Электронный ресурс] / Е. В. Ощепкова, П. Я. Довгалецкий, В. И. Гриднев, О. М. Посненкова, А. Р. Киселев, В. А. Дмитриев, Ю. В. Попова // *Кардио-ИТ*. — 2014. — Т. 1, № 2. — С. 0203. — Режим доступа: [www/URL: http://cardio-it.ru/files/pdf/cardio-it-2014-0203.pdf](http://cardio-it.ru/files/pdf/cardio-it-2014-0203.pdf). doi:10.15275/cardioit.2014.0203
8. Ощепкова, Е. В. Структура первичных элементов базы данных российского регистра больных артериальной гипертензией, ишемической болезнью сердца и хронической сердечной недостаточностью [Электронный ресурс] / Е. В. Ощепкова, П. Я. Довгалецкий, В. И. Гриднев, О. М. Посненкова, А. Р. Киселев, В. А. Дмитриев, Ю. В. Попова, Е. Н. Волкова // *Кардио-ИТ*. — 2014. — Т. 1, № 2. — С. 0202. — Режим доступа: [www/URL: http://cardio-it.ru/files/pdf/cardio-it-2014-0202.pdf](http://cardio-it.ru/files/pdf/cardio-it-2014-0202.pdf). doi:10.15275/cardioit.2014.0202
9. Калькулятор SCORE [Электронный ресурс] // Бюджетное учреждение ХМАО-Югры «Центр медицинской профилактики». — Режим доступа: [www/URL: http://cmphmao.ru/node/234](http://cmphmao.ru/node/234)
10. Зеленко, Л. С. Разработка комплекса программ для прогнозирования периоперационных рисков у пациентов с облитерирующим атеросклерозом сосудов нижних конечностей [Текст] / Л. С. Зеленко, А. В. Кругомов, А. В. Кумакшев, О. В. Пичулина // *Известия Самарского научного центра РАН*. — 2015. — № 2–5. — С. 985–991.
11. Кнышов, Г. В. Особенности проектирования медицинской информационной системы поддержки принятия решений, основанной на интеллектуальном анализе данных [Текст] / Г. В. Кнышов, А. В. Руденко, Е. А. Настенко, А. В. Яковенко, С. О. Сиромеха, С. С. Галич // *Кибернетика и вычислительная техника*. — 2014. — № 177. — С. 79–87.
12. Маклаков, С. В. *VPwin и Erwin. CASE-средства разработки информационных систем* [Текст] / С. В. Маклаков. — М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2000. — 256 с.
13. Про електронні документи та електронний документообіг [Электронный ресурс]: Закон України від 22.05.2003 № 851-IV // *Відомості Верховної Ради (ВВР)*. — 2003. — № 36. — ст. 275. — Режим доступа: [www/URL: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/851-15](http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/851-15)
14. Кузнецов, М. MySQL 5. В подлиннике [Текст] / М. Кузнецов, И. Симдянов. — СПб: БХВ-Петербург, 2010. — 1007 с.
15. Керниган, Б. *Язык программирования Си* [Текст]: пер. с англ. / Б. Керниган, Д. Ритчи. — СПб: Невский Диалект, 2003. — 352 с.

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИЗНАЧЕННЯ СЕРЦЕВО-СУДИННОГО РИЗИКУ У ПАЦІЄНТІВ З ПОРУШЕННЯМ ФУНКЦІЙ НИРОК

Побудовані контекстна діаграма та діаграма декомпозиції першого рівня інформаційної технології визначення серцево-судинного ризику у пацієнтів з порушенням функцій нирок, які описують вхід, вихід, керуючі впливи, функціональні інформаційні процеси, накопичувачі даних, зовнішні сутності та рух потоків даних між ними. Побудована інформаційно-логічна модель даних, яка відображає всі об'єкти і події, інформацію про які необхідно зберігати, та зв'язки між ними.

Ключові слова: ER-модель, інформаційна технологія, контекстна діаграма, серцево-судинний ризик.

Высоцкая Елена Владимировна, доктор технических наук, профессор, кафедра биомедицинской инженерии, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина.

Панферова Ирина Юрьевна, кандидат технических наук, доцент, кафедра информационных управляющих систем, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина.

Коваль Сергей Николаевич, доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделом артериальной гипертензии, Государственное учреждение «Национальный институт терапии им. Л. Т. Малой Национальной академии медицинских наук Украины», Харьков, Украина.

Печерская Анна Ивановна, кандидат технических наук, научный сотрудник, кафедра биомедицинской инженерии, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина, e-mail: anna.pecherska@nure.ua.

Абрамова Анна Арнольдовна, кафедра биомедицинской инженерии, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина.

Висоцька Олена Володимирівна, доктор технічних наук, професор, кафедра біомедичної інженерії, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.

Панфорова Ірина Юріївна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра інформаційних управляючих систем, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.

Коваль Сергій Миколайович, доктор медичних наук, професор, завідувач відділу артеріальної гіпертензії, Державна установа «Національний інститут терапії ім. Л. Т. Малої Національної академії медичних наук України», Харків, Україна.

Печерська Анна Іванівна, кандидат технічних наук, науковий співробітник, кафедра біомедичної інженерії, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.

Абрамова Ганна Арнольдовна, кафедра біомедичної інженерії, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.

Vysotska Olena, Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine.

Panforova Iryna, Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine.

Koval Sergiy, State Institution «L. T. Malaya Therapy Institute of National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Kharkiv, Ukraine.

Pecherska Anna, Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine, e-mail: anna.pecherska@nure.ua.

Abramova Hanna, Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine

УДК 004.65:004.89 (045)

DOI: 10.15587/2312-8372.2016.86342

**Артамонов Е. Б.,
Панфоров О. В.**

ФОРМУВАННЯ АДАПТИВНИХ ДИНАМІЧНИХ СЦЕНАРІЇВ У КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ НАВЧАННЯ

В роботі показано принципи та фактори, що застосовуються при формуванні бази знань з різних дисциплін. Розглянуто нелінійний підхід до навчання, порівняно його з існуючим в навчанні лінійним. Розроблено модель нелінійного освітнього процесу з адаптивним формуванням навчальних матеріалів. На базі створеної моделі побудовано комплексний алгоритм функціонування адаптивних навчальних курсів.

Ключові слова: адаптивні навчальні матеріали, електронне навчання, навчальний процес, тестування знань.

1. Вступ

Існуючий в навчанні підхід до подачі навчального матеріалу має лінійний характер, що має ряд недоліків, а саме:

- різний рівень початкової підготовки;
- різноманіття підходів до навчання в межах однієї дисципліни (навіть при однаковому об'ємі інформації);
- різна швидкість засвоєння матеріалу курсу.

Через вищезазначене засвоєння матеріалу учнем зазвичай неповне або взагалі відсутнє. В результаті підготовка спеціалістів в даних умовах є неефективним процесом, а їх кваліфікація — низькою. На жаль, це стосується лише тих, хто спромігся завершити курс. Адже, згідно до статистики, в середньому тільки 15 % учнів завершують дистанційні комп'ютерні навчальні курси і близько 70 % — при очній формі навчання.

Нелінійний підхід до подачі матеріалу полягає у наданні учню нового матеріалу після успішного засвоєння попереднього. Новий матеріал обирається з огляду на рівень учня, та напрям подальшого вивчення. Таким

чином, два учня, що приступили до курсу, отримають різний матеріал у різних послідовностях, але зможуть завершити курс приблизно з одним рівнем знань.

Динамічна адаптація навчального процесу та матеріалу дозволяє ефективно організувати пізнавальну діяльність учня. Індивідуалізація процесу навчання в такому випадку не вплине на цілісність навчальної програми та навчального процесу, але надасть змогу максимально ефективно адаптувати пізнання учня до вимог суспільства та виробництва. Побудова адаптивних електронних навчальних курсів є способом досягнення цих цілей.

2. Об'єкт дослідження та його технологічний аудит

Для формування адаптивного вмісту навчального курсу є сенс використовувати підходи побудови динамічних сценаріїв, які використовуються в комп'ютерних іграх та інтерактивних книгах. До них належать такі принципи:

- нелінійність сюжету;
- розмаїття рішень;