Врач и информационные технологии

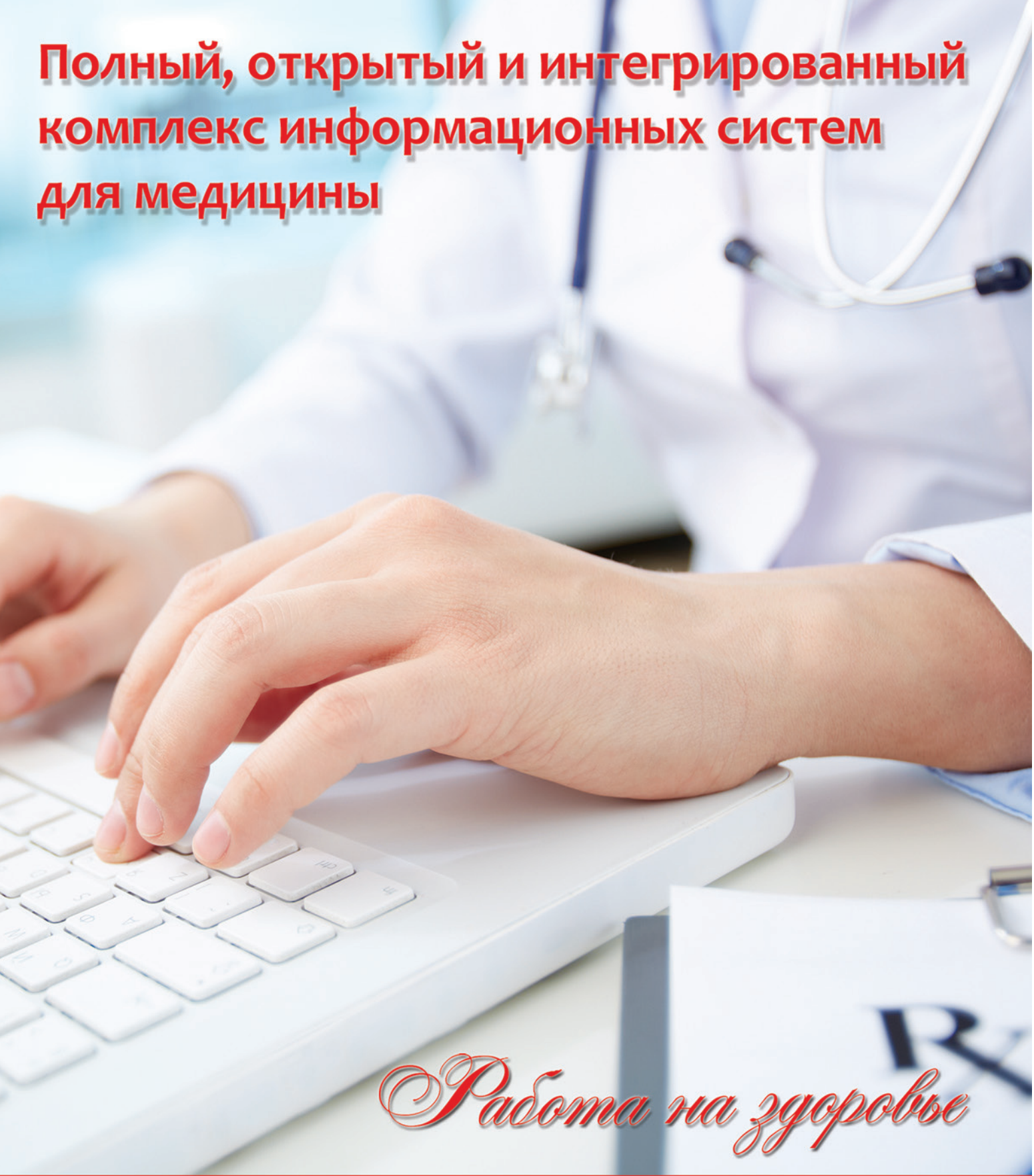
Научно-практический журнал

№5 2016

Врач и информационные технологии

ISSN 1811-0193

Полный, открытый и интегрированный комплекс информационных систем для медицины



Работа на здоровье

INTERIN
технологии

Тел.: +7 (495) 220 82 35
Web-site: http://www.interin.ru
E-mail: info@interin.ru

Уважаемые читатели!

Перед Вами тематический выпуск журнала, в который вошли научные статьи, подготовленные ведущими российскими специалистами в области информатизации здравоохранения для ежегодного осеннего Международного конгресса «Информационные технологии в медицине» (Москва, 13–14 октября 2016 г.)

История этого мероприятия и созданной на его основе экспертной площадки насчитывает уже 17 лет, а многолетняя деятельность Конгресса стала достойным вкладом в создание и становление отечественных научных школ нового самостоятельного научного направления «Информационные технологии в медицине».

В процессе становления и развития проекта на платформе мероприятия сформировалась комплексная адаптивная модель поддержки инноваций. Она предоставляет ученым и разработчикам возможности апробации и продвижения новых идей, подходов и решений, а также получения реакции на них от профессионального сообщества.

Журнал «Врач и информационные технологии», по сути, также стал элементом самоорганизации и консолидации инициатив профессионального сообщества, поэтому мы сочли эволюционно правильным объединить наши усилия и сделать практику публикаций материалов Конгресса регулярной.

Мы благодарим редакцию журнала за поддержку идеи совместного тематического выпуска и выражаем признательность главному редактору, академику В.И. Стародубову и ответственному редактору А.В. Гусеву за заинтересованность и профессионализм, проявленные при подготовке номера.

CEO Международного конгресса
«Информационные технологии в медицине»,
к.э.н. Юрий Мухин.

Врач и информационные технологии

№5
2016

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:
Стародубов В.И., академик РАН, профессор
ШЕФ-РЕДАКТОР:
Куракова Н.Г., д.б.н., главный специалист ФГБУ ЦНИИОИЗ Министерства здравоохранения РФ
ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:
Зарубина Т.В., д.м.н., профессор, заведующая кафедрой медицинской кибернетики и информатики Российского ГМУ
Столбов А.П., д.т.н., профессор кафедры организации здравоохранения, медицинской статистики и информатики факультета повышения профессионального образования врачей Первого Московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова
ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР:
Гусев А.В., к.т.н., заместитель директора по развитию, компания «Комплексные медицинские информационные системы»

СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ВРАЧЕБНЫХ РЕШЕНИЙ

Б.А. Кобринский

Нечеткость в клинической медицине и необходимость ее отражения в экспертных системах 6-14

А.П. Ястремский, А.И. Извин, А.Г. Санников, Н.С. Соколовский, С.Д. Захаров

Итоги сравнения экспертных систем для диагностики острых заболеваний глотки 15-25

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

В.Г. Кудрина, В.В. Камардин, О.В. Гончарова, Н.Е. Кучин

Опыт формирования информационной основы для непрерывного профессионального образования медицинских работников 26-34

А.П. Столбов

Об определении классов кибербезопасности медицинской техники 35-43

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК по специальности 05.13.00 (информатика, вычислительная техника и управление) и индексируется в базе данных Russian Science Citation Index (RSCI) на платформе Web of Science

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:
Гасников В.К., д.м.н., профессор, академик МАИ и РАМТН
Гулиев Я.И., к.т.н, директор Исследовательского центра медицинской информатики Института программных систем РАН
Дегтерева М.И., директор ГУЗВО «МИАЦ», г. Владимир
Емелин И.В., к.ф. м.н., заместитель директора Главного научно-исследовательского вычислительного центра Медицинского центра Управления делами Президента Российской Федерации
Зингерман Б.В., заведующий отделом компьютеризации Гематологического научного центра РАМН
Кобринский Б.А., д.м.н., профессор, руководитель Медицинского центра новых информационных технологий МНИИ педиатрии и детской хирургии МЗ РФ
Красильников И.А., д.м.н., заведующий кафедрой информатики и управления в медицинских системах Санкт-Петербургской медицинской академии последипломного образования
Кузнецов П.П., д.м.н., профессор кафедры управления и экономики здравоохранения Высшей школы экономики, главный редактор Портала РАМН, г. Москва, Россия
Шифрин М.А., к.ф. м.н., руководитель медико-математической лаборатории НИИ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко
Цветкова Л.А., к.б.н., завсектором отделения научно-информационного обслуживания РАН и регионов России ВИНИТИ РАН

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ АНАЛИТИКА В ЗДРАВООХРАНЕНИИ

А.Н. Гуров, О.А. Галютин, О.В. Царева
Значение программного комплекса для паспортизации сосудистых центров и совершенствования системы оказанию медицинской помощи пациентам с болезнями системы кровообращения в Московской области 44-48

А.В. Свальковский, С.Д. Захаров
Аналитическая обработка баз данных внедренных информационных систем 49-55

А.А. Халафян, А.А. Кошкаров, А.Б. Семенов
Построение рейтинга медицинских страховых компаний методом иерархической классификации 56-68

А.Ю. Лосев
Автоматизированная система управления ресурсами медицинской организации 69-77

НОВОСТИ 78-80

«ВРАЧ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Свидетельство о регистрации
№ 77-15631 от 09 июня 2003 года

Издается с 2004 года.
Включен в перечень ВАК ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендуемых для опубликования основных научных результатов диссертации на соискание ученой степени кандидата и доктора наук.

Читатели могут принять участие в обсуждении статей, опубликованных в журнале «Врач и информационные технологии», и направить актуальные вопросы на горячую линию редакции.

Журнал зарегистрирован Министерством Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций. Товарный знак и название «Врач и информационные технологии» являются исключительной собственностью ООО Издательский дом «Менеджер здравоохранения». Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных и прочих сведений, а также за то, что в материалах не содержится данных, не подлежащих открытой публикации. Материалы рецензируются редакционной коллегией.
Мнение редакции может не совпадать с мнением автора. Перепечатка текстов без разрешения журнала «Врач и информационные технологии» запрещена. При цитировании материалов ссылка на журнал обязательна.

За содержание рекламы ответственность несет рекламодатель.

Учредитель — ООО Издательский дом «Менеджер здравоохранения»
Издатель — ООО Издательский дом «Менеджер здравоохранения»

Адрес издателя и редакции:
127254, г. Москва, ул. Добролюбова, д. 11
idmz@mednet.ru, (495) 618-07-92

Главный редактор:
академик РАН, профессор
В.И. Стародубов, idmz@mednet.ru
Зам. главного редактора:
д.м.н. Т.В. Зарубина, t_zarubina@mail.ru
д.т.н. А.П. Столбов, stolbov@mcramn.ru
Ответственный редактор:
к.т.н. А.В. Гусев, agusev@kmis.ru
Шеф-редактор:
д.б.н. Н.Г. Куракова, kurakov.s@relcom.ru
Директор отдела распространения и развития:
к.б.н. Л.А. Цветкова
(495) 618-07-92
idmz@mednet.ru, idmz@yandex.ru

Автор дизайн-макета:
А.Д. Пугаченко
Компьютерная верстка и дизайн:
ООО «Допечатные технологии»
Литературный редактор:
Т.Н. Сайкина

Подписные индексы:
Каталог агентства «Роспечать» — **82615**

Отпечатано в типографии
ООО «КЛУБ ПЕЧАТИ»
127018, г. Москва,
Марьиной Рощи 3-й проезд,
дом № 40, строение 1, офис 32.

Дата выхода в свет 01 октября 2016 г.
Общий тираж 2000 экз. Цена свободная.

© ООО Издательский дом «Менеджер здравоохранения»

Physicians and IT

№5
2016

Мы видим свою ответственность в том, чтобы Ваши статьи заняли достойное место в общемировом публикационном потоке...

MEDICAL DECISION SUPPORT SYSTEMS

B.A. Kobrinskii

Fuzzy in clinical medicine and the need to reflect in expert systems 6-14

A.P. Yastremsky, A.I. Izvin, A.G. Sannikov, N.S. Sokolovsky, S.D. Zaharov

Results of the expert systems comparison for diagnostics of acute pharyngeal diseases 15-25

ACTUAL PROBLEMS OF THE DEVELOPMENT OF INFORMATION RESOURCES

V.G. Kudrina, V.V. Kamardin, O.V. Goncharova, N.E. Kuchin

Experience of the information basis for the continuing professional education of medical specialists 26-34

A.P. Stolbov

About the definition of the classes of Cybersecurity of Medical devices 35-43

Журнал входит в топ-5 по импакт-фактору Российского индекса научного цитирования журналов по медицине и здравоохранению

AUTOMATED ANALYTICS IN HEALTHCARE

A.N. Gurov, O.A. Galyutin, O.V. Tsareva

The value of program complex for the certification of vascular centers and improving of the system of health care for patients with diseases of the circulatory system in the Moscow region 44-48

A.V. Svalkovsky, S.D. Zakharov

Analytical processing of databases of the implemented information systems on the example of risk factors of socially dangerous actions of patients with organic damage of a brain 49-55

A.A. Khaliphyan, A.A. Koshkarov, A.B. Semenov

Ranking definition method of health insurance companies based on hierarchical classification 56-68

A.Y. Losev

Automated control system of medical organization resources 69-77

NEWS 78-80

Б.А. КОБРИНСКИЙ,
д.м.н., профессор, заведующий лабораторией систем поддержки принятия клинических решений Института современных информационных технологий в медицине Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН, г. Москва, Россия, kba_05@mail.ru

НЕЧЕТКОСТЬ В МЕДИЦИНЕ И НЕОБХОДИМОСТЬ ЕЕ ОТРАЖЕНИЯ В ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМАХ

УДК 76.03.59; 28.23.35

Кобринский Б.А. ***Нечеткость в клинической медицине и необходимость ее отражения в экспертных системах*** *(Институт современных информационных технологий в медицине Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН, г. Москва, Россия)*

Аннотация. В статье рассмотрены врачебные проблемы при описании субъективных клинических характеристик, в отношении которых отсутствует единое и постоянное мнение (фактор уверенности). Указывается на рефлексию пациентов и врачей при их описании. Изложены способы их формального представления с использованием логико-лингвистических шкал и факторов уверенности экспертов для реализации при создании экспертных систем.

Ключевые слова: *нечеткая логика, НЕ-факторы, лингвистические шкалы, рефлексия, фактор уверенности, нечеткие экспертные системы, медицинская диагностика.*

UDC 76.03.59; 28.23.35

Kobrinskii B.A. ***Fuzzy in clinical medicine and the need to reflect in expert systems*** *(Institute of Modern Information Technologies in Medicine of the Federal Research Center "Computer Science and Control" of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia)*

Abstract. At the paper considered of physician problems at describing of subjective clinical characteristics for which there is no single and consistent opinion (certainty factor). Point out to reflection of patients and physicians to describe them. It sets out methods for their formal presentation with the use of logical-linguistic scales and expert certainty factors for creating expert systems.

Keywords*: fuzzy logic, NOT-factors, linguistic scale, reflection, certainty factor, fuzzy expert systems, medical diagnostic.*

Величина единой мерой не мерится,
она становится либо больше,
либо меньше от сравнения

Сенека[1]

ВВЕДЕНИЕ

В медицине далеко не редко врач не может четко оценить признаки, наблюдаемые у больного. Он мысленно сравнивает их с известными из литературы или с прецедентами, встречавшимися ему ранее. Такого же рода сложность касается и жалоб больного. Неточность признаков и диагнозов может отражаться и в нечеткости экспертных оценок. В общем виде важной характеристикой нечеткой логики является то, что любая теория Т

[1] Сенека Л.А. Нравственные письма к Луцилию // Нравственные письма к Луцилию; Трагедии. – М.: Худож. лит., 1986, с. 83.

© Б.А. Кобринский, 2016 г.

может быть фаззифицирована (fuzzified) и, следовательно, обобщена путем замены понятия четкого множества в Т понятием нечеткого множества [1]. Таким способом можно прийти к нечеткой арифметике, нечеткой топологии, нечеткой теории вероятностей, нечеткому управлению, нечеткому анализу решений. Выигрышем от фаззификации является большая общность и лучшее соответствие модели действительности.

В последний период медицина все чаще сталкивается, наряду с классическими формами патологии, с нетрадиционными (атипичными) вариантами проявления заболеваний. Кроме того, имеет место гетерогенность клинически сходных болезней (варианты с разными генетическими изменениями), полиморфизм (многовариантность) клинических проявлений, симптомы-миражи (появление которых ошибочно связывают с патологией определенной системы или органа) и болезни-хамелеоны (маскирующиеся под другие, иногда очень далекие, заболевания). Динамика клинических проявлений, включая осложнения основного заболевания, создает дополнительные сложности для принятия диагностических и прогностических решений. Таким образом, имеет место нечеткость как признаков и нозологических форм, так и отнесение их к определенному классу болезней. Чем больше нечеткое входное воздействие, тем менее четкая реакция на выходе системы. Чем больше импульсов поступает на вход системы, тем меньше разброс значений на выходе из нее [2].

Гипотезы о диагнозе обусловлены не только выявляемыми у больного изменениями и их сочетаниями, но и самооценкой врача, проявляющейся его уверенностью/неуверенностью в отношении возникающих диагностических гипотез. Особенности рефлексии отражаются в мысленных контраргументах у врача – субъективных суждениях о правдоподобности жалоб и наблюдаемых клинических проявлениях, которые могут приводить к коррекции первичной гипотезы. Сомнения или, наоборот, переоценка жалоб и их выраженности и частоты возможна и у пациентов, которые подразделяются на терпеливых и мнительных. Таким образом, рефлексия влияет на способность человека однозначно оценивать или критически воспринимать собственные и чужие наблюдаемые и ощущаемые явления.

В интеллектуальных системах рефлексия может находить отражение в виде коррекции данных – пополнение информации (например, получение результатов дополнительных исследований), отказ от некоторых ранее полученных данных или переоценка их характеристик, пересмотр гипотез в связи с теми или иными данными или их сочетаниями.

НЕЧЕТКОСТЬ И НЕ-ФАКТОРЫ

Формальное представление понятий и данных осуществляется с помощью нечетких множеств (с неточно определенными границами) и функций принадлежности каждого члена пространства рассуждения к данному нечеткому множеству. Степень нечеткости – принадлежность к определенному множеству (при условии различной степени соответствия свойствам данного множества). Нечеткие или расплывчатые категории возникают там, где представления человека о процессах и явлениях выражаются с помощью недостаточно определенных качественных оценок (например, средний возраст, низкий рост, окраска кожи, состояние удовлетворительное). По существу, практически все человеческие понятия являются нечеткими, так как они получаются в результате группировки точек или объектов, объединяемых по сходству. Тогда нечеткость подобных групп есть прямое следствие нечеткости понятия сходства [3]. Допустимому уровню неточности при решении конкретной задачи должна соответствовать степень грануляции измерительной информации [4]. Гранулой Lotfi Zadeh называет группу объектов, объединяемых отношениями нераз-

Таблица 1.

Аспекты неполноты информации

Аспект неполноты информации	*Теория описания*
Неточность	Теория интервального анализа Теория ошибок
Неопределенность	Логики, в том числе многозначные
Неточность	Теория нечетких множеств Теория возможностей

личимости, сходства, близости или функциональности. Грануляция информации основана на неклассическом представлении множества. Гранулярная математика Заде – это не точечная, а интервальная математика.

Различные типы нечетких мер соответствуют различным точкам зрения на оценку определенности событий. Теория возможностей Заде [5], допуская несколько (в действительности – континуум) степеней возможности, фактически отходит от модальной семантики. В медицине этому отвечает существование множества вариантов переходных состояний здоровья.

В различных исследованиях предлагается выделять разные варианты, описывающие проблемы неточности информации. Так категории неопределенности у Д.И. Шапиро [6] включают неточность (ошибка наблюдения), незнание, неопределенность (недостаточность информации), субъективная вероятность, неполнота, расплывчатость. В то же время у Н.Г. Ярушкиной [7] для неполноты информации предложены аспекты, частично пересекающиеся с вышеназванной работой *(табл. 1)*.

Условно предлагается называть НЕ-факторами [8,9] неточность, неопределенность (недоопределенность), неоднозначность, нечеткость, неполноту, недетерминизм, противоречивость. Так, под неточностью понимается величина, которая может быть получена с ограниченной точностью, т.е. не превышающей некоторый порог, определенный природой соответствующего параметра (например, переходы цвета, оттенков серого на УЗИ и т.д.). Недоопределенность относится к истинности информации в смысле соответствия реальной действительности (степени уверенности знания [10]). Недоопределенное значение является оценкой величины, которая является по своей природе более точной, чем можно установить в данный момент (например, состояние больного, оценка ожоговой поверхности, разрешающая способность аппаратуры – к примеру, МРТ с разрешающей способностью от 0,5 до 3 тесла). Неоднозначное значение отражает множество альтернатив, оцениваемых с точки зрения некоторой конкретной семантики (возможность, правдоподобие, уверенность, адекватность и т.п.).

НЕЧЕТКОСТЬ В МЕДИЦИНСКИХ СИСТЕМАХ

Информационные составляющие, характеризующиеся нечеткостью определяются особенностями медицинской предметной области. Среди них в первую очередь следует назвать:

- Субъективные сведения, сообщаемые больным, которые могут искажаться под воздействием рефлексивной системы пациента.
- Данные объективно-субъективного обследования больного врачом (субъективность определяется опытом и знаниями медицинских работников, определяющих направление физикального осмотра).
- Результаты заключений по результатам инструментальных и лабораторных исследований (на различной аппаратуре).
- Образные визуальные представления (рефлексия «правополушарного» врача) на основе прецедентов и литературных знаний.

• Гипотезы (выбор с учетом полученных данных и собственной рефлексии врача).

Нередко имеет место многозначность интерпретации наблюдаемых проявлений, выражающаяся в сходных симптомах при разных болезнях.

ФОРМАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ КЛИНИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ

В теории измерений принято различать шкалы наименований, порядка, разностей (интервалов). Шкалы наименований характеризуются отношением эквивалентности (равенства). Примером такой шкалы может служить классификация (оценка) цвета. Но когда объективная оценка вынужденно заменяется субъективной оценкой глаза врача, то возникает проблема определения переходных оттенков и достигнуть единого мнения о, например, цвете лица больного можно далеко не всегда.

Шкалы порядка – это расположенные в порядке возрастания или убывания размеры измеряемой величины. Расстановка размеров в порядке их возрастания или убывания с целью получения измерительной информации по шкале порядка называется ранжированием. Такие шкалы используются в медицине при оценке качественных признаков (степень тяжести, стадия выраженности заболевания и т.п.). В тех случаях, когда имеется возможность судить о степени или интервале различий, то используется понятие шкалы разностей.

Нечеткие порядковые шкалы называют также лингвистическими. Логико-лингвистические методы описания систем основаны на том, что поведение системы выражается в терминах ограниченного естественного языка и может быть представлено с помощью лингвистических переменных [11,12]. Неформально под лингвистической переменной понимается такая переменная, значениями которой могут быть не только числа, но слова и словосочетания естественного или искусственного языка. Фактически лингвистическая переменная представляет собой дескриптивную, иерархическую модель триады, включающей понятие, его значения, их смысл [13].

Нечеткая логико-лингвистическая система описывается набором значений входных и выходных лингвистических переменных, связанных между собой некоторыми эвристическими правилами. В практике оценки клинических проявлений имеет место нечеткость как самих используемых понятий (признаков), так и отнесение их к определенному классу.

Проблема разделения континуума на диагностически значимые интервалы. заключается в том, что любые интегрирующие оценки включают многочисленные неточности, которые должны быть объединены в единое целое. А в интегральном анализе состояний живого организма преобладают такие понятия, как тенденция, динамика, которые практически всегда характеризуются нечеткими метками [14]. Один из вариантов подразделения континуума на осмысленные распознаваемые числовые интервалы, отвечающие области значений некоторого понятия по критерию максимизации меры «информационный выигрыш» (information gain) предложено Дж. Квинланом [15].

Нечеткость и вероятность моделируют разные типы неопределенности (uncertainty) и взаимно дополняют друг друга. Нечеткие и вероятностные вербальные определения могут быть представлены в виде лингвистической шкалы:

- очень похоже или скорее всего (очень вероятно);
- нельзя исключить или весьма вероятно;
- можно заподозрить (предположить) или вероятно наличие;
- сомнительно, но не исключено или маловероятно;
- крайне мало похоже или очень маловероятно.

Один из подходов к обработке интервалов неопределенности в оценке признаков и их сочетаний состоял в проверке экспертных

оценок (чисел от 0 до 1) в медицинских примерах описания заболеваний по различным сочетаниям признаков на соответствие байесовской логике, их корректировке и вычислении виртуальных статистик [16], т.е. чисел, получаемых при обработке диагностических знаний группы экспертов и характеризующих встречаемости признаков.

Нечеткие логические выводы представляют собой способ обработки информации на базе экспертных правил, задаваемых в нечетком виде. Нечеткие логические выводы создают модель приближенных рассуждений человека. Мера доверия или уверенности представляет собой неформальную оценку эксперта, присоединяемую к его заключению в форме «вероятно это так», почти наверняка это так» или «это совершенно невероятно». В стэнфордской модели фактора уверенности (certainty factor) – это оценка на интервале [–1; 1], численно определяющая меру уверенности эксперта в своем решении. В этой теории предлагаются правила для объединения свидетельств при выводе заключений. При формировании базы правил с каждым правилом сопоставляется определенное значение фактора уверенности [17].

ОТРАЖЕНИЕ НЕЧЕТКИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ВРАЧА В ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМАХ

Главные преимущества нечетких систем:

- возможность оперировать нечеткими входными данными;
- возможность нечеткой формализации критериев оценки и сравнения;
- возможность осуществления качественных оценок как входных, так и выходных данных;
- возможность быстрого моделирования динамических систем с заданной степенью точности.

Возможными путями на пути формализации трудно вербализуемых (интуитивных или не совсем четких для самого эксперта) представлений можно представить следующие:

- учет в базе знаний, насколько это возможно, интуитивных представлений специалиста, например, проявляющихся в форме ассоциаций;
- отображение в формализмах базы знаний уверенности эксперта (группы экспертов) в информации (знаниях) о проявлениях болезней или, другими словами, учет степени неуверенности в сообщаемых представлениях;
- отражение того, что можно характеризовать термином «сомнения» в «пропущенных» через мозг специалиста в проблемной области объективных признаках и/или субъективных сведениях.

НЕЧЕТКИЕ МЕТОДЫ И НЕЧЕТКИЕ СИСТЕМЫ

Нечеткий классификатор [18] представляет собой базу нечетких правил. Каждое нечеткое правило – выражение причинно-следственной закономерности отнесения объекта к какому-либо классу в лингвистической форме.

Предложены три критерия, лежащие в основе построения нечетких классификаторов: 1) индекс интерпретируемости, характеризующий различимость и понятность нечетких термов; 2) точность, оцениваемая процентом правильно классифицированных объектов; 3) сложность или компактность, выраженная числом нечетких правил. Разработаны алгоритмы нахождения компромисса между тремя названными критериями, позволяющие получить нечеткие классификаторы. Множество нечетких классификаторов, оптимальных по указанным трем критериям, представлено Парето-фронтом (Pareto-frontier). Любой из классификаторов множества может быть выбран в зависимости от потребностей пользователя [19].

Метод Fuzzy k-NN [20], является примером составного метода на базе алгоритма k-NN. Алгоритм k-NN не детерминирует важность, вес, а также мощность связи различных узлов, что обеспечило фаззификацию для данного алгоритма и позволило устранить недостат-

ки классического метода. Более того, Fuzzy k-NN не требует процедуры предварительной обработки данных (Preprocessing). Предложено использовать несколько методов, каждый из которых в отдельности является самостоятельным классификатором, а именно, Fuzzy k-NN, а также многоуровневые перцептроны с градиентным спуском и сопряженным градиентом, имеющие обратное распространение. Выходные данные каждого классификатора являются входными для конечного классификатора, использующего алгоритм Mamdani [21]. Такая схема работы обеспечила высокую точность полученных результатов классификации нарушений сердечного ритма.

Основная сложность в использовании нечетких систем (нечеткого классификатора) состоит в генерации эффективной базы правил.

Генетические алгоритмы осуществляют поиск баланса между эффективностью и качеством решений за счет «выживания сильнейших альтернативных решений» в неопределенных и нечетких условиях. В задачах конструирования нечетких систем с использованием генетических алгоритмов существуют два основных подхода: Питтсбургский и Мичиганский [22]. В Мичиганском методе индивиды генетического алгоритма представляют собой отдельные правила, в Питтсбургском – базу нечетких правил в целом. Недостатком Мичиганского метода является противоречие между целевой функцией для индивидов и эффективностью базы правил в целом. Питтсбургский метод лишен этого недостатка, однако требует значительных вычислительных ресурсов, так как размерность решаемой задачи оптимизации возрастает многократно. Для устранения указанных недостатков предложена схема генерирования нечеткого классификатора, осуществляющего гибридизацию Мичиганского и Питтсбургского методов и использование конкурирующего коэволюционного алгоритма для адаптации стратегии оптимизации в качестве инструмента автоматизации выбора настроек эволюционного алгоритма [23]. Формирование нечеткого классификатора включает три основных этапа (помимо этапа фазификации информативных признаков, осуществляемой тривиальным способом равномерного заполнения нечеткими числами интервалов варьирования признаков): 1) формализованная процедура отбора стартовых правил с использованием априорной информации из обучающей выборки; 2) улучшение стартовых правил Мичиганским методом (задача однокритериальной безусловной оптимизации); 3) сокращение найденного множества правил Питтсбургским методом – задача однокритериальной условной оптимизации [24].

Предложен и другой подход для повышения эффективности обучения нечетко-продукционной модели представления знаний, решающей задачу формирования базы знаний с использованием генетического алгоритма [25]. Этот вариант также включает ряд подэтапов: а) кодирование/декодирование нечетко-продукционной модели представления знаний; б) создание начальной популяции хромосом; в) оценка ее приспособленности в популяции; г) селекция хромосом; д) применение генетических операторов к хромосомам; е) формирование новой популяции. Результатом является обученная модель, аппроксимирующая с заданной точностью данные из обучающей выборки и формирующая базу знаний, состоящую из системы нечетко-продукционных правил.

Все шире применяются так называемые мягкие гибридные системы. Фактически это консорциум вычислительных методов, которые коллективно обеспечивают основы для понимания, конструирования и развития интеллектуальных систем. Главными их компонентами являются нечеткая логика, нейро-вычисления, генетические вычисления и вероятностные вычисления. Наиболее известными являются *нейро-нечеткие* системы. Развиваются *нечетко-генетические системы, нейро-генетические системы* и *нейро-нечетко-генетические систе-*

мы. По сравнению с традиционными жесткими вычислениями, мягкие вычисления более приспособлены для работы с неточными, неопределенными или частично истинными данными / знаниями [1]. В адаптивной нейро-системе нечеткого вывода (Индонезия) для предсказания раковых заболеваний на ранних стадиях [26] реализована гибридная система, в которой интегрированы нейронные сети и продукционные правила, а машина вывода построена на основе теории нечеткого вывода.

Отличительной особенностью обобщенного алгоритма обучения гибридного нечеткого классификатора является возможность его применения при наличии недифференцируемых функций активации нейросетевого представления, а также использование ограничений в процессе обучения, гарантирующих сохранение семантической интерпретируемости. Получение нескольких наборов нечетких правил, которые являются недоминируемыми по трем критериям: точности классификации, количеству нечетких правил и общей длине нечетких правил предоставляют пользователю возможность среди полученных наборов правил выбрать наиболее подходящий с точки зрения соотношения точности классификации и интерпретируемости соответствующего нечеткого классификатора для анализа медицинских данных, характеризующихся набором значений различных клинических и лабораторных показателей [27].

НЕЧЕТКОСТЬ КОГНИТИВНЫХ ОБРАЗНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ

Новым направлением может явиться включение в базы знаний, наряду с лингвистическими характеристиками, визуальных холистических образов [28]. Модель нечеткой логико-интуитивно-образной интеллектуальной системы должна учитывать:

- нечеткость визуальных образных представлений;
- нечеткость в оценке отнесения образов к определенному классу;
- изменение неопределенности в отношении рассматриваемой гипотезы в процессе рассуждений и аргументации на основе образов с привлечением лингвистического контента.

Визуальные образные ряды могут включать изображения, представленные, например, с использованием онтологий, с многообразными переходными характеристиками, что позволяет говорить о нечетких образных рядах. Попытка их представления только в лингвистической форме не позволяет в полной мере учитывать нечеткие переходы, обусловленные динамикой изменений, этническими особенностями и другими причинами, приводя в конечном счете к разрушению единства целостного визуального образа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нечеткость определений в медицине (норма, переходные доклинические проявления, ранние формы заболеваний, стадии патологического процесса) создает сложности при описании и формализации признаков и заболеваний. Для их преодоления применяются различные шкалы и факторы уверенности. Визуальные образы также представляют собой нечеткие ряды. Это породило необходимость перехода к нечетким интеллектуальным системам, использующим различные подходы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Заде Л.А.* Роль мягких вычислений и нечеткой логики в понимании, конструировании и развитии информационных / интеллектуальных систем // Искусственный интеллект. – 2001. – № 2–3. – С. 7–11. – Режим доступа: http://zadeh.narod.ru/ZADEH_Rol_mjagkikh_vychislenij.html.

2. *Танака Х., Цукияма Т., Асаи К.* Модель нечеткой логической системы, основанная на логической структуре // Нечеткие множества и теория возможностей: Последние достижения / Под ред. Р.Р. Ягера. – М.: Радио и связь, 1986. – С. 186–199. – Режим доступа: http://www.twirpx.com/file/117159/.
3. *Zadeh L.A.* Toward a Theory of Fuzzy Systems // Aspects of Network and System Theory / R.E. Kalman and N. DeClaris (Eds.). – New York: Rinehart and Winston, 1971. – 469–490 p. – Режим доступа: https://books.google.ru/books?id=wu0dMiIHwJkC&pg=PA782&lpg=PA782&dq=Zadeh+L.A.+Toward+a+Theory+of+Fuzzy+Systems+//+Aspect+Network+and+System+Theory+/+N.Y.:+Rinehart+and+Winston,+1971.
4. *Zadeh L.A.* Towards a theory of fuzzy information granulation and its centrality in human reasoning and fuzzy logic // Fuzzy Sets and Systems. – 1997. – Vol.19, Iss.2. – P. 111–127. – Режим доступа: http://www.mathhouse.org/files/filebox/File/lotfizadeh/.
5. *Zadeh L.A.* Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility // Fuzzy sets & Systems. – 1978. – Vol.1, No.1. – P. 3–28. – Режим доступа: https://books.google.ru/books?id=oLLfBwAAQBAJ&pg=PA169&lpg=PA169&dq=Zadeh+L.A.+Fuzzy+sets+as+a+basis+for+a+theory+of+possibility.
6. *Шапиро Д.И.* Принятие решений в системах организационного управления: использование расплывчатых категорий. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 185 с. – Режим доступа: http://www.mtas.ru/search/search_results_ubs_new.php?publication_id=2208&IBLOCK_ID=10.
7. *Ярушкина Н.Г.* Гибридные системы, основанные на мягких вычислениях: определение, архитектура, возможности // Программные продукты и системы. – 2002. – № 3. – С. 19–22. – Режим доступа: http://www.swsys.ru/index.php?page=article&id=687.
8. *Нариньяни А.С.* Не-факторы: Неоднозначность (доформальное исследование) (1-я часть) // Новости искусственного интеллекта. – 2003а. – № 5 (59). – С. 47–55. – Режим доступа: http://www.raai.org/library/library.shtml?link.
9. Нариньяни А.С. Не-факторы: Неоднозначность (доформальное исследование) (2-я часть) // Новости искусственного интеллекта. – 2003б. – № 6 (60). – С. 10–17. – Режим доступа: http://www.raai.org/library/library.shtml?link.
10. *Вагин В.Н., Головина Е.Ю., Загорянская А.А., Фомина М.В.* Достоверный и правдоподобный вывод в интеллектуальных системах / Ред. Вагин В.Н., Поспелов Д.А. – М.: Физматлит, 2004. – 712 с. – Режим доступа: http://bookoteka.ru/12874.html.
11. *Заде Л.* Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений: Пер. с англ. Вып.3. – М.: Мир, 1976. – 168 с. – Режим доступа: urss.ru/cgi-bin/db.pl?lang=Ru&blang=ru&page=Book&id=5148.
12. *Поспелов Д.А.* Логико-лингвистические модели в системах управления. – М.: Энергоатомиздат, 1981. – 232 с. – Режим доступа: http://infotechlib.narod.ru/index/0–16.
13. *Тарасов В.Б.* Логико-лингвистические модели в искусственном интеллекте: прошлое, настоящее, будущее // II Поспеловские чтения «Искусственный интеллект сегодня. Проблемы и перспективы», 30 ноября – 1 декабря 2005 г., Политехнический музей, Москва, 2005. – [Электронный документ] URL: http://aihandbook.intsys.org.ru/index.php/activity/confs-list/578-conf-23.
14. *Кобринский Б.А.* Континуум переходных состояний организма и мониторинг динамики здоровья детей: Монография. 2-е изд, стер. М. – Берлин: Direct-Media, 2016. – 220 с. – Режим доступа: https://books.google.ru/books?id=mezSCwAAQBAJ&pg=PA44&lpg=PA44&dq=Нечеткость+и+континуум+переходных+состояний&source.
15. *Quinlan J.R.* Programs for Machine Learning. – Elsevier Science & Technology Books, 1992. – 302 p. – Режим доступа: http://store.elsevier.com/C4_5/J_-Quinlan/isbn-9781558602380/.
16. *Кобринский Б.А., Марьянчик Б.В., Темин П.А., Ермаков А.Ю.* Применение технологии виртуальных статистик для разработки медицинской диагностической системы, основанной на знаниях // Интеллектуальные и информационные системы в медицине: Мониторинг и поддержка принятия решений: сборник статей / Б.А. Кобринский [и др.]. – М. – Берлин: Direct-Media, 2016. – С. 21–36. – Режим доступа:

https://books.google.ru/books?id=t-rSCwAAQBAJ&pg=PA47&lpg=PA47&dq=Метод+виртуальных+статистик&source.
17. *Люгер Дж.Ф.* Искусственный интеллект. Стратегии и методы решения сложных проблем. 4-е изд. Пер. с англ. – М.: Изд. дом «Вильямс, 2003. – 864 с. – Режим доступа: http://www.twirpx.com/file/587224/.
18. *Ishibuchi H., Nakashima T., Murata T.* Performance evaluation of fuzzy classifier systems for multidimensional pattern classification problems // IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. – 1999. – Vol.29, No.5. – P. 601–618. – Режим доступа: http://elibrary.pks.mpg.de/Search/Results?type=Author&lookfor=Ishibuchi%2C%20H.
19. *Горбунов И.В., Ходашинский И.А.* Методы построения трехкритериальных Парето-оптимальных нечетких классификаторов // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2015. – № 2. – С. 75–87. – Режим доступа: https://publications.hse.ru/articles/?mg=54090842.
20. *Sengur A.* An expert system based on principal component analysis, artificial immune system and fuzzy k-NN for diagnosis of valvular heart diseases // Computers in Biology and Medicine. – 2008. – № 38. – P. 329–338. – Режим доступа: http://www.computersinbiologyandmedicine.com/article/S0010–4825(07)00183–7/abstract.
21. *Castillo O., Melin P., Ramirez E., Soria J.* Hybrid intelligent system for cardiac arrhythmia classification with Fuzzy K-Nearest Neighbors and neural networks combined with a fuzzy system // Expert Systems with Applications. – 2012. – Vol. 39, Iss.3. – P. 2947–2955. – Режим доступа: http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2064614.
22. *Cordon O., Herrera F., Gomide F., Hoffman F., Magdalena L.* Ten years of genetic-fuzzy systems: a current framework and new trends // Proceedings of Joint 9th IFSA World Congress and 20th NAFIPS International Conference. – Vancouver – Canada, 2001. – Vol.3. – P. 1241–1246. – Режим доступа: books.google.ru/books/about/Joint_9th_IFSA_World_Congress_and_20th_N.html?id=IZVVAAAAMAAJ&redir_esc=y.
23. *Жукова М.Н.* Коэволюционный алгоритм решения сложных задач оптимизации: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Красноярск: ФГОУ ВПО «Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева», 2004. – 20 с. – Режим доступа: http://www.dslib.net/sys-analiz/kojevoljucionnyj-algoritm-reshenija-slozhnyh-zadach-optimizacii.html
24. *Сергиенко Р.Б.* Автоматизированное формирование нечетких классификаторов самонастраивающимися коэволюционными алгоритмами: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Красноярск: ФГОУ ВПО «Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева», 2010. – 20 с. – Режим доступа: http://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/2052/Sergienko.pdf.
25. *Катасев А.С., Ахатова Ч.Ф.* Нейро-нечеткая модель формирования баз знаний экспертных систем с генетическим алгоритмом обучения // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Труды XII Международной конференции. – Самара: Самарский научный центр РАН, 2010. – С. 615–621. – Режим доступа: http://www.ssc.smr.ru/ipuss_conf_12.html.
26. *Min H., Manion F.J., Goralczyk E., Wong Y.N., Ross E., Beck J.R.* Integration of prostate cancer clinical data using an ontology // Journal of Biomedical Informatics. – 2009. – Vol.42, No.6. – P. 1035–1045. – Режим доступа: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2784120/.
27. *Новоселова Н.А.* Алгоритмы построения гибридного нечеткого классификатора для анализа медицинских данных: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Минск: Государственное научное учреждение «Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси», 2008. – 16 с. – Режим доступа: http://neurosite.biz/files/dokumenti/apgnkdamd.html.
28. *Кобринский Б.А.* Нечеткий образный ряд в клинической медицине // Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте: Сборник научных трудов V-й Международной научно-практической конференции. Т. 1. – М.: Физматлит, 2009. – С. 121–127. – Режим доступа: http://www.raai.org/resurs/papers/kolomna2009.

А.П. ЯСТРЕМСКИЙ,
к.м.н., доцент, кафедра Оториноларингологии ТюмГМУ, г. Тюмень. Россия.
E-mail: yastrem-andrej97@yandex.ru
А.И. ИЗВИН,
д.м.н., профессор, заведующий кафедрой Оториноларингологии ТюмГМУ, г. Тюмень, Россия.
E-mail: super.lor-kafedra@yandex.ru
А.Г. САННИКОВ,
д.м.н., доцент, заведующий кафедрой медицинской и биологической физики с курсом медицинской информатики ТюмГМУ, г. Тюмень, Россия, E-mail: sannikov@72.ru
Н.С. СОКОЛОВСКИЙ,
ООО «Фирма Коста», ведущий аналитик, г. Санкт-Петербург, Россия,
E-mail: socolovskynik@gmail.ru
С.Д. ЗАХАРОВ,
к.ф.-м.н. доцент, кафедры медицинской и биологической физики с курсом медицинской информатики ТюмГМУ, г. Тюмень, Россия, E-mail: s_zah@rambler.ru

ИТОГИ СРАВНЕНИЯ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ОСТРЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ГЛОТКИ

УДК 616.21/.22; 616.28

Ястремский А.П., Извин А.И., Санников А.Г., Соколовский Н.С. Захаров С.Д. ***Итоги сравнения экспертных систем для диагностики острых заболеваний глотки*** *(Тюменский государственный медицинский университет, Тюмень, Россия)*

Аннотация. В статье представлено описание разработки экспертных систем (ЭС) дифференциальной диагностики острых заболеваний глотки, основанных на различных математических алгоритмах; «Портретный метод», «Наивный Байесовский классификатор» (НБК), «Искусственные Нейронные Сети» (ИНС). Использована выборка 476 законченных клинических случаев с острыми заболеваниями глотки; паратонзиллит, парафарингит, острый тонзиллит, острый фарингит. Описана технология разработки ЭС.

Клиническая оценка показала, что ЭС, основанная на «Портретном методе», допускает процент ошибочных диагнозов для всего списка диагностируемых заболеваний в среднем до 8,40%. Проведенная проверка ЭС, основанной на НБК, в клинической практике выявила расхождения в диагнозах в 47,6% случая, в то же время разработанная ЭС «Программа для постановки дифференциального диагноза острых заболеваний глотки «ЛОР-Нейро» показала высокую клиническую эффективность в 96% случаев.

Ключевые слова: *экспертные системы, математические алгоритмы, Портретный метод, Наивный Байесовский классификатор, Искусственные Нейронные Сети.*

UDC 616.21/.22; 616.28

Yastremsky A.P., Izvin A.I., Sannikov A.G., Sokolovsky N.S., Zaharov S.D. ***Results of the expert systems comparison for diagnostics of acute pharyngeal diseases*** *(Tyumen state medical university, Tyumen, Russia)*

Abstract. The description of the development of expert system (ES) of differential diagnostics of acute pharyngeal diseases based on different mathematical algorithms; «Portrait method», «Naiv Bayes classificator» (NBC), «Artificial Neuron Nets» (ANN) is presented in this article. Randonization of 476 of completed clinical cases with acute pharyngeal diseases, paratonsilitis, parapharyngitis, acute tonsillitis, acute pharyngitis is used. The technology of ES development is described. The clinical evaluation showed that ES based on «Portrait method» gives wrong diagnoses for whole list of diagnosed diseases by 8.40%. ES checking based on NBC in the clinical practice revealed differences in diagnoses in 47,6% of cases but developed ES «Program using for differential diagnosis of acute pharyngeal diseases «LOR-Neuro» showed high clinical efficiency in 96% of cases.

Keywords: *expert systems, mathematical algorithms, Portrait method, Naiv Bayes classificatory, Atrificial Neuron Nets.*

© А.П. Ястремский, А.И. Извин, А.Г. Санников, Н.С. Соколовский, С.Д. Захаров, 2016 г.

ВВЕДЕНИЕ

Информационные технологии представляют новые возможности диагностики и дифференциальной диагностики заболеваний. Достигается это путем использования различных программ поддержки принятия решения (ППР), в том числе и экспертных систем ЭС [1,2, 3]. На современном этапе разработаны различные методологические принципы в создании экспертных систем, опирающиеся на математические алгоритмы, включающие в себя среди прочего «Портретный метод», «Байесов подход», «Искусственные Нейронные сети» и другие.

Разработка ЭС в оториноларингологической практике для диагностики острых заболеваний глотки является актуальной задачей, это обусловлено высокой распространённостью данной патологии, неуклонным ростом этих заболеваний, а также развитием осложнений [4,5].

ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

Провести клиническую оценку между экспертными системами дифференциальной диагностики острых заболеваний глотки, основанной на различных математических алгоритмах.

МЕТОДЫ:

Проведена выборка 476 законченных клинических случаев с острыми заболеваниями глотки, пролеченных на базе двух лечебных учреждений г. Тюмени (ГЛПУ ТО ОКБ № 2 и ГЛПУ ТОИБ). Возраст пациентов представлен от 19 до 80 лет, средний возраст составил 31,26 ± 11,02 лет, мужчин – 283, женщин – 193.

Учитывалось, что при разработке ЭС такие диагнозы как паратонзиллит и парафарингит имеют правостороннюю, левостороннюю и двустороннюю локализацию. Представленные диагнозы были объединены в нозологические формы в соответствии с МКБ – 10 следующим образом *(Таблица 1).*

Также нами разработаны «Карта обследования пациентов с заболеваниями глотки» (регистрационный номер Роспатента № 2010613489), «Редактор базы знаний заболеваний глотки» (регистрационный номер Роспатента № 2010613472) переносились в базу знаний «Семиотика заболеваний глотки» (регистрационный номер Роспатента № 2010620304) [6]. Данные базы (БД) позволяют хранить информацию и проводить редакцию по каждому клиническому случаю.

Все БД созданы с использованием СУБД FireBird 1.5. Разработка проводилась на языке Delphi (Embarcadero Delphi XE4).

В представленных заболеваниях выделены признаки, которые включали симптомы, имеющие определённое диагностическое значение в данной нозологической форме при постановке диагноза *(рисунок 1).* Затем диагностические признаки заболевания были объединены в группы, для которых разработаны критерии встречаемости в данном заболевании в процентном соотношении; «не-

Таблица 1.

Распределение пациентов по нозологическим формам

П/П №	*Нозологические форы*	*Число случаев в выборке*
1	Паратонзиллит / паратонзиллярный абсцесс	277
2	Парафарингит / парафарингеальный абсцесс	26
3	Острый тонзиллит	82
4	Острый фарингит	91
5	Итого	476

Таблица 2.

Итоги оценки ЭС основанной на «Портретном методе»

Нозология	*Кол-во. (абс.)*	*Итерация 4*		*Итерация 5*	
		Кол-во ошибок (абс.)	*% ошибок*	*Кол-во ошибок (абс.)*	*% ошибок*
Паратонзиллит	277	47	16,96	21	7,58
Парафарингит	26	7	26,92	3	11,53
Острый тонзиллит	82	16	19,51	9	10,97
Острый фарингит	91	17	18,68	7	7,69
Итог	476	87	18,27	40	8,40

значимые» – 0, «менее значимые» 45–55%, «значимые» 56–70%, «наиболее значимые» 71–85% и «патогномоничные» 86–100%.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При разработке ЭС мы использовали различные математические алгоритмы.

Первый метод основан на «Портретном методе» диагностики [7], который сравнивает наборы признаков заболевания с эталонным набором симптомов данного заболевания. Коэффициенты значимости симптомов подбирались экспертом в предметной области [8]. В процессе работы осуществлялся поиск оптимального шага коэффициентов значимости признаков, играющих ведущую роль в постановке диагноза, при этом симптомы обозначались коэффициентами следующим образом: менее значимые – (0,75); значимые симптомы – (1,0); более значимые симптомы – (1,5); ведущие симптомы (патогномоничные симптомы) – (2,0). Если значимость симптома не имела значения для данной нозологии, её значение определялось равным 0.

Технология работы ЭС, основанной на «Портретном методе» выглядит следующим образом: ЭС выбирает признаки из БД, представленные в виде матрицы размером 9x435. Каждый элемент в столбце (симптом заболевания) взаимосвязан с другими элементами, в соответствии с патогномоничностью симптома данного заболевания. К ЭС подключается несколько файлов. Изначально ЭС выбирает весовые коэффициенты симптомов по портретам представленных заболеваний из файла «MS Excel». В другом файле этого же формата содержатся клинические случаи. Этот файл также подключался к ЭС. В дальнейшем ЭС подставляет выборки из файлов в формулу и проводит расчёт в виде ряда итераций [9]. Результаты записываются в третий файл. В завершение рассчитывался процент ошибочных диагнозов по каждой нозологической единице и в целом для всего списка диагностируемых заболеваний. Итоговые итерации представлены в *таблице 2.*

При диагностике в последней итерации система показала лучший результат. Процент ошибочных диагнозов, выставленных ЭС, составил от 7,58% – 11,53%. Общий процент ошибок 8,40%.

Дальнейшие корректировки значимости признаков заболеваний не привели к каким-либо существенным изменениям точности диагностики в ЭС.

Следующий метод разработки ЭС основан на «Наивном Байесовском классификаторе». Байесовский подход к классификации является одним из старейших, но до сих пор сохра-

няет прочные позиции в теории распознавания. Он лежит в основе многих удачных алгоритмических моделей. Учитывая этот факт, мы решили разработать экспертную систему дифференциальной диагностики острых заболеваний глотки, построенную на «Наивном Байесовском классификаторе» [10].

Байесовский простой вероятностный классификатор основан на применении Теоремы Байеса со строгими (наивными) предположениями о независимости переменных. Как правило, Байесов подход требует статистических наблюдений, где за основу берется мера вероятности и ее распределение для каждого признака (симптома), которая может быть оценена как статистическая оценка значимости признаков заболеваний. Основные преимущества «Наивного Байесовского классификатора» – простота реализации и низкие вычислительные затраты при обучении и классификации. В тех редких случаях, когда признаки действительно независимы (или почти независимы), НБК оптимален.

Изначально рассчитывались априорные вероятности всех исходных симптомов острых заболеваний глотки, взятых из единой базы клинических признаков острых заболеваний глотки. Если данный симптом никогда не встречался в наборе обучения, то оценка, основанная на вероятностях, должна быть равна нулю (0). Учитывая, что при перемножении нулевая оценка приведет к потере информации в других вероятностях, такие переменные мы инициализировали очень малыми случайными значениями 10^{-3}, во второй итерации 10^{-4}.

В последующем нами проводился анализ совпадения заранее известных клинических диагнозов заболеваний глотки, взятых из архивных историй болезни, и заключений, представленных тестовой экспертной системой на основе НБК. В *таблице 3* представлены результаты 3–4 итерации, в которых достигнут минимальный процент ошибочных диагнозов, выставленных ЭС.

Результаты последней итерации мы признали допустимыми и алгоритм с представленными апостериорными вероятностями из четвёртой итерации интегрирован в ЭС острых заболеваний глотки «Экспертная система дифференциальной диагностики острых заболеваний глотки методом Байеса» (регистрационный номер Роспатента № 2014610383) [11]. Интерфейс ЭС на основе НБК представлен на *рисунке 1.*

С целью проверки точности постановки клинического диагноза с помощью ЭС, нами

Таблица 3

Диагностическое совпадение клинических и экспертных диагнозов

№	Нозология	Кол-во случаев	Итерация 3		Итерация 4	
			Диагноз подтвержден ЭС	ошибки (%)	Диагноз подтвержден ЭС	ошибки (%)
1	Двухсторонний паратонзиллит	9	9	0	9	0
2	Правосторонний паратонзиллит	122	102	16,4	112	8,2
3	Левосторонний паратонзиллит	146	123	15,8	137	6,4
4	Правосторонний парафарингит	11	11	0	11	0
5	Левосторонний парафарингит	15	13	13,4	15	0
6	Острый тонзиллит	82	74	9,8	78	5,0
7	Острый фарингит	91	80	12,0	85	6,6
8	Итого	476	412	13,5	447	6,0

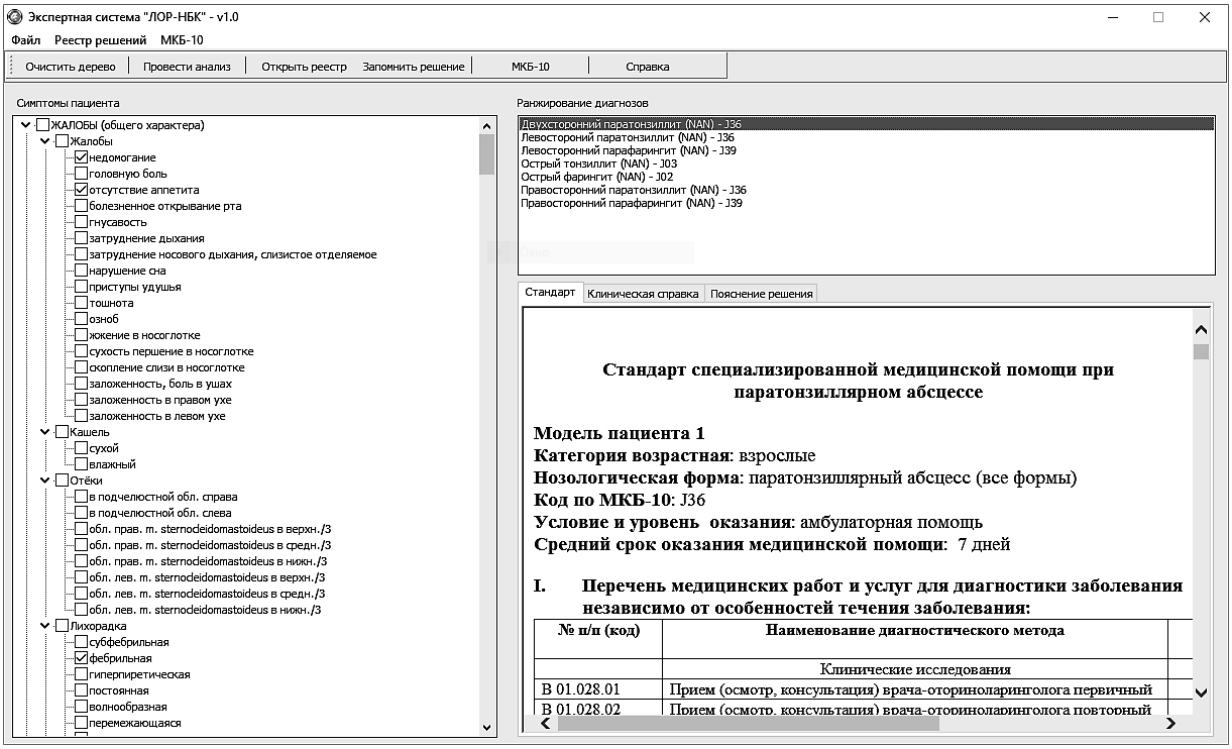


Рис. 1. **Экспертная система «ЛОР-НБК»**

проведено клиническое исследование, основанное на проверке 63 клинических случаев пациентов с острыми заболеваниями глотки. ЭС определила правильный диагноз в 52,4% представленных клинических случаев.

Следующим методом, который мы использовали для разработки ЭС, основан на искусственных нейронных сетях (ИНС).

Искусственные нейронные сети (artificial neural networks) представляют собой нелинейную систему, позволяющую классифицировать данные гораздо лучше, чем обычно используемые линейные методы. В приложении к медицинской диагностике ИНС дают возможность значительно повысить специфичность метода, не снижая его чувствительности [12,13].

Возможность обучения – одно из главных преимуществ нейронных сетей перед традиционными алгоритмами. Технически обучение заключается в нахождении коэффициентов связей между нейронами. В процессе обучения нейронная сеть способна выявлять сложные зависимости между входными и выходными данными, а также выполнять обобщение полученных знаний. Это значит, что в случае успешного обучения сеть сможет вернуть правильный результат на основании полученных данных, которые отсутствовали в обучающей выборке, а также неполных и «зашумленных» или частично искаженных данных [14,15, 16].

Обучение является наиболее важным этапом при разработке ЭС на основе ИНС. Использована единая БД признаков, представленная выше. Для обучения применена однослойная ИНС. Количество входных параметров – 439, выходных параметров – 7

В процессе обучения правильным результатом решения сети считался нейрон с наиболее сильным значением выходного сигнала. Помимо этого, в случае верного решения проводи-

symptoms (DB_ES.db3)

Структура | Данные | Индексы | Триггеры | DDL

Режим таблицы | Режим формы

#	id	caption	parent	w_link
1	0	ЖАЛОБЫ (общего характера)	-1	-1
2	1	Жалобы	0	-1
3	2	недомогание	1	0
4	3	головная боль	1	1
5	4	отсутствие аппетита	1	2
6	5	болезненное открывание рта	1	3
7	6	гнусавость	1	4
8	7	затруднение дыхания	1	5
9	8	затруднение носового дыхания, слизистое отделяемое	1	6
10	9	нарушение сна	1	7
11	10	приступы удушья	1	8
12	11	тошнота	1	9
13	12	озноб	1	10
14	13	жжение в носоглотке	1	11
15	14	сухость першение в носоглотке	1	12
16	15	скопление слизи в носоглотке	1	13
17	16	заложенность боль в ушах	1	14

Рис. 2. **Пример заполнения таблицы «Symptoms»**

weidth (DB_ES.db3)

Структура | Данные | Индексы | Триггеры | DDL

Режим таблицы | Режим формы

#	id_sensor	IDN1	IDN2	IDN3	IDN4	IDN5	IDN6	IDN7
1	0	0.0117	0.0135	0.0144	0.0099	0.0126	0.0153	0.0081
2	1	0.0099	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0117	0.0063
3	2	0.0108	0.0153	0.0135	0.0099	0.0117	0.0117	0.0081
4	3	0.0117	0.0144	0.0144	0.009	0.0099	0.0027	0.0018
5	4	0.0117	0.0144	0.0135	0.0081	0.0108	0.0045	0.0
6	5	0.0	0.0	0.0	0.0072	0.0108	0.0	0.0
7	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0099
8	7	0.0117	0.0	0.0153	0.009	0.0126	0.0027	0.0009
9	8	0.0	0.0	0.0	0.009	0.0099	0.0	0.0
10	9	0.0	0.0	0.0	0.009	0.0108	0.0	0.0
11	10	0.0108	0.0135	0.0054	0.0072	0.009	0.0126	0.0
12	11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.009	0.009
13	12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0072
14	13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0081
15	14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0108
16	15	0.0	0.0063	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	16	0.0	0.0	0.0063	0.0	0.0	0.0	0.0

Рис. 3. **Пример заполнения таблицы «Weidth»**

лось дополнительное обучение ИНС с целью закрепления результата. Нейроны, выдавшие неверный результат, штрафовались дополнительным обучением. Таким образом, увеличивалась общая скорость обучения. Для хранения симптомов рассматриваемых заболеваний при разработке ЭС создана таблица симптомов (symptoms), которая содержит описания признаков данного заболевания *(рисунок 2)*.

В таблице (weight) представлены весовые коэффициенты связей нейронов в соответствии с признаками заболевания. Каждый признак соответствует определённому сенсору нейронной сети *(рисунок 3)*.

Для обучения ИНС написана программа-учитель «Программа для обучения искусственной нейронной сети «ЛОР – Нейро» (регистрационный номер Роспатента № 2015612330). Интерфейс программы представлен на *рисунке 4*. Данная программа позволяет работать в двух режимах; обучение и контроль. Первый режим предусматривает обучение ИНС. Необходимо подключить файл обучающей выборки, который представлен в формате «MS Excel» и имеет следующую структуру: первая колонка – код эталонного ответа, вторая и последующие колонки – признаки, расположенные в том же порядке, что и в БД ИНС. Порядок расположения особенно важен, т.к. с помощью этого достигается попадание одного и того же признака на один и тот же вход сети на протяжении всего обучения.

В строках расположены обучающие примеры. В ячейках, начиная со второй колонки, расположены отметки о наличии или отсутствии признака. 0 – признака нет, 1 – признак есть. После указания обучающей выборки требуется задать коэффициент обучения. Для запуска необходимо нажать кнопку «Обучение». В дальнейшем после старта программа выбирает указанные случаи из файла и загружает их из БД и инициализирует ИНС, а затем загружает по очереди примеры, считывая результаты с выходов ИНС. В случае получения «неверного результата» программа проводит обучение ИНС на текущем примере.

В дальнейшем по ходу обучения программа выстраивает протокол, где выводит уникальный номер случая, уровень выходных сигналов нейронов, решение ИНС и эталонный ответ. После оценки последнего учебного примера, текущие состояние ИНС записывается в БД и заполняется таблица «итогов обучения» в которой выводится:

1. Количество случаев в обучающей выборке.
2. Количество правильно распознанных случаев.
3. Количество неправильно распознанных случаев.

Второй режим работы программы предполагает контроль обучения. Первым шагом необходимо подключить файл контрольной выборки. Файл имеет ту же структуру и формат что и для обучения. После указания контрольной выборки необходимо нажать кнопку «Анализ». Затем после старта программа выбирает указанные случаи из файла и загружает из БД ИНС. Затем по очереди подает на вход сети каждый случай. По ходу обучения программа заполняет протокол, где выводит уникальный номер случая, уровень выходных сигналов нейронов, решение ИНС т.е. эталонный ответ.

После оценки последнего контрольного примера, заполняется таблица «Протокол контроля» в которой выводится:

1. Количество случаев в контрольной выборке.
2. Количество правильно распознанных случаев.
3. Количество неправильно распознанных случаев.

Вариант контроля обучения представлен на *рисунке 4*.

Выборка разбивалась на две части: обучающую (431 случай) и контрольную (45 случаев), которые не пересекались. Ввиду малого количества наблюдений в процессе обучения

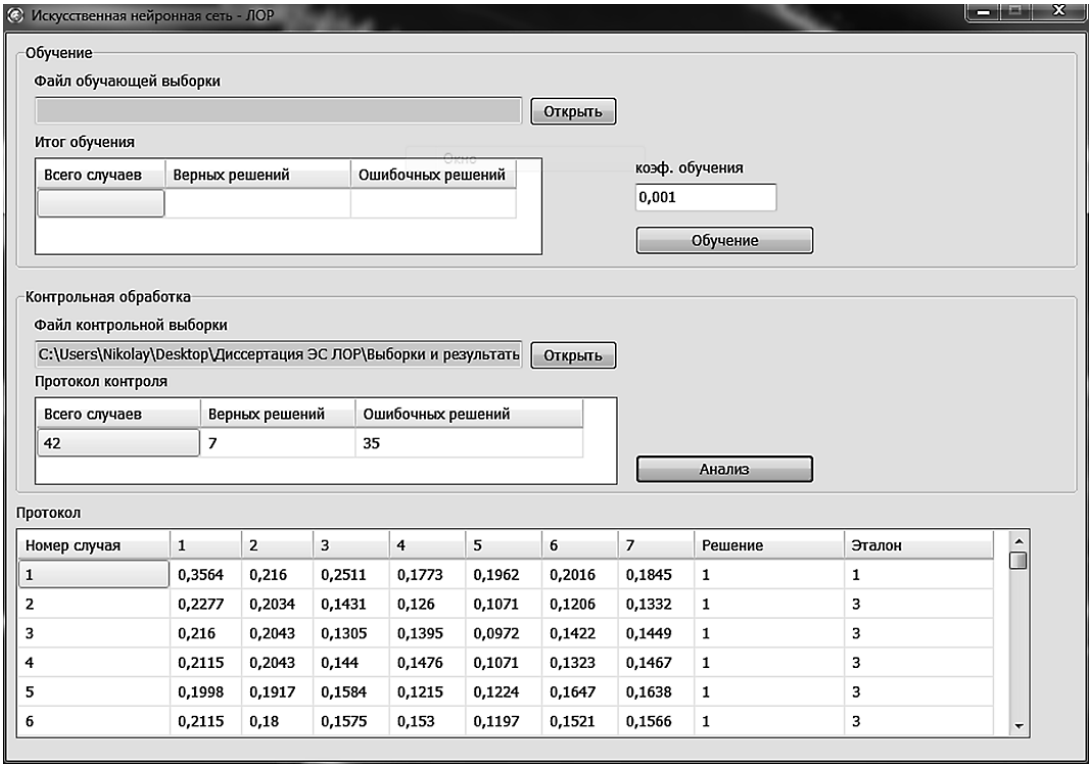


Рис. 4. **Протокол контроля обучения**

использована перекрестная валидация (cross validation test). Обучающая выборка тоже разбивалась на 10 подгрупп случайным образом. Каждая из них по очереди становилась контрольной выборкой, а на остальных 9 проводилось обучение.

После всех разбивок ИНС инициализировалась случайными малыми значениями, расположенными в диапазоне от 10^{-3} до 10^{-4}. Эмпирически выставлялся коэффициент обучения. После этого проводилось обучение и контроль. На каждом этапе контроля оценивалось количество ошибок и итераций, обучение прекращалось в тот момент, когда количество ошибок переставало сокращаться. В дальнейшем, когда результаты обучения признавались удовлетворительными, ИНС запускалась на контрольной выборке. Если результаты контроля признавались неудовлетворительными (более 5% ошибок), ИНС инициализировалась заново и процесс повторялся. Если при повторном обучении получались те же результаты, менялся коэффициент обучения. В *таблице 4* представлены сводные данные по коэффициенту обучения, количеству итераций и проценту ошибок на контрольной выборке.

В итерациях 1 и 2 коэффициент обучения был достаточно большим, что привело к расходящемуся процессу обучения. В начале каждой последующей серии итераций сеть инициализировалась заново. После получения удовлетворительных результатов (не более 5% ошибок), процесс обучения был остановлен. В итоге мы получили ИНС с вероятностью ошибки в 4%.

Полученный результат признан допустимым, и обученная нейронная сеть была перенесена в ЭС «Программа для постановки дифференциального диагноза острых заболеваний глотки «ЛОР-Нейро» (регистраци-

Таблица 4

Сводные данные по скорости и качеству обучения ИНС

Номер итерации	*Значение коэффициента обучения*	*Количество итераций обучения*	*Процент ошибок на контроле*
1	10	Бесконечно*	Не проводилось*
2	1	Бесконечно*	Не проводилось*
3	0,1	5	27
4	0,05	7	13
5	0,001	12	4
6	0,0005	26	5

*Процесс обучения расходящийся.

онный номер Роспатента № 2015613758) *(рисунок 5).*

Интерфейс программы имеет три активных окна, в которых отражены основные элементы работы ЭС. На основной панели инструментов располагаются активные кнопки, с помощью которых выводятся заданные параметры в соответствующем окне. В левом окне располагается дерево симптомов, в котором отмечаются симптомы заболевания. При нажатии кнопки «Провести анализ», программа после обработки клинического случая, выводит данные в окне «Ранжирование диагнозов», в порядке наибольшей значимости весовых коэффициентов (клинических симптомов).

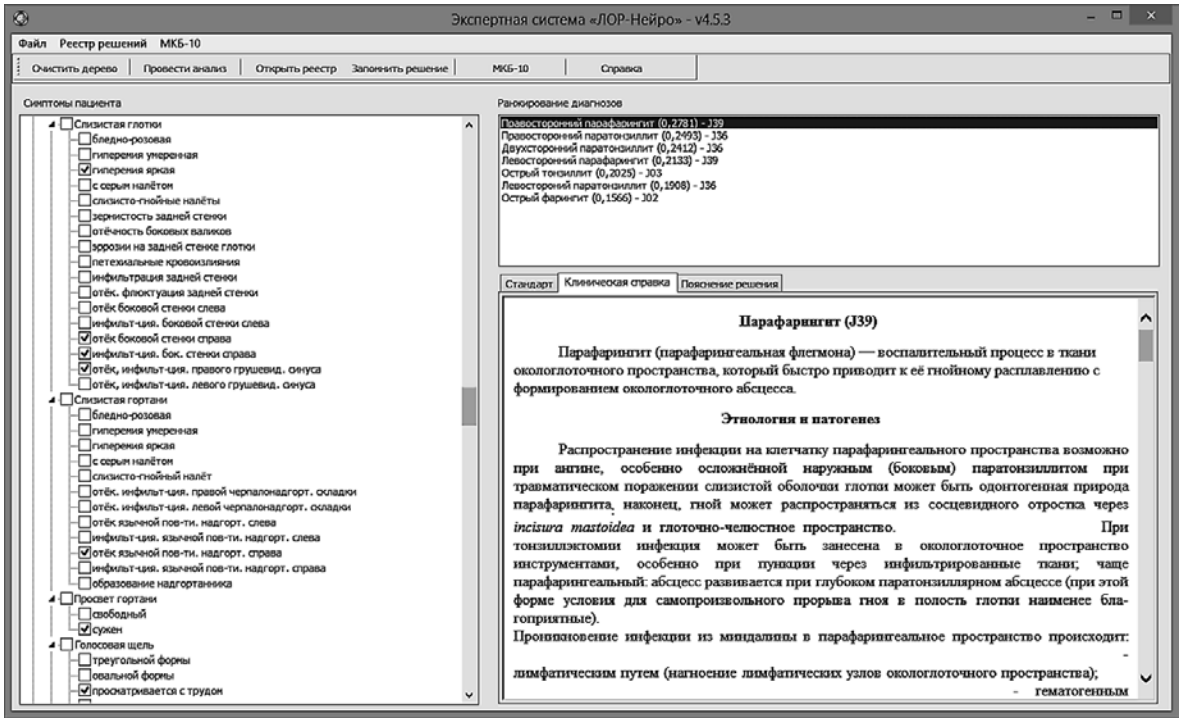


Рис. 5. **Главное окно ЭС «ЛОР-Нейро»**

Таблица 5

Сводная таблица диагностики клинических случаев ЭС «ЛОР-Нейро»

Нозология	*Количество клинических случаев (абс.)*	*Количество ошибок (абс.)*	*% ошибок*
Паратонзиллит	20	1	5,0
Парафарингит	14	0	0
Острый тонзиллит	20	1	5,0
Острый фарингит	19	1	5,2
Итог	73	3	4,1

Для работы с третьим окном имеются активные кнопки, которые располагаются в строке над этим окном; «Стандарт», «Клиническая справка», «Пояснение решения». При нажатии соответствующей кнопки, в окне выводится либо стандарт лечения заболевания, или клиническая справка, или пояснение решения. Также программа имеет модуль «Реестр решений», когда после получения результата, пользователь может нажать кнопку «Запомнить решение». После этого ЭС записывает представленный клинический случай в специальную таблицу – БД, и присваивает индивидуальный номер (id).

В дальнейшем мы провели клиническое исследование разработанной программы «ЛОР-Нейро» на 73 клинических случаев пациентов с острыми заболеваниями глотки *(таблица 5).*

Из результатов таблицы видно, что ЭС «ЛОР-Нейро», показала высокую эффективность постановки клинического диагноза с точностью до 96%.

ВЫВОДЫ

1. На основании проведённых нами исследований портретный метод диагностики допускает процент ошибочных диагнозов в среднем до 8,40% для всего списка диагностируемых заболеваний, что, по нашему мнению, не обеспечивает точность и надёжность постановки оториноларингологического диагноза при разработке ЭС. В связи с этим практическая применимость ЭС диагностики острых заболеваний глотки, разработанных с использованием портретного метода, имеет определённые ограничения.
2. Проведенная проверка ЭС «ЛОР – НБК» в клинической практике выявила расхождения в диагнозах в 47,6% случая, что накладывает значительные ограничения к использованию ЭС, основанной на НБК в реальной клинической диагностике, и ставит под вопрос возможность применения НБК в качестве единственного метода разработки клинической экспертной системы при постановке оториноларингологического диагноза.
3. Экспертная оценка разработанной ЭС «Программа для постановки дифференциального диагноза острых заболеваний глотки «ЛОР-Нейро», показала высокую клиническую эффективность в 96% случаев и может быть использована в практической медицине.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Зарубина Т.В. Кобринский Б.А.* Медицинская информатика. – М.: ГЭОТАР – Медиа. 2016.
2. *Киликовский В.В.* Технология создания компьютерных консультативных экспертных систем для интеллектуальной поддержки принятия медицинских решений. Врач и информационные технологии. 2004; 4: 22–27.

3. *Портенко Г.М., Портенко Е.Г., Шматов Г.П.* Хронический тонзиллит с позиций современных информационных технологий. Тверь: Ред. изд.. центр Твер. гос. мед. акад.; 2012.
4. *Бакулина Л.С., Накатис Я.А., Ярцев А.И.* Патогенетическое обоснование лечения острого тонзиллита. Материалы I Петербургского Форума оториноларингологов России. СПб. 2012; 313–316.
5. *Хафизова Ф.А., Арефьева Н.А., Азнабаева Л.Ф.* Клинико-лабораторное обоснование применения внутривенных иммуноглобулинов при паратонзиллите. Рос ринол. 2004; 1; 65–67.
6. *Ястремский А.П., Извин А.И., Соколовский Н.С.* Оценка значимости диагностических признаков острых заболеваний глотки при разработке экспертной системы портретным методом. Медицинская наука и образование Урала. 2016; 2; 168–172.
7. *Гублер Е.В.* Вычислительные методы анализа и распознавания патологических процессов. – Л.: Медицина, 1978.
8. *Кобринский Б.А.* Системы поддержки принятия решений в здравоохранении и обучении. /Б.А. Кобринский // Врач и информационные технологии. 2010; 2; 38–46
9. *Ястремский А.П., Извин А.И., Санников А.Г. Соколовский Н.С.* Разработка экспертной системы диагностики острых заболеваний глотки портретным методом. Вестник новых медицинских технологий. 2015; 3; (Т. 22). 147–153.
10. *Воронцов. К.В.* Лекции по статистическим Байесовским алгоритмам классификации. // Вычислительные методы обучения по прецедентам; 2008. // http://www.ccas.ru/voron/download/Bayes.pdf. (дата обращения: 07.07.2016).
11. *Ястремский А.П., Извин А.И., Санников А.Г., Соколовский Н.С.* Возможности и ограничения наивного байесовского классификатора при разработке экспертных систем в оториноларингологии. Успехи современного естествознания. 2015;1;(4): 601–605.
12. *Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н.* Интеллектуальные информационные системы. – М.: Финансы и статистика; 2006.
13. *Dayan, P.* Theoretical Neuroscience: Computational and Mathematical Modeling of Neural Systems / P. Dayan, L. Abbott // The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England; 2004.
14. *Хайкин С.* Нейронные сети: полный курс, 2-е изд., испр. – М.: ООО «И.Д. Вильямс»; 2006.
15. *Чубукова И.А.* Data Mining. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний; 2008.
16. *Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л.* Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер. с польск. И.Д. Рудинского. – М.: Горячая линия – Телеком; 2006.

В.Г. КУДРИНА,
д.м.н., профессор, заведующий кафедрой медицинской статистики и информатики ФГБОУ ДПО Российская медицинская академия последипломного образования (ФГБОУ ДПО РМАПО Минздрава России), г. Москва,, Россия, kudrinu@mail.ru
В.В. КАМАРДИН,
заместитель директора Департамента здравоохранения г. Севастополя, г. Севастополь, Россия, sevlawyer@mail.ru
О.В. ГОНЧАРОВА,
к.м.н., доцент кафедры медицинской статистики и информатики ФГБОУ ДПО Российская медицинская академия последипломного образования (ФГБОУ ДПО РМАПО Минздрава России), г. Москва, Россия, medstat@mail.ru
Н.Е. КУЧИН,
к.м.н., заместитель главного врача по медицинской части ГБУЗ г. Севастополя «Севастопольская городская психиатрическая больница», г. Севастополь, Россия, sgpb92@mail.ru

ОПЫТ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ОСНОВЫ ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ

УДК 614.25:65.001:37.01:004

Кудрина В.Г., Камардин В.В., Гончарова О.В., Кучин Н.Е. ***Опыт формирования информационной основы для непрерывного профессионального образования медицинских работников*** *(Российская медицинская академия последипломного образования Минздрава России, г. Москва, Россия)*

Аннотация. Разработка информационной основы для обучения и аттестации медицинских работников является приоритетным вектором при формировании у них профессиональных компетенций, необходимых для выполнения трудовых функций, а также обязательным требованием создания системы непрерывного профессионального образования (НПО). Приведен алгоритм и его практическая реализация при обучении и аттестации врачей в целях формирования трудовой функции организации и проведения медицинских экспертиз – временной нетрудоспособности и качества медицинской помощи. Центральное место в проекте регионального уровня принадлежало циклу повышения квалификации для врачей. В нём участвовал 121 специалист (60 врачей организаторов здравоохранения и 61 врач-клиницист). У них были оценены входные и итоговые знания предмета медицинских экспертиз с использованием статистического аппарата для определения достоверности результатов обучения. Установлено, что врачи-клиницисты до начала обучения были менее подготовлены в предметной области. По завершении учебы статистически достоверных различий не выявлено. Учтены текущие и перспективные возможности доступа медицинских работников к профессиональной информации при включении в систему НПО, которая ориентирована на использование электронных образовательных ресурсов и дистанционных образовательных технологий. Это, в свою очередь, призвано создать новую эффективность в медицинском образовании.

Ключевые слова: *медицинские работники, информационная основа непрерывного профессионального обучения, профессиональные компетенции и трудовые функции, новая эффективность в медицинском образовании.*

UDC 614.25:65.001:37.01:004

Kudrina V.G., Kamardin V.V., Goncharova O.V., Kuchin N.E. ***Experience of the information basis for the continuing professional education of medical specialists*** *(Federal State Budgetary Educational Institution of Further Professional Education «Russian Medical Academy of Postgraduate Education» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russia)*

Abstract. Development of an information framework for the training and certification of health care specialists is a priority vector in the formation of professional competences they required to perform labour functions, as well as the

© В.Г. Кудрина, В.В. Камардин, О.В. Гончарова, Н.Е. Кучин, 2016 г.

requirement of establishing a system of continuing professional education (CPE). The algorithm and its practical implementation in the training and certification of doctors with a view to shaping the work of organizing and conducting medical examinations-temporary incapacity for work and the quality of care. The central place in the draft regional level belonged to the cycle of training for doctors. It involved 121 specialists (60 doctors, health service organizers, and 61 clinician). They had appreciated the input and knowledge of the subject of medical examinations using statistical apparatus to determine the authenticity of the learning outcomes. Found that clinicians before the start of the course were less prepared in the subject area. Upon completion, a statistically reliable differences have been detected. Taken into account the current and long-term accessibility of health-care specialists to professional information when system CPE which focuses on the use of electronic educational resources and distance learning technologies. This will create a new efficiency in medical education.

Keywords: *medical specialists, information base for continuing professional education, professional competence and labour functions, the new efficiency in medical education.*

ВВЕДЕНИЕ

Одним из векторов реформ в системе здравоохранения, подготовки, переподготовки и повышения квалификации кадров отрасли является переход от декларирования к реализации принципа непрерывности обучения специалистов на практике. Основными предпосылками преобразований становятся, во-первых, неудовлетворённость как потребителей, так и поставщиков образовательных услуг, результатами подготовки и профессионального развития кадров отрасли, во-вторых, назревшая необходимость оптимизации действующей системы высшего и дополнительного медицинского образования в стране и, наконец, достижение общего уровня информатизации в отрасли, позволяющей легитимно задействовать в профессиональном образовании фактор электронных доступов к информации и интерактивности в общении, убирающих расстояние как элемент присутствия или отсутствия непосредственного контакта с обучающимися.

Сутью новой эффективности, на достижение которой ориентированы реформы в непрерывном профессиональном образовании, является внедрение всех доступных механизмов, накопленных в ходе реформ медицинского образования и прогресса в сфере информационно-телекоммуникационных технологий, резервов стандартизации в клинической медицине (внедрение порядков и стандартов медицинской помощи).

Преобразования в части кадровых проблем являются компетенцией федерального уровня исполнительной власти. Эти преобразования предусматривают переход к новой системе образования для всего медицинского сообщества, но, к сожалению, при этом не учитывают стартовые возможности каждого, пусть не медицинского работника и учреждения муниципального образования, но и субъекта Федерации при обеспечении непрерывности образовательного процесса. Переход от универсальности при теоретическом акценте на непрерывное профессиональное образование (НПО) к уникальности при практической реализации в различных регионах страны является залогом успешного внедрения. Мы считаем, что разработка воспроизводимых сценариев и алгоритмов обучения, анализ опыта внедрения как элементов, так и целостных частных систем НПО, его систематизация являются основой формирования единой системы, по ключевым позициям

достаточно полно определённой в уже разработанных нормативно-правовых актах (НПА).

Методы. В ходе проводимой работы применялись следующие методы исследования: организационный, аналитический, личного наблюдения, статистический, интервьюирование, метод аналогий, наукометрические подходы и проектное управление.

Нами приводится опыт разработки и внедрения сценария НПО в городе федерального значения – г. Севастополе.

Базой для реализации проекта стали медицинские организации Департамента здравоохранения города Севастополя (далее – ДЗ). В качестве предметной области для обучения и аттестации специалистов выбраны лицензируемые виды медицинской деятельности – медицинские экспертизы: временной нетрудоспособности и качества медицинской помощи. Предпосылкой при выборе предмета обучения в системе непрерывного профессионального образования стала очевидная актуальность для региона соответствующих направлений обучения. Среди врачей региона выявлена острая потребность в формировании умений работать с документацией и информацией, классифицировать её, включать в алгоритмы принятия решений по общероссийским требованиям.

Медицинские организации получают лицензию в целом на медицинскую деятельность на основании лицензий по перечню её лицензируемых видов. Организация проведения медицинских экспертиз, согласно 323-ФЗ и поправок к нему [1], является медицинской деятельностью, регулируемой на федеральном уровне и обязательной для каждого региона страны.

В целях успешной реализации проекта по обучению, во-первых, была изучена специфика системы здравоохранения города федерального значения – г. Севастополя, и, во-вторых, предложены для обучения программы, утверждённые в установленном порядке, многократно апробированные на практике и актуализированные к периоду обучения.

Специфика системы здравоохранения г. Севастополя

Медицина полуострова Крым и г. Севастополь проходит процесс интеграции в систему здравоохранения Российской Федерации.

Основной задачей, поставленной перед органами управления здравоохранения, является комплексная модернизация всей системы здравоохранения полуострова. Одним из наиболее актуальных вопросов интеграции медицины города Федерального значения Севастополь являются вопросы подготовки, переподготовки, повышения квалификации медицинского персонала, а также соответствие уровня и качества подготовки медицинских работников действующим в Российской Федерации лицензионным требованиям.

Субъект Российской Федерации г. Севастополь является морским портом, военно-морской базой, историческим и туристическим центром.

В городе Севастополе внутригородские муниципальные образования располагаются в границах административно-территориальных единиц – районов города Севастополя – Балаклавском, Гагаринском, Ленинском и Нахимовском.

1). В границах административно-территориальной единицы – Балаклавский район города Севастополя:

- Балаклавский муниципальный округ (входят: Балаклава, поселок Сахарная головка, 1-ое отделение Золотой Балки, 3-ое отделение Золотой Балки);
- город Инкерман;
- Орлиновский муниципальный округ (входят села);
- Терновский муниципальный округ (входят села).

2). В границах административно-территориальной единицы – Гагаринский район города Севастополя:

- Гагаринский муниципальный округ.

3). В границах административно-террито-

риальной единицы – Ленинский район города Севастополя:

- Ленинский муниципальный округ.

4). В границах административно-территориальной единицы – Нахимовский район города Севастополя:

- Нахимовский муниципальный округ;
- Верхнесадовский муниципальный округ (входят села);
- Андреевский муниципальный округ (входят села);
- Качинский муниципальный округ (входят поселок Кача и села).

По данным на 1 января 2015 года, постоянное население Севастополя составляло 416263 человека. Городское население (92,7%) существенно преобладает над сельским (7,3%). Расчетная плотность населения – 482,1 человек на 1 квадратный километр. Возрастно-половой состав населения субъекта сопоставим со средними данными по Российской Федерации: женское население (53,63%) преобладает над мужским (46,37%), удельный вес детей в общей структуре населения – 16,87%. С 2013 по 2016 год (по данным на начало года) население Севастополя увеличилось на 8,35% (с 381 тыс. до 416 тыс. человек). Кроме того, необходимо отметить, что в туристический сезон численность населения города может увеличиваться в 2–2,5 раза за счет отдыхающих. Очевидным является факт присутствия в городе вынужденных переселенцев и беженцев, а также лиц, зарегистрированных на территории Украины.

В городе Федерального значения Севастополе в настоящий момент функционируют 24 медицинские организации и Севастопольское государственное бюджетное образовательное учреждение профессионального образования «Севастопольский медицинский колледж им. Жени Дерюгиной», подведомственные Департаменту здравоохранения города. Списочная численность медицинских работников, с учетом внешних совместителей на начало 2016 года, составила: врачей – 1407, среднего медицинского персонала – 3024.

В целом, большая территориальная протяженность, быстрый рост постоянного населения города, существенное количество лиц, прибывающих в город с туристической целью, базирование военных частей, приток беженцев из зоны боевых действий – всё это в значительной мере увеличивает нагрузку на систему здравоохранения, предъявляет высокие требования к уровню профессионализма медицинских работников, оказывающих медицинскую помощь на территории города Севастополя.

Программы для обучения. Наиболее востребованными стали программы по направлениям, затрагивающим лицензируемые виды медицинской деятельности. Вместе с тем, выявляется потребность в предварительном рассмотрении общих позиций затрагиваемых проблем, поскольку система координат, к примеру, по управлению качеством медицинской помощи, ещё не в должной степени отражает принятую в Российской Федерации.

На предварительной стадии разработки образовательных программ конкретизированы профессиональные группы медицинских работников, обеспечивающих экспертную деятельность в части как организации, так и проведения медицинских экспертиз – временной нетрудоспособности и качества медицинской помощи с ориентацией на Приказ Минздравсоцразвития России от 23.07.2010 г.№ 541н «Об утверждении квалификационного справочника должностей...» [2]. Выявлены потребности в наборе базовых программ повышения квалификации по обозначенной тематике:

«Экспертиза временной нетрудоспособности» (очная часть – 72 акад.часа);

«Экспертиза качества медицинской помощи» (очная часть – 72 акад.часа);

«Экспертиза временной нетрудоспособности и экспертиза качества медицинской помощи» (очная часть – 144 акад.часа) – наиболее востребованная в плане своей лицензионной

и содержательной наполненности учебная программа.

Цель дополнительной профессиональной программы ПК-144 заключалась в совершенствовании имеющихся компетенций и в приобретении врачами новых компетенций, необходимых для выполнения трудовой функции по правильному проведению медицинских экспертиз. Предоставление достоверных первичных статистических данных в медицинских организациях, осуществляющих эти экспертизы, является административной процедурой, контролируемой на федеральном уровне [3].

Основные задачи обучения отражены в четырёх модулях:

1. Ознакомить обучающихся с теорией и помочь приобрести целостный взгляд на медицинскую экспертизу как трудовую функцию в медицинской организации.

2. Сформировать систему знаний по вопросам организации и проведения медицинских экспертиз.

3. Сформировать умение проводить экспертизу временной нетрудоспособности и экспертизу качества медицинской помощи в соответствии с нормативно-правовой базой, анализировать и интерпретировать данные медицинских экспертиз.

4. Сформировать у обучающихся навыки использования на практике правил и порядков работы с конфиденциальной информацией по медицинским экспертизам, предметно-функциональных информационных технологий, навыки по обеспечению мер по защите и безопасности медицинских и персональных данных пациентов.

При разработке программ и актуализации их контента мы ориентировались на современные квалификационные требования, с 01 июля 2016 г. уже официально определяющие содержание программ по направлениям подготовки специалистов. Согласно ПП РФ от 27.06.2016, «вопросы аттестации, сертификации и другие формы оценки квалификации работников подлежат изменению в связи с учетом положений профессиональных стандартов, подлежащих применению» (п. 1, часть «г») [4].

Первое, что было определено – какие формы и элементы оценки квалификации доступны и какие приемлемы в реальной ситуации.

К.Н. Исмагилов (2010) отразил образовательный процесс в виде модели *(табл. 1)* с тремя основными элементами – обучение, аттестация, сопровождение [5, с. 13]. В последующем В.Г. Кудриной с соавт. (2014) предложены реальные технологии, которые

Таблица 1

Система элементов образовательного процесса

Подсистемы	*Компоненты и элементы*		
	Контент	*Технология*	*Инструмент*
Обучение	Комплекты образовательных материалов	Кейс, Инет, Телеком, Контакт	Программы, производство и связь
Аттестация	Базы контрольно-измерительных материалов	Проектирование, Тестирование, Опрос, Собеседование, Испытание, Экспертиза	Программы, производство, связь, помещения
Сопровождение	Нормативно-распорядительная инормативно-методическая документация, шаблоны документов, информация	Централизованное, Децентрализованное, Смешанное	Программы, связь, учет, контроль

Цит. по К.Н. Исмагилов, 2010 [5].

использованы в данном образовательном проекте [6].

Вместе с тем, объективно оценивая реальный опыт повышения квалификации врачей как часть целостной системы их НПО, следует признать, что лишь по составляющей контента образовательный процесс обеспечен на должном уровне. Остальные составляющие (технологии и инструменты) требуют или развития, или даже создания.

Очевидность определения трудовых функций, связанных со способностью/готовностью врачей различных специальностей организовывать или проводить медицинские экспертизы, не снижается по причине того, что соответствующие профессиональные стандарты в области «Здравоохранение» отсутствуют. Для наполнения терминосистемы и в целом понятийного аппарата «медицинских экспертиз» стандартизованными формулировками, встраивания их в общую систему терминов экспертной деятельности, мы применили метод аналогий с утверждёнными профессиональными стандартами из других областей профессиональной деятельности в социальной сфере:

• профессиональный стандарт «Специалист по медико-социальной экспертизе», раскрывающий общую трудовую функцию «оказание услуг по проведению медико-социальной экспертизы» с делением её на отдельные трудовые функции [7], из которого заимствованы трудовые функции установления факта наличия временной нетрудоспособности (ВН); определения вида ВН; определения сроков ВН. Также в терминосистему ЭВН включено знание порядка заполнения листка нетрудоспособности при различных видах ВН; установление трудового прогноза, при ВН, превышающей 4 месяца;

• профессиональный стандарт «Внутренний аудитор» с общей трудовой функцией «проведение внутренней аудиторской проверки» и отдельными трудовыми функциями [8], среди которых значимыми для терминосистемы экспертизы качества медицинской помощи (ЭКМП) стали проведение внутренних ЭКМП на уровне заведующих отделениями; проведение внутренних ЭКМП на уровне заместителей главных врачей; проведение внутренних ЭКМП на уровне врачебной комиссии. Также заимствованы определения функций по разработке вопросов организации и проведения внутреннего контроля качества медицинской помощи; разработке методологической базы, методик и оценочных средств при проведении внутреннего контроля качества медицинской помощи с учетом особенностей медицинской организации.

Результаты и их обсуждение. На цикле повышения квалификации по направлению «Экспертиза временной нетрудоспособности и экспертиза качества медицинской помощи» проходил обучение 121 специалист, из них к организаторам здравоохранения отнесены 60 человек и к врачам клинических специальностей 61 человек.

Проверка знаний слушателей проходила в 2 этапа: входной и итоговый контроль. 39% тестов относились к вопросам организации экспертиз, 61% тестов затрагивали вопросы порядка проведения экспертиз.

Для тестов использованы проверочные материалы, разработанные и постоянно (ежеквартально, учитывая динамичность развития информации в областях организации здравоохранения и в предметной области медицинских экспертиз) совершенствуемые на кафедре медицинской статистики и информатики РМАПО [9]. Помимо этого, использована целевая информация для ДЗ г. Севастополя, способствующая подготовке к лицензированию медицинских организаций города.

Для оценки роли информационной основы – контента в успешности обучения и далее аттестации специалистов, важно сопоставление позиций входного и итогового контроля уровня знаний в выбранных для оценки группах врачей организаторов здравоохранения и врачей клинических специальностей.

Оценка результатов *входного контроля* в общей среде обучавшихся:

- Отлично – 90% правильных ответов
- Хорошо – 80–90% правильных ответов
- Удовлетворительно – 70–80% правильных ответов
- Неудовлетворительно – 70% и ниже правильных ответов

Входное тестирование показало:

Среди организаторов здравоохранения следующее распределение по % правильных ответов:

- Отлично – 90% правильных ответов – 10 человек
- Хорошо – 80–90% правильных ответов – 36 человек
- Удовлетворительно – 70–80% правильных ответов – 13 человек
- Неудовлетворительно – 70% и ниже правильных ответов – 1 человек (68%).

Неправильные ответы в более чем 80% случаев приходятся на тесты, которые затрагивают порядок выдачи листка нетрудоспособности по уходу за ребенком, беременности и родам, при карантине, при направлении на санаторно-курортное лечение, то есть в случаях более глубокого знания вариантов выписки листка нетрудоспособности.

Среди врачей-клиницистов следующее распределение по % правильных ответов:

- Отлично – 90% правильных ответов – 9 человек
- Хорошо – 80–90% правильных ответов – 25 человек
- Удовлетворительно – 70–80% правильных ответов – 19 человек
- Неудовлетворительно – 70% и ниже правильных ответов – 8 человек.

Неправильные ответы приходились, как на тесты, которые затрагивали вопросы организации проведения экспертиз (от 50 до 60% ошибок), так и порядка проведения экспертиз (от 50 до 40% ошибок). Отмечалось знание вопросов только по своей специальности, а вопросы, выходящие за рамки специальности, вызывали затруднения. Входное тестирование показало, что пусть условное, но деление слушателей на врачей-организаторов и врачей-клиницистов помогает оценить причины незнания конкретного материала у обучающихся и, соответственно, минимизировать недочеты.

По требованиям, которые определены как пороговые при прохождении аттестации (мы ориентировались на новые требования, предусмотренные уже для аккредитации) на уровне ниже 70% правильных ответов [10], большинство слушателей прошли испытание уже на стадии входа в обучение. Вместе с тем, статистически достоверно уровень ответов врачей-клиницистов оказался ниже, чем среди организаторов здравоохранения по границе в 70% правильных ответов. Присутствие неправильных ответов – потенциально возможная большая цена экспертных ошибок. И поэтому, формально отмечая приемлемый уровень ответов, тем не менее считаем необходимым разбор этих ошибок.

На слабые места в знаниях и умениях, выявленных при входном тестировании, непосредственно в учебном процессе обращено особое внимание, в том числе при ситуационных разборах. Особо ценным врачи признали разбор ситуаций и алгоритмов принятия экспертных решений вне своих прямых должностных компетенций. К примеру, правила выдачи листка нетрудоспособности по уходу за ребенком знают только педиатры, но они же затрудняются правильно оформить листок нетрудоспособности при направлении на санаторно-курортное лечение. Акушеры-гинекологи знают правила выдачи листка нетрудоспособности по беременности и родам, а на какой срок выдавать его при карантине, при направлении на санаторно-курортное лечение, по уходу за взрослыми пациентами, затрудняются ответить.

Руководствуясь этим анализом и общими требованиями к образовательной программе,

профессорско-преподавательский состав кафедры строил свои лекции, делая акцент на выявленных проблемах. Информативные презентации при наличии живых дискуссий с аудиторией заложили качественный фундамент для сформированных профессиональных компетенций.

Итоговое тестирование показало, что практическая направленность обучения дала свои результаты и выразилась положительной динамикой ответов: количество правильных ответов у всех обучавшихся превысило пороговый уровень допуска к профессии, и, если находиться в системе координат аккредитационных процедур, все слушатели были бы допущены к профессиональной деятельности.

Среди организаторов здравоохранения зафиксировано следующее распределение по % правильных ответов:

- Отлично – 90% правильных ответов – 57 человек.
- Хорошо – 80–90% правильных ответов – 2 человек.
- Удовлетворительно – 70–80% правильных ответов – 1 человек.
- Неудовлетворительно – 70% и ниже правильных ответов – нет.

Наблюдались незначительные ошибки, которые можно отнести к невнимательности при тестировании.

Среди врачей-клиницистов следующее распределение по % правильных ответов:

- Отлично – 90% правильных ответов – 52 человек.
- Хорошо – 80–90% правильных ответов – 8 человек.
- Удовлетворительно – 70–80% правильных ответов – 1 человек.
- Неудовлетворительно – 70% и ниже правильных ответов – нет.

Существенно значимых различий в качестве ответов по тестовым вопросам среди врачей-организаторов здравоохранения и клиницистов нет.

Выводы. Реализованный проект по обучению является лишь начальной стадией непрерывного профессионального образования, в основе которого, несомненно, должна находиться качественная базовая медицинская подготовка. ПК уже на стадии планирования очной части обучения предусматривало ориентацию на возможность последующего доступа к образовательному ресурсу для проверки правильности деловых шагов, многократного их повторения и развития. Среди возможных вариантов доступа к информации теоретически возможен доступ через классические или виртуальные библиотеки [11], через облачные технологии [12], дистанционные тренинги [13] и пока малопонятные большинству врачей личные кабинеты и вообще не понятные образовательные сертификаты [14]. Но одно, что становится очевидным при включении в систему НПО специалистов – необходимая, пусть на начальном уровне, но компьютерная подготовка и владение навыками цифрового поведения [15,16]. На практике выбран вариант, к настоящему времени наиболее доступный и, следовательно, реалистичный для внедрения. Обеспечение каждого обучающегося электронным пакетом образовательных ресурсов (лекции и полнотекстовые материалы по тематике цикла), нормативно-правовыми документами (общепрофессиональными и целевыми – по тематике медицинских экспертиз), тестами с правильными ответами для самопроверки. Материалы по завершении цикла представлялись каждому обучающемуся на флэш-накопитель USB (т.н. «флэшку»). В ближайшей перспективе планируется обеспечить доступ к региональному образовательному ресурсу через официальный сайт Департамента здравоохранения г. Севастополя, создав на нём страничку «непрерывное профессиональное образование». Такой вариант для системы НПО признан врачами региона наиболее приемлемым вариантом оперативного включения в систему НПО.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ (ред. от 29.12.2015) «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2016).
2. Приказ Минздравсоцразвития России от 23.07.2010 № 541н «Об утверждении единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих. Раздел «Квалификационные характеристики должностей работников в системе здравоохранения».
3. Приказ Минздрава РФ от 29.06.2016 № 430н «Об утверждении административного регламента Федеральной службы по надзору в сфере здравоохранения по исполнению государственной функции по осуществлению контроля за достоверностью первичных статистических данных, предоставляемых медицинскими организациями и индивидуальными предпринимателями, осуществляющими медицинскую деятельность».
4. Постановление Правительства РФ от 27.06.2016 № 584 «Об особенностях применения профессиональных стандартов в части требований, обязательных для применения государственными внебюджетными фондами Российской Федерации, государственными или муниципальными учреждениями, государственными или муниципальными унитарными предприятиями, а также государственными корпорациями, государственными компаниями и хозяйственными обществами, более пятидесяти процентов акций (долей) в уставном капитале которых находятся в государственной собственности или муниципальной собственности».
5. *Исмагилов, К.Н.* Классификация терминов как условие реализации единых стандартов/ К.Н. Исмагилов// Сборник тезисов докладов четвёртой международной конференции «MOSCOW Education Online 2010»: 29 сент. – 1 окт. 2010. – Москва, 2010. – С. 11–14.
6. *Кудрина В.Г., Андреева Т.В., Сапралиева Д.О.* Современный уровень инновационного развития последипломного медицинского образования и его перспективы. – Общественное здоровье и здравоохранение. – 2014. – № 3. – С. 50–54.
7. Профессиональный стандарт «Специалист по медико-социальной экспертизе»: Утв. Приказом Минтруда и социальной защиты Российской Федерации от 05.12.2013 № 715н.
8. Профессиональный стандарт «Внутренний аудитор»: Утв. Приказом Минтруда и социальной защиты Российской Федерации от 24.06.2015 № 398н.
9. *Кудрина В.Г., Дубинская Е.Л., Гончарова О.В., Андреева Т.В.* Тестовые задания по медицинской статистике и информатике/ Под общ. ред. В.Г. Кудриной (издание второе, с изменениями и дополнениями). М., 2004. – 354 с.
10. Приказ Минздрава России от 02.06.2016 № 334н «Об утверждении Положения об аккредитации специалистов».
11. Ключевые проблемы развития коллекций электронных ресурсов: руководство для библиотек/ Авт.: Шерон Джонсон и др. Редактирование: Жером Фронти и др. – Международная ассоциация библиотечных ассоциаций. Секция по комплектованию и развитию коллекций, Рос. библ. ассоц. – С.-Пб, Российская национальная библиотека, 2012. – 52 с.
12. *Редько А.Н., Зобенко В.Я., Губарев С.В., Зобенко А.В.* Облачные технологии в курсах «медицинская информатика» и «информационные технологии в науке и медицине». – Международный журнал экспериментального образования. – 2015 – № 4. – С. 206–208.
13. *Леванов В.М., Никонов А.Ю., Мамонова Е.Ю., Переведенцев О.В.* Дистанционные тренинги в непрерывном медицинском образовании/ Журнал международного общества телемедицины и электронного здравоохранения России. – 2015, № 1, декабрь. – С. 42–45.
14. Приказ Минздрава России от 27.08.2015 г. № 599 «Об организации внедрения в подведомственных Министерству здравоохранения Российской Федерации образовательных и научных организациях подготовки медицинских работников по дополнительным профессиональным программам с применением образовательного сертификата».
15. *Кудрина В.Г., Андреева Т.В., Дзеранова Н.Г.* Эффективность обучения медицинских работников информационным технологиям. – М.: ИД «Менеджер здравоохранения», 2013. – 248 с.
16. *Г.С. Клименко, Г.С. Лебедев.* Развитие российского Интернета в здравоохранении // Информационно-измерительные и управляющие системы № 10. т. 13. 2015. – С. 14–19.

А.П. СТОЛБОВ,
д.т.н., профессор Высшей школы управления здравоохранением,
Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова,
г. Москва, Россия, ap100Lbov@mail.ru

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ КЛАССОВ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКИ

УДК 61:656.251+615:47+004.056.53

Столбов А.П. ***Об определении классов кибербезопасности медицинской техники*** *(Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, г. Москва, Россия)*

Аннотация. Рассмотрены проблемы кибербезопасности (КБ) цифровой медицинской техники (МТ). Перечислены основные угрозы, связанные с несанкционированным внешним кибервоздействием (НСВ) на МТ для безопасности пациента. Предложена классификация МТ в зависимости от уровня исходной защищенности от НСВ. Описаны правила идентификации классов КБ медицинской техники.

Ключевые слова: *информационная безопасность, медицинская техника, классификация рисков применения медицинской техники, классы кибербезопасности медицинской техники.*

UDC 61:656.251+615:47+004.056.53

Stolbov A.P. ***About the definition of the classes of Cybersecurity of Medical devices*** *(The First Sechenov Moscow State Medical University, Moscow, Russia)*

Abstract. The paper discusses problems of Cybersecurity (CS) digital medical devices (MD). Lists the main threats associated with unauthorized external cybervandalism (CV) MD for patient safety. The classification of MD depending on the level of initial security from CV. The rules identify classes of CS medical devices.

Keywords: *information security, medical devices, classification of risks of the use of medical devices, the classes of cybersecurity medical devices.*

Одной из наиболее значимых сегодня тенденций в развитии здравоохранения является «цифровизация» медицинских технологий. При этом в условиях всеобщей «интернетизации» все более актуальными становятся проблемы обеспечения кибербезопасности (КБ)[1] [1, 16–22] информационных и технологических систем. В последнее время заметно возросло количество инцидентов, связанных с несанкционированным внешним воздействием (НСВ)[2] на

[1] Кибербезопасность – обеспечение защиты (защищенность) от несанкционированного внешнего воздействия на компьютерную систему, информационные ресурсы и программное обеспечение через телекоммуникационные сети или машинные носители данных, результатами которого могут быть нарушение работоспособности системы, утечка, искажение и (или) потеря данных (информации).

[2] В специальной литературе, нормативных и методических документах используется также термин «несанкционированный доступ к информации» (НСД), под которым понимается доступ к информации, нарушающий установленные правила разграничения доступа, а под доступом к информации понимается ознакомление с информацией, ее обработка, в частности, копирование, модификация или уничтожение информации. Далее термины НСВ и НСД будем считать синонимами.

© А.П. Столбов, 2016 г.

медицинские информационные системы (МИС) и цифровую медицинскую технику (МТ)[3], в состав которой входит программное обеспечение (ПО) и/или микропрограммный блок управления (контроллер, процессор), например, на томографы, лабораторные анализаторы, кардиостимуляторы и инсулиновые помпы [25–27]. Результатами реализации указанных киберугроз в общем случае могут быть: отказ – потеря работоспособности МИС и/или МТ, несанкционированное изменение режима и параметров функционирования МТ; частичная или полная потеря или искажение результатов измерения физиологических параметров, исследования биоматериала, записей в электронной медицинской карте пациента (ЭМК), в хранилище (архиве) медицинских изображений и т.п.; утечка персональных данных пациента – несанкционированный доступ к конфиденциальной информации, в том числе к сведениям, составляющим врачебную тайну.

Заметим, что в США, начиная с 2013 г., FDA (www.fda.gov) осуществляется мониторинг инцидентов, связанных с кибервоздействием на цифровую медицинскую технику.

Очевидно, что нарушение работоспособности цифровой МТ, вызванное несанкционированным внешним кибервоздействием, может иметь самые серьезные последствия для здоровья пациента и/или персонала. При этом неправильная работа МТ может привести даже к более тяжелым последствиям, чем явный «отказ», особенно, если признаки неправильной работы не заметны для пользователя. Во многих случаях, не связанных с явным отказом МИС и МТ, для обнаружения признаков НСВ необходимо предпринимать особые усилия и применять специальные средства обнаружения кибервторжений[4].

Таким образом, при анализе и оценке рисков применения медицинских технологий[5], использующих МТ, необходимо учитывать также угрозы внешнего кибервоздействия, случайного или преднамеренного.

Разработчик цифровой МТ должен изначально, еще на этапе проектирования иметь возможность априорно идентифицировать и оценить потенциальные риски ее применения, связанные с возможным кибервоздействием, в том числе для того, чтобы предусмотреть при необходимости включение в состав МТ встроенных или внешних (как обязательные принадлежности) средств защиты информации, контроля работоспособности и т.д., и определения требований к мерам и средствам защиты в процессе эксплуатации техники.

Потребитель, покупатель цифровой МТ также должен заранее знать, какие ресурсы, организационно-технические меры и средства защиты от кибервоздействия необходимы для обеспечения нормальной, устойчивой и безопасной работы медицинской техники при ее использовании в условиях конкретного медицинского учреждения.

Вместе с тем, вопросы кибербезопасности цифровой МТ и её классификации по уровню исходной защищенности от НСВ сегодня недостаточно рассмотрены в отечественных научных публикациях и практически не отражены в нормативно-методических документах Минздрава России, регламентирующих обращение медицинских изделий. Большинство из принятых в последнее время международных стандартов по менеджменту рисков в компьютерных сетях с медицинской техникой [16–22] имеет «рамочный» характер – в них описываются только самые общие подходы и требования к обеспечению защиты МТ от кибервоздействия. Нужны специальные методические руководства по их практическому применению в медицинских организациях, в том числе с учетом классифика-

[3] Изделие медицинской техники – ГОСТ 207980. Здесь и далее под МТ будем понимать также и ПО, которое используется для применения медицинской техники по назначению.

[4] См. приказ ФСТЭК России от 06.12.2011 г. № 638.

[5] См. ГОСТ Р 56044.

ций и требований к информационной безопасности, установленных документами, принятыми в Российской Федерации.

Целью настоящей работы является идентификация классов кибербезопасности цифровой медицинской техники, на основе которых могут быть определены требования к составу мер и средств защиты МТ от НСВ, в том числе, с учетом требований к информационной безопасности, установленных нормативными документами Правительства Российской Федерации, Федеральной службы по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК) и Федеральной службы безопасности (ФСБ) России. При этом, как показал проведенный анализ, непосредственное «один к одному», прямое применение для цифровой МТ классификаций защищенности от несанкционированного доступа (НСД), установленных руководящими документами ФСТЭК для средств вычислительной техники и автоматизированных систем [3–6], в общем случае нецелесообразно и невозможно, поскольку в указанных документах акценты сделаны на гриф секретности (категорию) защищаемой информации и принципы разграничения доступа субъектов к объектам защиты в соответствии с установленными полномочиями, что в нашем случае, очевидно, не является столь актуальным.

Далее под **классом кибербезопасности** цифровой медицинской техники будем понимать комплексный показатель, характеризующий уровень исходной (проектной) защищенности изделия медицинской техники от несанкционированного (неконтролируемого пользователем) внешнего воздействия на программное обеспечение и/или цифровой блок управления, и определяющий требования, выполнение которых обеспечивает нейтрализацию угроз указанного воздействия.

Термин «исходная защищенность» в данном случае характеризует устойчивость данного типа МТ по отношению к несанкционированному кибервоздействию, независимо от того, в составе какой технологической системы она используется, в том числе независимо от защищенности от НСВ других элементов, входящих в состав этой системы. Иными словами, термин «исходная защищенность» характеризует данный тип МТ как отдельный, самостоятельный элемент системы, независимо от ее состава, структуры, режима использования, квалификации пользователей, используемых средств защиты информации, состава организационно-технических мероприятий по обеспечению информационной безопасности и т.д.

При определении классов кибербезопасности цифровой медицинской техники будем исходить из того, что:

– риск, угроза НСВ на цифровую медицинскую технику является одной из составляющих риска безопасности ее применения – потенциальный риск применения цифровой МТ должен оцениваться и классифицироваться в зависимости от последствий для здоровья пациента, к которым может привести неправильная работа МТ, в том числе в результате несанкционированного внешнего кибервоздействия на «цифровые» компоненты МТ и программное обеспечение;

– цифровая медицинская техника эксплуатируется в среде определенной организационно-технической системы – лечебно-профилактического учреждения, безопасность (в том числе кибербезопасность) и результативность работы которой в значительной степени зависят от «человеческого фактора» и качества управления (менеджмента), а не только от работоспособности и характеристик техники и информационной системы учреждения.

Классификация медицинской техники по уровню исходной защищенности осуществляется на основе следующих положений:

– при определении класса кибербезопасности цифровая МТ рассматривается исключительно как техническое устройство – объект защиты от НСВ, безотносительно к его «медицинскому» назначению (функции);

– при определении классов кибербезопасности анализируется и оценивается только вероятность НСВ, безотносительно к характеру возможных последствий и проявлений НСВ – явный отказ, неявное изменение режима или алгоритма работы, утечка, искажение или удаление данных и т.д.;

– класс кибербезопасности цифровой МТ должен соотноситься с вероятностью и результативностью НСВ исходя из принципа «враждебного окружения» – полагается, что воздействие осуществляет высококвалифицированный внешний нарушитель, имеющий возможность использовать средства для обхода «штатной» системы защиты «стандартной» операционной среды (системы).

Определение классов кибербезопасности (уровней защищенности) цифровой медицинской техники (ККБ) предлагается осущетвлять с помощью метода анализа и оценки рисков по качественным признакам по следующей лингвистической шкале:

– высокий уровень – класс «В», когда для защиты МТ от НСВ не требуется применение специальных дополнительных мер – режим использования МТ, а также встроенные средства защиты от НСВ обеспечивают высокую исходную защищенность МТ; успешное (результативное) несанкционированное внешнее воздействие маловероятно;

– средний уровень – класс «С», когда необходимый уровень защиты МТ от НСВ обеспечивается применением общих организационных и технических мер и средств обеспечения информационной безопасности медицинского учреждения, в соответствии с предусмотренными технической документацией режимами использования МТ, в том числе, возможно, совместно с определенным внешним ПО в составе МИС; дополнительных мер для защиты данного медицинского изделия от НСВ не требуется; успешное (результативное) НСВ возможно, но его вероятность невелика;

– низкий уровень – класс «Н», когда предусмотренный технической документацией режим использования МТ и встроенные средства защиты от НСВ не обеспечивают необходимого уровня защиты МТ от НСВ и безопасности пациента – требуется применение специальных дополнительных мер защиты от случайного или преднамеренного кибервоздействия; вероятность успешного (результативного) НСВ достаточно высока.

В качестве критериев при определении класса кибербезопасности определенного типа цифровой медицинской техники предлагается использовать следующие структурно-функциональные характеристики:

1) тип используемой операционной системы (ОС)[6]:

СтС – «стандартная» ОС, для которой известны основные уязвимости и способы «взлома» штатной системы защиты в ОС, имеются программные «вирусы» и т.д.; заметим, что заражение МТ «вирусами» может осуществляться как преднамеренно, так и случайно;

СпС – специальная ОС, разработанная для данного типа МТ (семейства изделий МТ, см. ГОСТ 34.003), для которой практически ничего неизвестно об уязвимостях, способах «взлома» системы защиты, а появление «вирусов» маловероятно;

2) необходимость использования внешних машинных носителей данных (ВН) в процессе применения по назначению/эксплуатации медицинской техники, например, для обмена данными, обновления программного обеспечения и т.д.:

МН – используются «стандартные» внешние носители данных, которые могут использоваться с обычным, персональным компьютером;

БН – использование «стандартных» внешних носителей невозможно либо запрещено, либо допускается использование только

[6] Здесь и далее указаны условные буквенные обозначения соответствующих характеристик.

«доверенных» стандартных носителей, либо применяются специальные «нестандартные» внешние носители данных, которые не могут использоваться с обычными компьютерами;

3) режим работы / применения МТ по назначению – автономный (АР) либо в составе вычислительной сети информационно-технологической системы; автономным в данном случае считается также режим, когда при эксплуатации МТ используются специальные, «нестандартные» внешние машинные носители данных;

4) необходимость подключения к телекоммуникационной сети и/или использование беспроводных технологий, постоянно или периодически, например, для дистанционного управления работой МТ, передачи измерительной информации, в том числе при выполнении телемедицинских услуг (дистанционный мониторинг состояния здоровья пациента и т.д.), технического обслуживания МТ, обновления ПО и т.д. (КС):

ЗК – используются только защищенные каналы передачи данных для взаимодействия с внешними «доверенными» информационными системами (серверами);

ОК – используются открытые, незащищенные каналы передачи данных общего пользования для взаимодействия с внешними «открытыми» ИС либо необходим выход в Интернет;

5) наличие встроенных средств защиты от НСВ и проверки работоспособности медицинской техники (СК); например, средств доверенной загрузки программного обеспечения, выполнения контрольных задач и т.д.; сюда же относятся случаи, когда внесение изменений в программный код цифрового блока управления МТ («перепрошивка») возможно только с помощью специального оборудования («в заводских условиях»).

Правила определения класса кибербезопасности МТ в формализованном виде могут быть представлены в виде путей в классификационном графе[7] – ориентированном гиперграфе (см. рисунок), состоящем из начальной вершины МТ и гипервершин двух видов:

– классов кибербезопасности (ККБ), включающей вершины классов – уровней исходной защищенности изделия медицинской техники: Н – низкая, С – средняя, В – высокая;

– классификационных характеристик МТ– три гипервершины: КС – каналы передачи данных, ВН – внешние носители данных, ОС – операционная система (далее – Х-вершины), вершины в которых соответствуют перечисленным выше структурно-функциональным характеристикам изделия медицинской техники.

Каждому правилу соответствует определенный простой путь в графе из начальной вершины МТ в одну из ККБ-вершин, проходящий через Х-вершины.

Например, путь (МТ–ОК–СтС–Н) означает, что если в процессе эксплуатации МТ необходимо использовать открытый канал связи (ОК) и при этом работа осуществляется в среде «стандартной» операционной системы (СтС), то МТ имеет низкий класс кибербезопасности (Н); путь (МТ–АР–В) – если изделие МТ работает в автономном режиме (АР), то оно имеет высокий класс кибербезопасности (В) и т.д.

Пути в графе – правила определения класса кибербезопасности ККБ изделия медицинской техники – могут быть описаны в виде следующих логических выражений:

П1: ОК $\wedge$ СтС $\Rightarrow$ ККБ = Н;
(соответствует пути (МТ–ОК–СтС–Н) на графе)
П2: МН $\wedge$ СтС $\Rightarrow$ ККБ = Н;
П3: ОК $\wedge$ СпС $\Rightarrow$ ККБ = С;
П4: МН $\wedge$ СпС $\Rightarrow$ ККБ = С;
П5: ЗК $\wedge$ БН $\Rightarrow$ ККБ = В;
П6: АР $\Rightarrow$ ККБ = В;
П7: СК $\Rightarrow$ ККБ = В;

где символ $\wedge$ – это знак логической операции «И» (конъюнкция), символ $\Rightarrow$ – знак логиче-

[7] В классификационном графе не может быть циклов и изолированных вершин.

ского следствия (импликации) «ЕСЛИ ..., ТО ...» (по ГОСТ Р 54521).

Алгоритм определения класса кибербезопасности может быть представлен также в виде дерева решений, которое описывается следующими логическими выражениями:

А1: Если АР ∨ СК ∨ ЗК ∧ БН, то ККБ = В и «Стоп»; иначе перейти к А2;

А2: Если СпС, то ККБ = С и «Стоп»; иначе ККБ = Н и «Стоп»;

где символ ∨ – это знак логической операции «ИЛИ» (дизъюнкция).

Выражение А1 означает, что если изделие медицинской техники эксплуатируется в автономном режиме (АР) и/или имеет встроенные средства контроля (СК) либо в процессе его эксплуатации используются только защищенные каналы связи (ЗК) и при этом не используются «стандартные» внешние машинные носители (БН), то оно имеет высокий класс кибербезопасности (ККБ = В). «Стоп» означает, что дальнейшие проверки для определения класса можно не выполнять. Выражение А2 здесь означает, что если в «неавтономном» изделии МТ, не имеющем встроенных средств защиты, применяется специальная операционная система (СпС), и при этом в процессе эксплуатации используются открытые каналы связи и/или «стандартные» внешние носители данных, то МТ имеет средний уровень исходной защищенности от кибервоздействия (ККБ = С); в остальных случаях, то есть когда используется «стандартная» ОС, открытые каналы связи и/или «стандартные» носители – изделие медицинской техники имеет низкий класс кибербезопасности (ККБ = Н).

Следует отметить, что описанные выше правила классификации по уровням кибербезопасности относятся только к изделиям цифровой медицинской техники и в общем случае не применимы к программным медицинским изделиям (Software as a Medical Device – SaMD, см. [8, 28, 29]).

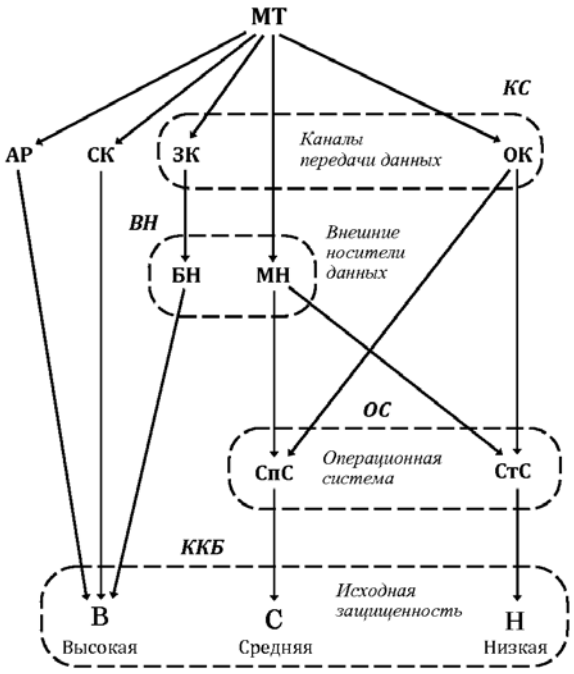


Рисунок – **Определение класса кибербезопасности изделия медицинской техники**

Проектирование и производство цифровой медицинской техники целесообразно осуществлять, в том числе с использованием подходов и методов создания защищенных информационных систем [15].

Для оценки уровня кибербезопасности изделия МТ при его работе в составе МИС конкретной медицинской организации необходимо построить модель угроз – определить перечень актуальных угроз (рисков) безопасности с оценкой возможных последствий в результате их реализации (каналы проникновения, утечки, нарушители, оценка рисков, ущерба, вреда и т.д.). Для этого можно использовать, например, методы моделирования угроз безопасности информации, изложенные в руководящих документах ФСТЭК и ФСБ России, а также положения и рекомендации, описанные в [14, 16–22]. При этом следует иметь в виду, что основой производственной инфраструктуры современного медицинского учреждения сегодня становятся интегрированные медицинские информационно-технологические комплексы, включающие медицинские аппараты, приборы и оборудование, медицинские территориально распределенные информационные системы, подключенные к внешним телекоммуникационным сетям и «облачным» информационным и вычислительным сервисам и хранилищам данных.

Разработку методики построения указанной модели, а также определения состава необходимых мер и средств защиты, нейтрализующих угрозы кибервоздействия на МТ и МИС в целом, с учетом классов исходной защищенности цифровой медицинской техники целесообразно осуществлять на основе документов ФСТЭК [23, 24] и положений, изложенных в ГОСТ Р 51583.

При определении требований к защите медицинской техники от НСВ необходимо учитывать, что, независимо от того, интегрирована или нет конкретная МТ в состав МИС, она является элементом сложной организационно-технической системы – медицинской организации, в которой реализуется определенная политика информационной безопасности, которая формируется исходя из анализа актуальных угроз кибербезопасности, идентификации и оценки рисков, связанных с использованием МИС и цифровой МТ, подключением к внешним телекоммуникационным сетям и т.д.

ВЫВОДЫ

1. Представляется целесообразным дополнительно к номенклатурной классификации медицинских изделий по видам и степени потенциального риска применения для цифровой медицинской техники предусмотреть еще один классификационный признак – класс кибербезопасности, определяемый на основе рассмотренных выше критериев.

2. Классификацию цифровой медицинской техники в зависимости от потенциального риска их применения необходимо осуществлять с учетом их класса кибербезопасности – уровня исходной защищенности от несанкционированного внешнего кибервоздействия.

3. Необходимо разработать отраслевую базовую модель угроз информационной безопасности для медицинских информационных систем, в состав которых интегрирована цифровая медицинская техника. Указанная модель должна включать типовой перечень организационно-технических мероприятий, мер и средств защиты от кибервоздействия, в том числе для обеспечения групповой, одиночной (индивидуальной) и смешанной системы защиты от НСВ цифровой медицинской техники.

В заключение хотелось бы заметить, что после многочисленных публикаций о «взломах» компьютерных систем, кражах и утечках персональных данных, вирусных атаках, нарушающих нормальную работу медицинской техники, информационных систем и баз данных медицинских учреждений, которые имели место в последнее время у определенной ча-

сти населения, и пациентов, и врачей, начала формироваться своего рода «киберфобия», чувство недоверия к современным ИТ и даже желание запретить обработку и обмен клиническими и персональными данными в электронном виде. Однако кибербезопасность во многом зависит от четкой организации работы администрации, пользователей и технического персонала информационных систем, знания, понимания и соблюдения ими основных принципов обеспечения информационной безопасности, их ответственности и самоконтроля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Двусторонний проект Россия-США по выработке основ критически важной терминологии в области кибербезопасности. Выпуск 1. Апрель 2011 года; www.iisi.msu.ru/UserFiles/File/Terminology_IISI_EWI/Russia-USbilatera_on_terminology_RUS.pdf, доступ 20.07.2015.

2. *Столбов А.П.* О классах кибербезопасности медицинской техники // Математическая кардиология. Теория, клинические результаты, рекомендации, перспективы. Сб. научн. трудов под ред. В.А. Лищука и Д.Ш. Газизовой. – М.: ООО «ПРИНТ ПРО». – 2015. сс. 131–142.

3. Защита от несанкционированного доступа к информации. Термины и определения. Руководящий документ Гостехкомиссии от 30.03.1992 г.

4. Концепция защиты средств вычислительной техники и автоматизированных систем от несанкционированного доступа к информации. Руководящий документ Гостехкомиссии от 30.03.1992 г.

5. Автоматизированные системы. Защита от несанкционированного доступа к информации. Классификация автоматизированных систем и требования по защите информации. Руководящий документ Гостехкомиссии от 30.03.1992 г.

6. Средства вычислительной техники. Защита от несанкционированного доступа к информации. Показатели защищенности от несанкционированного доступа к информации. Руководящий документ Гостехкомиссии от 30.03.1992 г.

7. Номенклатурная классификация медицинских изделий. Приказ Минздрава России от 06.06.2012 г. № 4н (в ред. Приказа от 25.09.2014 г. № 557н).

8. Правила классификации медицинских изделий в зависимости от потенциального риска применения. Утверждены решением Коллегии Евразийской экономической комиссии от 22.12.2015 г. № 173.

9. ГОСТ 31508–2012 Изделия медицинские. Классификация в зависимости от потенциального риска применения. Общие требования.

10. ГОСТ ISO 14971–2011 Изделия медицинские. Применение менеджмента риска к медицинским изделиям.

11. ГОСТ Р 55544–2013 Программное обеспечение медицинских изделий. Часть 1. Руководство по применению ИСО 14971 к программному обеспечению изделий.

12. ГОСТ 30324.0.4–2002 Изделия медицинские электрические. Требования безопасности к программируемым медицинским электронным системам.

13. ГОСТ Р 51904–2002 Программное обеспечение встроенных систем. Общие требования к разработке и документированию.

14. ГОСТ Р МЭК 62304–2013 Изделия медицинские. Программное обеспечение. Процессы жизненного цикла.
15. ГОСТ Р 51583–2014 Защита информации. Порядок создания автоматизированных систем в защищенном исполнении. Общие положения.
16. ГОСТ Р 56839–2015 Информатизация здоровья. Менеджмент рисков в информационно-вычислительных сетях с медицинскими приборами. Часть 2–1. Пошаговый менеджмент рисков медицинских информационно-вычислительных сетей. Практическое применение и примеры.
17. ГОСТ Р 56841–2015 Информатизация здоровья. Менеджмент рисков в информационно-вычислительных сетях с медицинскими приборами. Часть 2–4. Руководство по применению. Общее руководство для медицинских организаций.
18. ГОСТ Р 56837–2015 Информатизация здоровья. Менеджмент информационной безопасности удаленного технического обслуживания медицинских приборов и медицинских информационных систем. Часть 1. Требования и анализ рисков.
19. ГОСТ Р 56838–2015 Информатизация здоровья. Менеджмент информационной безопасности удаленного технического обслуживания медицинских приборов и медицинских информационных систем. Часть 2. Внедрение системы менеджмента информационной безопасности.
20. ГОСТ Р 56850–2015 Информатизация здоровья. Менеджмент рисков в информационно-вычислительных сетях с медицинскими приборами. Часть 2–2. Руководство по выявлению и обмену информацией о защите медицинских приборов, рисках и управлении рисками.
21. ГОСТ Р 56840–2015 Информатизация здоровья. Менеджмент рисков в информационно-вычислительных сетях с медицинскими приборами. Часть 2–3. Руководство по беспроводным сетям.
22. ГОСТ Р ИСО 27799–2015 Информатизация здоровья. Менеджмент защиты информации в здравоохранении по ИСО/МЭК 27002.
23. Требования о защите информации, не составляющей государственную тайну, содержащейся в государственных информационных системах. Приказ ФСТЭК России от 11.02.2013 г. № 17.
24. Меры защиты информации в государственных информационных системах. Методический документ. Утвержден ФСТЭК России 11.02.2014 г.
25. Advanced Cyber-Physical Systems for National Priorities, 13.03.2014, www.nist.gov/public_affairs/factsheet/cyberphysicalsystems2015.cfm, доступ 20.07.2015 г.
26. The prognosis for healthcare payers and providers: Rising cybersecurity risks and costs, 17.12.2014, http://usblogs.pwc.com/cybersecurity/the-prognosis-for-healthcare-payers-and-providers-rising-cybersecurity-risks-and-costs, доступ 20.07.2015.
27. www.mcafee.com/us/resources/reports/rp-healthcare-iot-rewards-risks-summary, доступ 20.07.2015.
28. IMDRF/SaMD WG/N10:2013 Software as a Medical Device: Key Definitions, 9 December 2013; www.imdrf.org
29. IMDRF/SaMD WG/N12:2014 Software as a Medical Device: Possible Framework for Risk Categorization and Corresponding Considerations, 18 September 2014; www.imdrf.org.

А.Н. ГУРОВ,
д.м.н., профессор, заведующий кафедрой организации здравоохранения и общественного здоровья ФУВ МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского, г. Москва, России, angurov1@mail.ru
О.А. ГАЛЮТИН,
главный врач Чеховской РБ № 2 Московской области, г. Чехов, Россия, galutin@bk.ru
О.В. ЦАРЕВА,
младший научный сотрудник научно-организационного отдела, ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского, oxana.tsarev@gmail.com

ЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ПАСПОРТИЗАЦИИ СОСУДИСТЫХ ЦЕНТРОВ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОКАЗАНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ ПАЦИЕНТАМ С БОЛЕЗНЯМИ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

УДК 002.021

Гуров А.Н., Галютин О.А., Царева О.В. ***Значение программного комплекса для паспортизации сосудистых центров и совершенствования системы оказания медицинской помощи пациентам с болезнями системы кровообращения в Московской области*** *(Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского (МОНИКИ), Российская Федерация)*

Аннотация. Для формирования оптимальной системы управления оказанием медицинской помощи пациентам с инфарктом миокарда и острым нарушением мозгового кровообращения в рамках регионального сегмента единой государственной информационной системы здравоохранения создан программный комплекс, позволяющий осуществлять паспортизацию сосудистых центров, первичных сосудистых отделений медицинских организаций Московской области. Программный комплекс позволяет вести регистр пациентов, формировать оптимальную систему маршрутизации пациентов для высокотехнологичного лечения в сосудистых центрах и отделениях, контролировать в онлайн-режиме качество лечения, соблюдение требований порядков, стандартов и клинических рекомендаций, а также осуществлять планирование потребности и централизованной закупки расходных материалов и дорогостоящей медицинской техники.

Ключевые слова: *Программный комплекс, паспортизация сосудистых центров, регистр пациентов с инфарктом миокарда и острым нарушением мозгового кровообращения, смертность болезней системы кровообращения.*

UDC 002.021

Gurov A.N., Galyutin O.A., Tsareva O.V. ***The value of program complex for the certification of vascular centers and improving of the system of health care for patients with diseases of the circulatory system in the Moscow region*** *(GBUZ MO «Moscow Regional Research Clinical Institute named after M.F. Vladimirskiy» (MONICI), Russian Federation)*

Abstract. In order to form an optimal organization of medical care management for patients with myocardial infarction and acute accidents ofcerebrovascular system within the regional segment of the unified state health information system, a program complex (PC) was created which allow for the certification of vascular centers (VC), primary vascular branches (PVB) of medical organizations of the Moscow region. PC allows to maintain a register of patients, form the optimal routing of patients for specialized treatment in VC and PVB of medical organizations, to monitor online the quality of the treatment, to check the compliance with the orders, requirements, standards and clinical guidelines, as well as to carry out planningof requirements and centralized procurement of supplies and medical equipment for VC and PVB.

Keywords: *The program complex, certification of vascular centers, the register of patients with myocardial infarction, acute accidents ofcerebrovascular system, mortality, diseases of the blood circulatory system.*

© А.Н. Гуров, О.А. Галютин, О.В. Царева, 2016 г.

ВВЕДЕНИЕ

Региональный сегмент (Рс) Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ) в Московской области (МО) был сформирован в основном в период реализации программы модернизации здравоохранения Московской области в 2011–2013 гг., которая в части информатизации здравоохранения, предусматривала внедрение современных информационных систем в здравоохранение [1].

После завершения программы модернизации здравоохранения в МО развитие регионального сегмента Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения в Московской области развивается в рамках Государственной программы Московской области «Эффективная власть» на 2014–2018 годы [2], подпрограмма «Развитие информационно-коммуникационных технологий для повышения эффективности процессов управления и создания благоприятных условий жизни и ведения бизнеса в Московской области».

С этой целью проводится разработка с последующим внедрением или усовершенствованием прикладных программ, включаемых РсЕГИСЗ и обеспечивающих справочно-информационную поддержку принятия управленческих и врачебных решений на основе оперативного доступа к достоверной статистической информации и диагностическим исследованиям, с функцией ведения электронной истории болезни и многое другое.

Особенно актуальным стало формирование программного комплекса паспортизации сосудистых центров и отделений для совершенствования системы оказания медицинской помощи пациентам с болезнями системы кровообращения в Московской области. Болезни системы кровообращения относятся к числу социально значимых заболеваний и представляют серьезную опасность для здоровья и жизни населения, являются ведущей причиной смертности и инвалидности взрослого населения в Российской Федерации [3, 4].

МЕТОДЫ

Для формирования оптимальной системы управления организацией оказания медицинской помощи пациентам с болезнями системы кровообращения в рамках регионального сегмента Единой государственной информационной системы здравоохранения (ЕГИСЗ) создан сегмент, позволяющий осуществлять паспортизацию сосудистых центров (отделений). При этом, помимо общих сведений, которые характеризуют административные ресурсы, материально-техническую базу и кадровый потенциал СЦ (ПСО), в программный комплекс включена информация, отражающая сведения о зоне ответственности (численности, структуре и показателях здоровья населения), работе скорой медицинской помощи, организации оказания медицинской помощи в виде фиксированных показателей, предусмотренных формами Федерального статистического наблюдения и дополнительно рекомендованных для сосудистых центров и отделений МЗ РФ. Часть информации, содержащейся в паспортах СЦ (ПСО), является общедоступной на сайте https://uslugi.mosreg.ru/zdrav и на интернет-сайтах соответствующих медицинских организаций, но основная информация предусмотрена только для анализа главными профильными специалистами медицинских округов, руководителями медицинских организаций и службами Министерства здравоохранения МО.

Благодаря созданному программному комплексу, проанализированы материалы статистической отчетности, характеризующие смертность, больничную летальность, общую (по обращаемости) и госпитальную заболеваемость БСК, формы №№ 12 и 14, а также материалы службы государственной статистики по Московской области (Росстат), отражающие смертность населения. Статистические формы – 30 и отчетные формы ТФОМС МО,

характеризующие обеспеченность, состояние и объемы выполненной работы аппаратами лучевой диагностики в медицинских организациях (МедО), в том числе для диагностики и лечения пациентов с заболеваниями БСК.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В настоящее время в Московской области с 2013 по 2016 гг. организована сеть сосудистых центров: 12 СЦ в медицинских организациях (м.р. Мытищинский, г.о. Подольск, г.о. Реутов, Жуковский, м.р. Егорьевский, Красногорский, Люберецкий, г.о. Долгопрудный, м.р. Коломенский, г.о. Домодедово, м.р. Дмитровский и Сергиево-Посадский), а также в МОНИКИ и 11 первичных сосудистых отделений (г.о. Серпухов, м.р. Клинский, Чеховский, Солнечногорский, Ленинский, Можайский, Дмитровский, Рузский, Ступинский, Луховицкий, Волоколамский).

Общий коечный фонд указанных сосудистых центров и первичных сосудистых отделений составляет в настоящий момент 2,19 тыс. коек. Графики работы всех перечисленных отделений 24 часа и 7 дней в неделю.

С 2013 г. по настоящее время коечный фонд медицинских организаций Московской области для оказания медицинской помощи пациентам с сосудистыми заболеваниями увеличился на 14%.

ОБСУЖДЕНИЕ

Применение программного комплекса позволяет создать оптимальную систему маршрутизации пациентов с острым коронарным синдромом и острым нарушением мозгового кровообращения в сосудистые центры и первичные сосудистые отделения медицинских организаций МО, когда не менее 75% пациентов поступают в СЦ (ПСО) в первые 4,5 часа от начала заболевания. Также в информационную систему и систему маршрутизации включены 6 медицинских организации федерального подчинения на территории Московской области, где оказывается неотложная специализированная медицинская помощь пациентам с острым коронарным синдромом (ОКС) и острым нарушением мозгового кровообращения (ОНМК).

С 2013 г., по сравнению с 2015 г., увеличено количество операций по стентированию в 13 раз (2013 г. – 231; 2015 г. – 2810), коронарографий в 12 раз (2013 г. – 323; 2015 г. – 3990). В 2015 г. в ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского высокотехнологичных операций на сердце выполнено около 3100 пациентам.

Несмотря на существенный рост хирургической активности в отношении пациентов с болезнями системы кровообращения в Московской области, остается несоответствие потребностей населения в коронарографических исследованиях и последующих коронарных стентированиях.

В 2017 г. планируется открытие 5 ПСО в медицинских организациях Московской области на базе г.о. Балашиха «ЦРБ», Железнодорожный «ГБ» Королев «ГБ № 1», Шатурская ЦРБ» и «Щелковская РБ № 1».

В 2018 г. планируется дополнительно открыть 4 ПСО на базе Электростальская ГБ, Каширская ЦРБ, Давыдовская РБ Орехово-Зуевского м.р. и Зарайская ЦРБ.

В этом случае в Московской области будет круглосуточно работать 33 сосудистых центров, которые в полной мере обеспечат доступность и своевременность неотложной высокотехнологичной медицинской помощи пациентам, по проведению коронарографических исследований, которых по предварительным расчетам требуется около 18000 в год и последующих коронарных стентирований около 7000 в год. Всего в сосудистых центра МО, должно выполняться не менее 1000 кардиохирургической операций на сердце из расчета на 1 млн населения.

Важнейшая роль в профилактике, ранней диагностике и лечении ОКС и ОНМК отводится инструментальным методам диагностики, среди которых методы лучевой диагностики занимают ведущее место. Созданный программный

комплекс позволяет проанализировать эффективность использования всех КТ и МРТ в медицинских организациях. В настоящее время в медицинских организациях Московской области 1517 рентгеновских аппаратов (в 2013 г. было – 1485), в том числе ангиографическое оборудование и кабинеты (8) и магнитно-резонансных томографов (МРТ) – 22 (в 2013 г. было 18), аппаратов компьютерной томографии (КТ) – 50, из них бездействующих, находятся в стадии списания и ремонта – 6, старше 10 лет – 5.

Общее число исследований лучевой диагностики в МедО МО в 2015 г., по сравнению с предыдущим годом заметно возросло, *рис. 1.* На примере числа компьютерных томографических исследований (КТ) рост на 64,2%, а число магнитно-резонансных томографических исследований (МРТ) выросло на 68%. К сожалению, остается большое число исследований, выполняемых в амбулаторно поликлинических условиях МедО МО без контрастирования для КТ – 75%, МРТ – 89%.

В этот же период в МОНИКИ наблюдается естественная современная тенденция к уменьшению рутинных рентгенологических исследований при увеличении высокотехнологических КТ и МРТ с контрастированием. При этом количество контрастных исследований в стационарных условиях МедО МО составляет: для КТ – 59% (в МОНИКИ 41%); для МРТ – 50% (в МОНИКИ 50%). В перспективе следует иметь в виду необходимость увеличения доли контрастных исследований (с болюсным введением контраста) в МедО области, без чего невозможна качественная и эффективная диагностика большинства актуальных заболеваний человека.

Проводимая таким образом работа уже позволила снизить смертность от болезней системы кровообращения в Московской области до 673,1 в расчете на 100 тыс. населения и обеспечит достижение к 2018 г. показателей – 649,4 в расчете на 100 тыс. населения, зафиксированных в Указе Президента РФ от 07.05.2012 г. № 598 г.

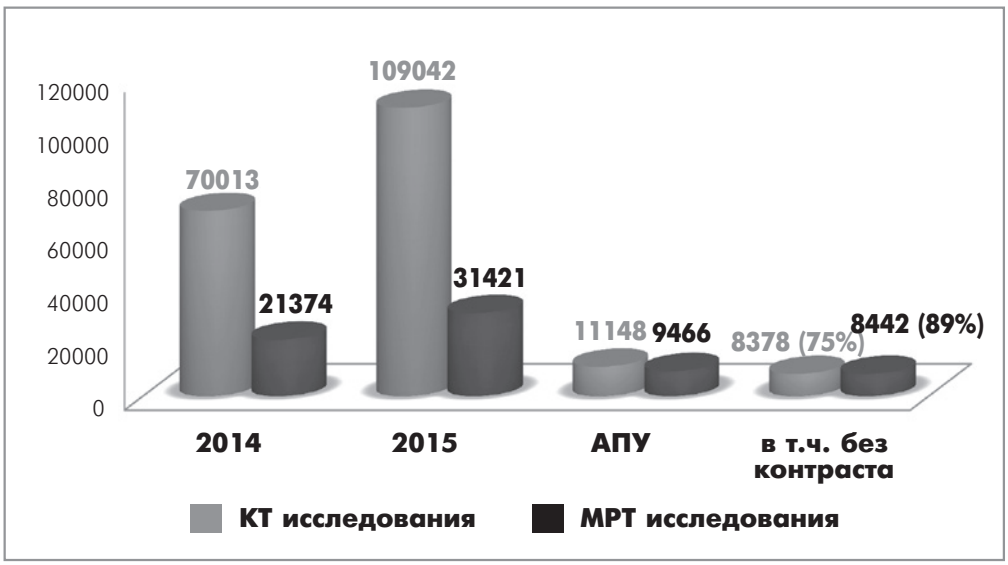


Рис. 1. **Общее число компьютерных томографических исследований (КТ) и магнитно-резонансных томографических исследований (МРТ), выполненных в медицинских организациях Московской области в сравнении с их числом выполненных в амбулаторно-поликлиничскех условиях**

Обеспечение положительных результатов в применении методов лучевой диагностики для ранней диагностики и своевременного лечения болезней системы кровообращения, возможно на основе использования программного комплекса и регистра пациентов, для осуществления оптимального планирования и перераспределения объемов диагностических исследований в амбулаторно-поликлинических условиях на бесплатной основе из тех медицинских организаций, где не выполняются план в те МедО, где имеются возможности выполнить плановые задания.

Для повышения качества и эффективности большинства актуальных заболеваний человека, в том числе и БСК, число высокотехнологических компьютерных томографических исследований и магнитно-резонансных томографических исследований с контрастированием, в том числе с болюсным введением контраста, должно быть увеличено и составлять до 60%. С этой целью потребуется улучшить оснащение СЦ и ПСО в медицинских организациях Московской области оборудованием для широкого внедрения современных методов рентген-эдоваскулярной диагностики и рентгенохирургического лечения при работе на круглосуточной основе.

ВЫВОДЫ

Созданный и внедрённый программный комплекс в рамках регионального сегмента ЕГИСЗ для паспортизации сосудистых центров и совершенствования системы оказания медицинской помощи пациентам с болезнями системы кровообращения, позволяет:

- создать оптимальную систему маршрутизации совместно со службой скорой медицинской помощи для пациентов с острыми формами ишемической болезни сердца и нарушениями мозгового кровообращения для специализированной лучевой диагностики, хирургического лечения в сосудистых центрах (отделения) медицинских организаций Московской области и Федеральных медицинских центрах г. Москвы и Подмосковья;
- сформировать и вести регистр пациентов, которым показана (проведена) инвазивная помощь в СЦ (ПСО), контролировать в онлайн-режиме качество лечения, соблюдение в работе требований порядков, стандартов и клинических рекомендаций, а также осуществлять планирование потребности в централизованной закупки медицинского оборудования и расходных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Программа «Модернизация здравоохранения Московской области на 2011–2013 гг.» // Постановление Правительства Московской области от19 апреля 2011 г. № 352/15

2. Государственная программа Московской области «Эффективная власть» на 2014–2018 годы. Утверждена Постановлением Правительства Московской области от 23.08.2013 г. № 660 / 37

3. *Скворцова В.И.* Выступление Министра В.И. Скворцовой на расширенном заседании Коллегии Минздрава России. 20 апреля 2016 г.г. Москва. https://www.rosminzdrav.ru/news/2016/04/20

4. *Гуров А.Н., Андреева И.Л., Катунцева Н.А.* Совершенствование организационных технологий по повышению доступности высокотехнологичной медицинской помощи пациентам кардиохирургического профиля на примере Московской области // Менеджер Здравоохранения. М.: 2015. № 9. С. 13–19

А.В. СВАЛЬКОВСКИЙ,
аспирант 3 года кафедры медицинской и биологической физики с курсом медицинской информатики ФГБОУ ВО Тюменский ГМУ Минздрава РФ, город Тюмень, Россия, svalkovskiyav@gmail.com
С.Д. ЗАХАРОВ,
к.ф.-м.н., доцент кафедры медицинской и биологической физики с курсом медицинской информатики ФГБОУ ВО Тюменский ГМУ Минздрава РФ, город Тюмень, Россия, s_zah@rambler.ru

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА БАЗ ДАННЫХ ВНЕДРЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ ФАКТОРОВ РИСКА ОБЩЕСТВЕННО ОПАСНЫХ ДЕЙСТВИЙ БОЛЬНЫХ ОРГАНИЧЕСКИМ ПОРАЖЕНИЕМ ГОЛОВНОГО МОЗГА)

УДК 614.2

Свальковский А.В., Захаров С.Д. ***Аналитическая обработка баз данных внедренных информационных систем (на примере факторов риска общественно опасных действий больных органическим поражением головного мозга)*** *(Тюменский государственный медицинский университет, г. Тюмень, Россия)*

Аннотация. В статье определена возможность использования существующих медицинских информационных систем, внедренных на базе медицинских учреждений Тюменской области в изучении проблем общественного здоровья. На основе баз данных автоматизированной информационной системы «Судебно-психиатрическая экспертиза» проанализированы заключения амбулаторной судебно-психиатрической экспертизы Тюменской области за 2005–2014 годы. Выявлены факторы риска, приводящие больных органическим поражением головного мозга к совершению общественно опасных действий. К таким факторам отнесены: мужской пол, возраст до 30 лет, диагноз «умственная отсталость». Статистически доказано, что лица с данным набором факторов совершают преступления по 159 и 161 статьям Уголовного кодекса Российской Федерации. Впоследствии большинство подэкспертных признаются вменяемыми. В статье предложены возможные меры по первичной профилактике общественно опасных действий больных с органическим поражением головного мозга.

Ключевые слова: *медицинская информационная система, базы данных, психиатрия, факторы риска, органическое поражение головного мозга, общественно опасные действия, профилактика, судебно-психиатрическая экспертиза.*

UDC 614.2

Svalkovsky A.V., Zakharov S.D. ***Analytical processing of databases of the implemented information systems on the example of risk factors of socially dangerous actions of patients with organic damage of a brain*** *(The Tyumen state medical university, Tyumen, Russia)*

Abstract. In article the possibility of use of the existing medical information systems introduced on the basis of medical institutions of the Tyumen region in studying of problems of public health is defined. On the basis of databases of the automated information system "Forensic-psychiatric Examination" the conclusions of out-patient forensic-psychiatric examination of the Tyumen region for 2005–2014 are analysed. The risk factors leading patients with organic damage of a brain to commission of socially dangerous actions are revealed. Are carried to such factors: a male, age till 30 years, the diagnosis "intellectual backwardness". It is statistically proved that persons with this set of factors commit crimes under 159 and 161 articles of the Criminal code of the Russian Federation. The majority subexpert admit responsible a consequence. In article possible measures for primary prevention of socially dangerous actions of patients with organic damage of a brain are proposed.

Keywords: *medical information system, databases, psychiatry, risk factors, organic lesion of a brain, socially dangerous actions, prophylaxis, forensic-psychiatric examination.*

© А.В. Свальковский, С.Д. Захаров, 2016 г.

ВВЕДЕНИЕ

Внедрение информационных технологий в работу системы здравоохранения России уже становится привычным процессом [4]. За годы, подверженные этим процессам, уже многие медицинские информационные системы (МИС) стали не только предметом автоматизации деятельности врача, но и базами для хранения важной статистической информации. Накопленные материалы могут изучать специалисты в области здравоохранения [10] в целях разработки мер по охране общественного здоровья.

Одной из особых областей медицины, нуждающихся во внедрении современных МИС, является психиатрия [14]. Судебная психиатрия как производная не только клинической психиатрии, но и экспертологии, довольно сильно связана с социальной обстановкой в стране и действующими в ней законами [2]. В связи с этим довольно большое количество времени врачи-эксперты СПЭ уделяют работе с документами. Рядом авторов большой массив «бумаги» в работе у судебных психиатров уже был отмечен [5] и предложен вариант автоматизации рутинных процессов посредством современных информационных технологий [10].

Рутинная работа врача-эксперта СПЭ предполагает использование значительного информационного массива данных, включающего монографическую, периодическую и инструктивно-методическую литературу по клинической, социальной и судебной психиатрии, наркологии, психологии, сексологии и другую. Этот факт был проанализирован и описан при разработке интегрированной рабочей среды амбулаторной судебно-психиатрической экспертной комиссии авторами [11], в первую очередь, для формирования ядра системы. Основная программа для судебных психиатров – автоматизированная информационная система (АИС) «СПЭ», обеспечивающая текущую деятельность комиссии СПЭ, включая прием и регистрацию поступивших дел, формирование очереди на экспертизу, подготовку и выдачу заключения СПЭ в установленной форме, ведение журнала учета судебно-психиатрических экспертиз, поиск ранее подготовленных документов по различным запросам (по фамилии подэкспертного, врачу-докладчику и т. д). Для формирования годового отчета судебно-психиатрической экспертной комиссии (СПЭК) был разработан модуль формирования отчета – АИС «Отчет СПЭК» (ф. № 38). При этом отчетный модуль должен был оперировать годовой базой данных, формирующейся в АИС «СПЭ». Для углубленного анализа деятельности СПЭК, в том числе и по тем параметрам, которые фиксируются в годовой базе данных, но не входят в годовой отчет, разработана система индивидуальных запросов к базе данных. Итоговая система запросов была положена в основу отдельной АИС «СПЭК-аналитика», которая, оперируя годовой базой данных результатов СПЭ либо аналогичной базой данных за любой другой период (неделя, месяц, квартал), способна демонстрировать итоги деятельности СПЭ за любой период времени, оценивать качество работы врачей-экспертов, количество и структуру общественно-опасных деяний психически больных лиц.

На сегодняшний день АИС «СПЭ» с включенным в нее модулем АИС «СПЭК-аналитика» внедрены в работу амбулаторно СПЭК Тюменской области. Базы данных содержат в себе заключения амбулаторной СПЭК с 2004 года по текущее время. Базы данных соответствуют всем установленным формам (№ 38 и № 100/у). Система «СПЭК-Аналитика» позволяет делать SQL – запросы практически по любым параметрам установленных форм, тем самым изучать многие медицинские и юридические данные обследованных подэкспертных.

Во всем массиве психиатрических заболеваний особое место занимают органические повреждения головного мозга (ОПГМ). Распространенность заболеваний, приводящих

к формированию ОПГМ, варьируется, однако составляют большой массив среди всех психических расстройств, в том числе среди пациентов, совершивших ООД [6].

Относительно фактора, повреждающего головной мозг, органические психические расстройства можно разделить на: экзогенно-органические [9], эндогенно-органические (нарушения психической деятельности вследствие различных эндогенных нарушений обмена веществ головного мозга) и врожденные.

По данным В.В. Вандыш-Бубко [1], в структуре обвиняемых лиц с психическими расстройствами, с установленным диагнозом в ГНЦ ССП им. В.П. Сербского в 2008 году, большую долю больных составила когорта больных органическими психическими расстройствами – 45,2%, тогда как шизофрения только 25,8%.

На сегодняшний день, разработаны и внедрены в практическую работу автоматизированные системы, позволяющие исследовать отдельные стандартные статистические данные. В базы данных внесена информация по многочисленным случаям общественно опасных действий (ООД) больных органическим поражением головного мозга, однако эти данные до сих пор не изучены и не применены к поиску факторов риска совершения общественно опасных действий.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ – обработать и проанализировать базы данных внедренной информационной системы АИС «СПЭК-аналитика» для последующего поиска факторов риска общественно опасных действий больных ОПГМ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве материала для исследования были взяты заключения амбулаторной судебно-психиатрической экспертной комиссии (СПЭК) Тюменской области по форме № 100/у-03 «Заключение судебно-психиатрического эксперта (комиссии экспертов)» за 2005–2014 гг. и сгруппированные в годовые базы данных автоматизированной информационной системы «Судебно-психиатрическая экспертиза» [3].

В исследование были включены заключения судебно-психиатрической экспертной комиссии (СПЭК) по уголовным делам обвиняемых и подозреваемых подэкспертных с органическим поражением головного мозга. Общее количество заключений на лиц с органическим поражением головного мозга – 10114 (71,4% от общего числа экспертиз).

Для целей обработки исследовательской информации была использована АИС «СПЭК-аналитика» – компонент автоматизированной информационной системы «Судебно-психиатрическая экспертиза» [11].

Для сравнения достоверности различий долей использовался Z-критерий, в других случаях достоверность различий сравниваемых выборок исследовалась по непараметрическому критерию Манна-Уитни. С целью подтверждения гипотез о взаимосвязи выявленных факторов был использован корреляционный анализ – критерий согласия (соответствия) К. Пирсона.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Фактором риска с точки зрения Всемирной организации здравоохранения [13] считается какое-либо свойство или особенность человека или какое-либо воздействие на него, повышающие вероятность развития болезни или травмы, в том числе особенности частоты встречаемости различных признаков. В структуре изучения факторов риска, влияющих на совершение ООД, исследовано довольно много социальных и социодемографических факторов [18]. В частности, употребления алкоголя [16] может сказываться на совершении больным ОПГМ, наличие жилья, возраст, экономическую дазадаптацию [20], образовательный уровень [17]; особенности социального окружения и места проживания [19] (в районах с плотным проживанием риск ООД

лиц с психическими отклонениями возрастает в 2,7 раза).

По нашему мнению, выявление практически значимых факторов риска совершения ООД больными с ОПГМ может помочь в дополнении мер первичной профилактики ООД, а значит – снизить количество ООД.

Основываясь на изучение АИС «СПЭК-аналитика», нами были отобраны 3 фактора для исследования: пол, возраст, диагноз.

Для исследования половозрастных характеристик ООД был проведен анализ объема ООД, совершенные лицами с ОПГМ в сравнении между мужчинами и женщинами у разных возрастных групп. Исследования показали, что основную массу ООД среди мужчин совершают лица молодого трудоспособного возраста (18–30 лет – 57,84%), меньшую, но также значительную часть ООД совершают лица мужского пола в несовершеннолетнем возрасте (до 17 лет – 23,32%) и в зрелом трудоспособном возрасте (31–45 лет – 15,36%). Лица предпенсионного и пенсионного возрастов совершают ООД гораздо реже – 2,77% и 0,70% соответственно. Женщины с ОПГМ совершают ООД во всех возрастах, незначительное количество ООД только в пенсионном возрасте. Лица женского пола молодого трудоспособного возраста (18–30 лет) совершают ООД реже, чем мужчины (P = 0,004) и чаще в зрелом трудоспособном (31–45 лет) (P = 0,16).

Для изучения влияния клинического диагноза на совершения ООД психически больными, в исследовании были рассмотрены 2 группы диагнозов органического поражения головного мозга: органические психические расстройства (F01–09) и умственная отсталость (F70–79). Группы диагнозов выбраны в соответствии с годовой отчетной формой амбулаторной СПЭК № 38. Согласно исследованным данным, основную массу ООД совершают больные с умственной отсталостью *(Рис. 1.)*. Согласно нашим данным, особенно отличаются высоким количеством ООД лица в возрасте 18–30 лет, несколько меньше показатели количества ООД у несовершеннолетних *(Рис. 2.)*. Причем в каждой возрастной группе основную массу ООД совершают лица мужского пола.

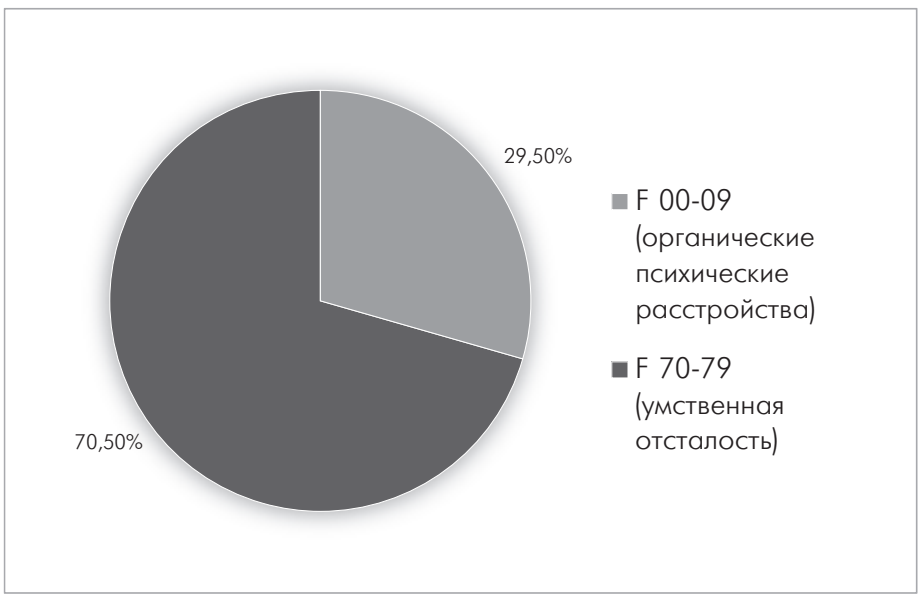


Рис. 1. **Распределение долей ООД по группам расстройств**

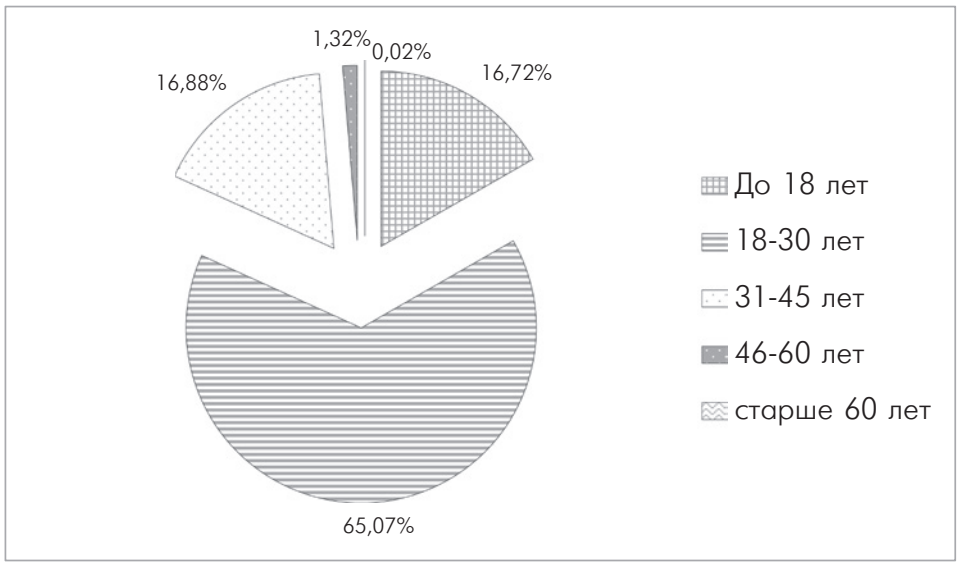


Рис. 2. **Распределение количества ООД лиц мужского пола с умственной отсталостью по возрастам**

Таким образом, в процессе исследования было выявлено, что основную массу преступлений среди больных органическим поражением головного мозга совершают лица мужского пола в возрасте до 30 лет с диагнозом «умственная отсталость». Также выявлено, что данный контингент лиц совершает в основном преступления «Против собственности» (ст. 159 – «кража»,161 – «грабеж» УК РФ). По результатам заключений экспертов СПЭК большинство этих лиц признаются вменяемыми на момент совершения преступления (ст. 21 УК РФ).

Для проверки гипотезы о взаимосвязи выявленных факторов использован корреляционный анализ – критерий согласия (соответствия χ^2). Каждый из выявленных факторов был разделен на 2 составляющих. Так, заключения были разделены на «вменяем» и «невменяем» (с. 21 УК РФ), при этом группа «ограничено вменяемых» (ст. 22 УК РФ) отнесена к группе «вменяем». Правонарушения разделены на группы «Против собственности» и другие статьи. Диагноз – соответственно на органические психические расстройства (F 00–09) и умственную отсталость (F 70–79), и пол на мужской и женский. Все выборки разделены на 5 групп возрастов. В результате было получено, что даже при 1% уровне погрешности – $\chi^2_{0,01}$= 38,58, значения χ^2, для возрастов до 18 (несовершеннолетние) и 18–30 (совершеннолетняя молодежь) составили 70,6 и 195,7, что означает высокую степень взаимосвязи.

ОБСУЖДЕНИЕ

Современные МИС играют большую роль в модернизации отечественного здравоохранения. Электронная медицинская карта, листы ожидания высокотехнологичной медицинской помощи, реестры персонифицированного учета больных позволяют не только автоматизировать рутинные процессы в здравоохранении, но и накапливают огромный массив научной информации, которая может и должна использоваться специалистами в области здравоохранения. Использование подобных баз данных может позволить изучать процессы, связанные с общественным здоровьем,

анализировать их, прогнозировать, и разрабатывать меры по их коррекции.

Так, изученная ранее [12] динамика роста количества ООД (более, чем в 2 раза за последние 10 лет) служит отрицательным показателем деятельности по их первичной профилактике. Выявленные факторы риска: мужской пол, возраст до 30 и диагноз «умственная отсталость» очерчивают довольно конкретный контингент лиц, нуждающихся в усиленных мерах первичной профилактики.

Изученная структура ООД, совершаемых лицами с ОПГМ наглядно демонстрирует преобладание «краж» (ст. 159 УК РФ) и «грабежей» (ст. 161 УК РФ). В этой связи межведомственное взаимодействие Минздрава и Министерства внутренних дел [8] необходимо обратить внимание на данный факт.

Отдельно необходимо отметить, что заболевание «умственная отсталость» является врожденным хроническим расстройством, ремиссия у которого довольно условная, в связи с чем, меры вторичной профилактики, такие как принудительные меры медицинского характера, могут быть недостаточно эффективными. Пациенты с умственной отсталостью чаще всего могут достигать лишь некой социальной адаптации, под пристальным контролем окружающих [2, 15]. В этой связи для обозначенного круга лиц необходимо учитывать и обозначенные выше социальные факторы – наличие жилья, трудоустройства, родственников, частота употребления психоактивных веществ и т.д. Ответственность за наблюдение и меры профилактики ложится также на межведомственное взаимодействие амбулаторной психиатрической службы и органы МВД [7]. Над данным контингентом лиц, по нашему мнению, должны быть установлены особые виды контроля, особенно со стороны органов МВД. Учитывая молодой возраст (несовершеннолетние и молодежь до 30 лет), необходимо уделять особое внимание на лиц, проживающих в неблагополучных семьях; лиц, находящихся на учете в детской комнате полиции; лиц, обучающихся по упрощенной программе в специализированных школах, а также лиц с признаками бродяжничества и беспризорников. Как правило, именно данный контингент лиц более всего замотивирован к совершению преступлений типа «кража» или «грабеж».

ВЫВОДЫ

Таким образом, обработаны и проанализированы базы данных АИС «СПЭК-аналитика» за 2005–2014 годы. Проведен поиск факторов риска общественно опасных действий больных органическим поражением головного мозга. Выявлено, что таковыми факторами являются мужской пол, возраст до 30 лет, диагноз «умственная отсталость». Статистически доказано, что чаще всего лица с выявленным набором факторов совершают преступления «Против собственности» по 159 и 161 ст. УК РФ. В большинстве случаев после прохождения судебно-психиатрической экспертизы лица признаются вменяемыми и направляются на исполнение наказания (ст. 21 УК РФ). Предложены возможные меры первичной профилактики лиц с выявленными факторами риска.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Вандыш-Бубко В.В., Гиленко М.В., Тарасова Г.В.* Клиническая динамика органического психического расстройства у лиц с сердечно-сосудистой патологией (По данным судебно-психиатрической экспертизы обвиняемых). Российский психиатрический журнал. 2009; 3: 4–8.
2. *Дмитриева Т.Б., Шостакович Б.В., Ткаченко А.А.* Руководство по судебной психиатрии. М.: ИД «Медицина»; 2004. 592 с.

3. *Долгинцев В.И., Уманский С.М., Санников А.Г., Чижов Р.В., Санникова Т.Н., Орлов А.С.* Некоторые аспекты оптимизации деятельности амбулаторной судебно-психиатрической экспертной комиссии. Предварительное сообщение. Экология человека 2000; 4:48–50.
4. *Зарубина Т.В.* Единая государственная информационная система здравоохранения: вчера, сегодня, завтра. Сибирский вестник медицинской информатики и информатизации здравоохранения 2016; 1: 6–11.
5. *Зарубина Т.В., Санников А.Г.* Реализация технологии электронного документооборота в судебно-психиатрической экспертной службе Тюменской области. Вестник новых медицинских технологий 2008; 3: 125–126.
6. *Карпов А.С.* Показатели распространенности общественно опасных действий психически больных в аспекте их профилактики // Проблемы судебно-психиатрической профилактики: Сб. – М., 1994. – С. 11–16.
7. *Макушкина О.А., Яхимович Л.А.* Повторные общественно опасные действия лиц, страдающих психическими расстройствами: проблемы профилактики. Российский психиатрический журнал 2014; 2: 4–11.
8. О мерах по предупреждению общественно опасных действий лиц, страдающих психическими расстройствами: приказ Министерства здравоохранения и Министерства внутренних дел от 30.04.1997 № 133/269.
9. *Примоченок А.А.* Экзогенно-органические психические расстройства у подростков: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук. Москва, 2010. 23 с.
10. *Санников А.Г.* Управление региональной судебно-психиатрической экспертной службой на основе информационных технологий: автореф. диссертации док. мед. наук. Тюмень. 2008. 47 с.
11. *Санников А.Г., Егоров Д.Б., Долгинцев В.И.* Информационное обеспечение управления судебно-психиатрической экспертизой средствами АИС «СПЭК-аналитика». Экология человека 2006; 3: 134–136.
12. *Свальковский А.В., Тюрин М.В., Егоров Д.Б., Санников А.Г.* Клинические формы органического поражения головного мозга как фактор совершения общественно опасных действий. Журнал научных статей «Здоровье и образование в XXI веке». 2015; 4 (17): 181–186.
13. Факторы риска. Всемирная организация здравоохранения. [Интернет]. URL: http://www.who.int/topics/risk_factors/ru/ Дата обращения: 16.06.2016 г.
14. *Чуркин А.А., Букреева Н.Д., Демчева Н.К., Макушкин Е.В.* Организация системы автоматизированного мониторинга деятельности психиатрических (амбулаторных и стационарных) и судебно-психиатрических экспертных учреждений. Методические рекомендации. Государственный научный центр социальной и судебной психиатрии им. В.П. Сербского Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации. Москва, 2011; 43 с.
15. *Чуркин А.А., Творогова Н.А.* Состояние психиатрической службы в Российской Федерации в 2008 г. Российский психиатрический журнал 2009; 5: 36–42.
16. *Fulwiler C. et al.* Early onset substance abuse and community violence by outpatients with chronicmental illness // Psychiatr. Serv. – 1997. – Vol. 48. – P. 1181–5.
17. *Link, B.* Evidence bearing on mental illness as a possible cause of violent behavior / B. Link, A. Stueve // Epidemiol. Rev. – 1995. – Vol. 17. – P. 172–81.
18. *Nedopil N.* Prognosen in der For ensischen Psychiatrie – Ein Handbuch fьr die Praxis, 2005. – p. 16.
19. *Silver, E.* Mental disorder and violent victimization: the mediating role of involvement in conflicted social relationships / E. Silver // Criminol. – 2002. – Vol. 40. – P. 191–212.
20. *Swanson J.W. et al.* Violence and psychiatric disorder in the community: evidence from the epidemiological catchment area suveys / // Hosp community psychiatry. – 1990. – Vol. 41. – P. 761–70.

А.А. ХАЛАФЯН,
д.т.н., профессор кафедры прикладной информатики, Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия, statlab@kubsu.ru
А.А. КОШКАРОВ,
аспирант, Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия, Koshkarov17@yandex.ru
А.Б. СЕМЕНОВ,
эксперт по вопросам информационных технологий в медицине, г. Краснодар, Россия, sot7@mail.ru

ПОСТРОЕНИЕ РЕЙТИНГА МЕДИЦИНСКИХ СТРАХОВЫХ КОМПАНИЙ МЕТОДОМ ИЕРАРХИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ

УДК 614.2:658.325

Халафян А.А., Кошкаров А.А., Семенов А.Б. ***Построение рейтинга медицинских страховых компаний методом иерархической классификации*** *(Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия)*

Аннотация. На сайте Федерального фонда обязательного медицинского страхования приведен 21 показатель деятельности 59 страховых медицинских организаций (СМО) за 2015 г. Каждый показатель представляет собой критерий оценки эффективности деятельности СМО по отдельному направлению, так как его большее или меньшее значение говорит об успешности (не успешности) деятельности компании. По каждому критерию определен рейтинг СМО. Несомненно, особую актуальность приобретает проблема определения рейтинга СМО по совокупности всех рассмотренных критериев. Цель работы – использовать метрический подход для оценки эффективности деятельности СМО, основанный на методе иерархической классификации, который предполагает вычисление расстояний между СМО как точками многомерного пространства в системе координат, соответствующей критериям их эффективности. Введено понятие эталонной организации, которая аккумулирует наилучшие значения критериев всех СМО. Рейтинги страховых компаний устанавливаются в соответствии с расстояниями до эталонной организации по принципу – чем меньше расстояние, тем эффективнее компания и выше ее рейтинг (место в списке СМО). Метод реализован в среде статистического пакета STATISTICA. Рейтинги СМО, определенные предложенным методом, могут быть применены для выявления перспективных и неперспективных СМО с целью планирования их дальнейшего развития или структурных преобразований, а также могут служить своеобразным навигатором при выборе медицинской страховой компании.

Ключевые слова: *эффективность, страховые медицинские организации (СМО), критерий, объект, сходство, расстояние, рейтинг, классификация.*

UDC 614.2:658.325

Khaliphyan A.A., Koshkarov A.A., Semenov A.B. ***Ranking definition method of health insurance companies based on hierarchical classification*** *(Kuban State University, Krasnodar, Russia)*

Abstract. The official site of Federal compulsory medical insurance fund presents 21 activity indicators for the 59 health insurance organizations (HIOs) for 2015. Each indicator represents an activity efficiency criteria of HIO in the certain area as following: its larger or smaller value defines whether the company activity is successful or not. The HIO rating is defined per each of these criteria. Undoubtedly, HIO ranking definition problem on set of all the considered criteria is becoming particularly urgent. The purpose of this work is to apply the metrical approach for HIO activity efficiency assessment, based on the hierarchical classification method that assumes the distance calculation among HIOs as among the points of multidimensional space in the coordinate system corresponding to the criteria of their efficiency. The concept of reference organization that accumulates the best value of all of the HIO criteria is introduced in this paper. The ratings of insurance companies are established in accordance with the distance to the reference organization by the principle – the smaller the distance, the more efficient the company is and the higher its rating is (the place in the HIO list). The method is implemented in the environment of the STATISTICA statistical package. HIO ratings, defined by the proposed method can be used to identify promising and unpromising HIOs in order to plan their upcoming development or structural changes, they can also act as the specific navigator when choosing the health insurance company.

Keywords: *efficiency, health insurance organizations (HIOs), criterion, object, similarity, the distance, rating, classification.*

© А.А. Халафян, А.А. Кошкаров, А.Б. Семенов, 2016 г.

ВВЕДЕНИЕ

Основной объем медицинской помощи населению России оказывается согласно программе обязательного медицинского страхования (ОМС). В соответствии с Федеральным законом об ОМС [4] застрахованные лица обеспечены гарантиями бесплатного оказания медицинской помощи при наступлении страхового случая. Страховые взносы на ОМС в виде обязательных платежей, которые уплачиваются страхователями (например, организациями или государством), аккумулируются в Федеральном фонде, который создан как некоммерческая организация для реализации государственной политики в сфере ОМС. Для этих целей в регионах субъектами РФ аналогично созданы территориальные фонды, которые управляют средствами и заключают со страховыми медицинскими организациями (СМО) договоры о финансовом обеспечении ОМС. В свою очередь СМО заключают договоры на оказание и оплату медицинской помощи по ОМС с медицинскими организациями региона.

СМО на региональном уровне – это своего рода связующее звено между пациентами, медицинскими организациями и территориальным фондом ОМС. Специалисты страховых компаний проводят объективные экспертизы качества оказания медицинской помощи в целях совершенствования предоставления медицинских услуг. Анализируют истории болезней, оценивают объем и своевременность проводимого обследования, в присутствии лечащего врача проводят осмотр пациента и при необходимости осуществляют коррекцию лечения, а в особо сложных случаях решают вопрос о переводе пациента в медицинскую организацию более высокого уровня. Поэтому от работы, проводимой специалистами СМО, зависит защита прав застрахованных граждан на своевременную и качественную медицинскую помощь, а также оптимизация расходования финансовых средств ОМС.

По опубликованным данным на сайте Федерального фонда за 2015 г. в России 59 страховых компаний осуществляли свою деятельность в сфере ОМС с численностью застрахованных 146 548 831 лиц [5]. Ежегодно согласно утвержденной методике [2] рассчитывают значения 21 показателя оценки деятельности СМО, которые публикуют на сайте Федерального фонда ОМС. Отдельно по значениям каждого показателя на сайте установлено порядковое место, т.е. определен рейтинг СМО. Но для контролирующих организаций лицу, желающему выбрать страховую организацию, а также самой СМО важен рейтинг компании по всем показателям, а не в отдельности по каждому из 21.

Поэтому целью исследования является математически обоснованное решение задачи сравнительной оценки эффективности страховых компаний по совокупности всех показателей приведенных на сайте Федерального фонда обязательного медицинского страхования.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Существующие методы ранжирования объектов по совокупности количественных показателей, как правило, сводятся либо к построению интегрального критерия в виде аддитивной или мультипликативной функции показателей с весовыми коэффициентами, отражающими их относительный вклад в критерий, либо к переводу всех критериев в балльную шкалу с последующим суммированием баллов [6]. К последнему методу можно отнести определение рейтингов (рангов) объектов по каждому критерию с дальнейшим суммированием рангов. Наивысший рейтинг будет у объекта с минимальной суммой рангов. Указанные методы обладают определенными недостатками, делающими сомнительным их использование. Например, не формализована процедура выбора весовых коэффициентов – их назначение опирается на мнение, опыт лица, принимающего решение, либо экспертов. Но сколько

экспертов, столько и мнений, причем могут быть и диаметрально противоположные, иногда такой способ выбора весов называют «потолочным». Недостаток метода еще и в том, что незначительное изменение весов, как правило, приводит к существенному изменению значения интегрального критерия, а значит, и рейтингов. Перевод количественных показателей в балльную шкалу или определение рейтинга по каждому показателю с последующим суммированием баллов, также имеет значительные недостатки, так как:

– балльная (порядковая) шкала «бедная» и переход к ней сопровождается существенной потерей информации об объекте;

– в порядковой шкале в принципе не определена операция суммирования, так как баллы (ранги) указывают лишь степень предпочтения одного объекта перед другим, выраженным в символической числовой форме.

Не выдерживают критики и предлагаемые многочисленные способы перевода количественных показателей в балльную шкалу, например, как это сделано в [1], что приближает их по математической обоснованности к «потолочным» методам. Сказанное относится и к широко распространенным в медицине балльным шкалам *apache*, позволяющим оценивать тяжесть состояния больных.

Применение балльных шкал в медицине и здравоохранении было оправдано при отсутствии возможности эффективного использования многомерных методов классификационного анализа. Сейчас в эпоху всеобщей компьютеризации и появления самого широкого спектра статистических пакетов открылись совершенно новые горизонты применимости пакетных методов обработки медицинских данных [7]. Здесь уместным является риторический вопрос: зачем сбивать яблоки палками, если можно приставить лестницу?. Такой «лестницей» при анализе эмпирических данных любой природы, в том числе и в медицине, и здравоохранении являются многомерные методы анализа данных, реализованные в статистических пакетах. Балльной шкалой разумно пользоваться только в том случае, если отсутствует возможность измерения показателей, характеризующие объекты исследования в количественных шкалах – отношений, интервальной и абсолютной. Как правило, в этих случаях прибегают к экспертным оценкам в порядковой, балльной шкале.

В [6, 8] предложен новый метрический подход на основе метода иерархической классификации, суть которого очень проста. Сравнение любых объектов для ранжирования и составления рейтинга по совокупности *n* показателей сводится к оценке степени их сходства, или различия. В классификационном анализе сходство между объектами определяют посредством расстояний между ними, как точками многомерного пространства размерности *n* в системе координат, соответствующей их показателям. Существуют различные способы вычисления расстояний. Наиболее распространенной является геометрическое расстояние, определяемой по формуле Евклида – евклидова метрика:

$$d_e(O_i, O_j) = \left(\sum_{k=1}^{n}\left(x_{ik} - x_{jk}\right)^2\right)^{\frac{1}{2}}$$

где x_{ik}, x_{jk}, $(k = 1, \ldots n)$ – координаты (значения показателей) объектов O_i, O_j.

Естественно, не корректным будет вычисление расстояний по координатам различной размерности, поэтому целесообразно, сначала показатели привести к безразмерному виду за счет их нормирования (стандартизации). При этом изменится расстояние между объектами, но сохранится их порядок, т.е. объекты, близкие (сходные) в исходном пространстве, будут близкими и в условном, нормированном пространстве.

Чтобы определить ранги, задающие рейтинг объектов, следует выбрать объект с наилучшими значениями показателей и ран-

жировать их по степени близости к нему. Естественно, что речь идет только о таких показателях, которые однозначно определяют качество объектов, т.е. большее или меньшее значение показателя, определяет степень превосходства одного объекта перед другим. Но «наилучшего» (эталонного) объекта может не оказаться, так как наиболее вероятно, что большинство объектов будут просто несравнимыми, т.е. лучшими по одним показателям, но худшими по другим. Поэтому виртуальный эталонный объект, определим как объект, аккумулирующий наилучшие (наибольшие, или наименьшие) значения показателей всей совокупности объектов.

Если обозначить через x_j^{*S}, x_{ij}^{*S} – стандартизованные значения показателей, то расстояние d_i между произвольным объектом O_i и эталонным, легко вычислить по формуле:

$$d_i\,(O_i, O^*_{\text{этал}},) = \\ = \sqrt{(x_{i1}^S - x_1^{*S})^2 + (x_{i2}^S - x_2^{*S})^2 + \cdots + (x_{in}^S - x_n^{*S})^2}$$

Чтобы составить рейтинги m объектов, достаточно вычисленные расстояния упорядочить в порядке возрастания и поставить в соответствие каждому значению d_i, а значит, и каждому объекту O_i ранги $1, 2, \ldots, m$. Объект с рангом 1 и будет наилучшим, так как ему соответствует минимальное расстояние. Но ранжирование объектов означает их измерение в «слабой» порядковой (ранговой) шкале, которая позволяет установить только порядок между ними. Несомненное преимущество данного подхода в том, что вычисление расстояний между объектами позволяет оценить степень близости их друг к другу, а также получить интегральный количественный критерий, характеризующий их качество. Необходимые вычисления легко реализовать в среде пакета STATISTICA [9, 10] при помощи модуля *Кластерный анализ*, процедуры *иерархическая классификация.*

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Определим при помощи предложенного метода рейтинги 59 медицинских страховых организаций по 21 показателю за 2015 г., приведенным на сайте Федерального фонда обязательного медицинского страхования (в скобках записаны сокращения, использованные при проведении статистического анализа):

- численность застрахованных лиц (%, ЧЗЛ);
- обеспеченность пунктами выдачи полюсов обязательного медицинского страхования (ед, ОПВП);
- обеспеченность специалистами-экспертами медицинской помощи (ед, ОСЭ);
- объем медико-экономических экспертиз (%, ОМЭЭ);
- объем экспертиз качества медицинской помощи (%, ОЭКМП);
- объем тематических экспертиз (%, ОТЭ);
- нарушения в экспертной деятельности СМО (%, НЭД);
- объем штрафных санкций к СМО (%, ОШС);
- деятельность СМО по информированию застрахованных лиц (%, ДПИ);
- проведение социологических опросов (ед, ПСО);
- наличие обоснованных жалоб на работу СМО (ед, НОЖР);
- результативность досудебной и судебной деятельности СМО (%, РДСД);
- доступность в получения информации застрахованных лиц (%, ДПИ ЗЛ);
- информационная активность СМО в медицинских организациях (ед, ИА);
- деятельность СМО по информированию и привлечению застрахованных лиц к прохождению профилактических мероприятий (%, ДПМ);
- выполнение плана по профилактическим мероприятиям (%, ВППМ)
- объем экспертиз качества медицинской помощи по случаям летальных исходов (%, ОЛИ);
- деятельность СМО по случаям непрофильной госпитализации пациентов с острым коронарным синдромом (%, ДНГКС);

- деятельность СМО по случаям непрофильной госпитализации пациентов с острым нарушением мозгового кровообращения (%, ДНГМК);

- деятельность представителей СМО в медицинских организациях (%, ДП);

- охват медицинских организаций представителями СМО (%, ОМО).

Каждый из показателей характеризует эффективность деятельности страховой компании в определенном направлении, т.е. большее или меньшее значение показателя означает степень предпочтения одной страховой организации перед другой. Для трех показателей – НЭД, ОШС, НОЖР большему значению показателя соответствует меньшее предпочтение СМО, для остальных показателей – большему значению соответствует большее предпочтение СМО. Значения показателей представлены в *табл. 1.* Названия СМО в сокращенной версии отображены в столбце Наименование компании.

Если внимательно изучить таблицу, то легко заметить, что нет СМО, у которой все показатели были бы наилучшими, т.е. нет организации, которая эффективнее других по всем показателям. Так, из таблицы видно, что наибольшее значение ЧЗЛ (12,9) у компании *МАКС–М, ОПВП* (138,5) – у *АРМС* Территория, ОСЭ (33,7) – у КС Страхование и т.д. Наилучшие (наибольшие или наименьшие) значения показателей в таблице выделены жирным курсивом. Есть СМО, которые ни по одному из показателей не превосходят другие страховые организации. Это *СОГАЗ-Мед, ВТБ МС, Росгосстрах-Медицина, АК БАРС Мед, Даль-Росмед, УралСиб, Астра-Металл, Сибирский Спас-Мед, Максимус, Спасение,* всего 10 компаний. В последней строке указаны показатели эталонной СМО (Эталон), которая аккумулировала наилучшие значения показателей эффективности компаний.

При помощи процедуры Иерархическая классификация модуля Кластерный анализ пакета STATISTICA по стандартизованным значениям показателей были вычислены евклидовы расстояния между СМО, как точками многомерного пространства. В столбце Расстояние до эталона представлены расстояния между всеми 59 СМО и Эталоном. При этом, чем эффективнее организация, тем меньше расстояние, СМО в таблице упорядочены по их возрастанию. В столбце Рейтинг отображены места (рейтинги) СМО в соответствии с их порядком в таблице. Самый высокий рейтинг – первое место у *ИНКО-МЕД*, далее идут *РОСНО-МС* – второе место, *Сахамедстрах* – третье место, *КС Страхование* – четвертое место и т.д.

Как видно из таблицы по рейтингам можно установить только порядок или место в списке, но невозможно оценить степень близости (сходства) СМО друг к другу. Для получения интегрального количественного показателя, более полно характеризующего эффективность СМО, воспользуемся данными столбца *Расстояние до эталона*. Эталонная СМО нам была нужна для определения рейтинга страховых компаний, который позволил определить лидера страховых компаний по совокупности рассмотренных 21 показателей. Для получения интегральной оценки эффективности компаний в качестве точки отсчета будем считать лидера СМО – *ИНКО-МЕД*. Коэффициент $k^{эф}$, или интегральный критерий эффективности СМО определим как долю (процент), который составляет расстояние лидера до эталонного объекта от расстояний СМО до эталонного объекта, т.е.

$$k^{эф} = \frac{d_{\text{лидера}}}{d_i} \times 100\%,\ i = 1,\ldots,59$$

Естественно, при таком определении коэффициент эффективности лидера – компании *ИНКО-МЕД* составит 100%. Коэффициенты эффективности СМО отображены в столбце $k_i^{эф}$. Еще раз подчеркнем, что при таком подходе эффективность СМО оценена относительно компании лидера.

Таблица 1.

Значения показателей эффективности деятельности СМО

Рейтинг	*Наименование компании*	*ЧЗЛ*	*ОПВП*	*ОСЭ*	*ОМЭЭ*	*ОЭКМП*	*ОТЭ*	*НЭД*	*ОШС*	*ДПИ*
1	ИНКО-МЕД	0,8	4,5	1,6	5,8	1,5	68,9	1,7	0,1	3,0
2	РОСНО-МС	12,0	4,8	1,3	**8,4**	3,7	31,6	0,7	0,2	6,3
3	Сахамедстрах	0,6	7,3	2,4	1,5	0,9	63,8	0,1	**0,0**	3,6
4	КС Страхование	0,0	112,3	**33,7**	0,3	0,3	46,6	0,0	**0,0**	2,5
5	Башкортостан Мед.	0,0	116,2	9,7	6,1	3,7	8,4	**0,0**	**0,0**	10,0
6	Ингосстрах-М	4,5	5,1	1,0	2,2	1,5	20,0	1,7	0,9	0,2
7	Новый Уренгой	0,1	7,1	0,9	3,4	1,0	30,7	7,0	0,2	6,6
8	СОГАЗ-Мед	11,3	4,9	2,1	2,1	1,3	45,2	0,6	0,3	2,5
9	АльфаСтрахование МС	7,4	3,0	1,3	1,8	1,5	43,8	0,7	0,1	1,8
10	Спасские ворота-М	2,3	3,7	1,8	3,1	0,9	44,3	0,4	0,3	14,4
11	ГСМК	0,7	8,0	2,3	5,4	1,2	15,5	3,5	0,1	3,0
12	Чувашия-Мед	0,7	5,1	2,1	1,6	2,0	41,0	0,9	0,1	1,9
13	МАСКИ	0,2	3,8	2,7	1,8	1,5	42,9	0,2	0,1	16,6
14	Медика-Томск	0,3	31,4	1,4	1,1	3,2	66,6	9,3	0,2	1,6
15	ВТБ МС	4,0	4,4	1,9	3,3	1,3	31,4	1,1	0,4	0,4
16	Панацея	0,6	2,5	0,6	1,9	2,7	21,4	2,9	1,0	**20,1**
17	Астро-Волга-Мед	1,2	6,2	1,4	1,7	1,0	17,4	0,1	0,1	1,5
18	МАКС-М	**12,9**	3,1	1,0	2,0	1,1	28,9	1,4	0,3	1,2
19	СТРАЖ	0,1	19,0	1,6	1,3	2,8	32,6	6,5	0,1	6,5
20	Медика-Восток	0,6	8,6	3,1	1,8	1,1	53,0	0,7	**0,0**	3,7
21	АСКОМЕД	0,4	11,7	1,7	1,4	0,8	41,6	**0,0**	0,3	0,2
22	СИМАЗ-МЕД	0,6	3,1	0,7	5,6	1,8	29,0	0,2	0,1	0,6
23	Росгосстрах--Медицина	9,7	5,7	1,6	2,3	1,2	23,5	1,2	0,2	0,9
24	РЕСО-МЕД	4,3	7,3	1,5	2,2	0,9	29,4	1,0	0,4	0,7
25	Чулпан-Мед	0,2	9,6	1,7	2,1	1,3	57,5	0,6	0,4	1,0
26	ОМСК	0,3	1,2	2,5	1,9	2,3	47,1	0,2	0,1	0,3
27	АСТРАМЕД -МС	2,4	4,7	1,2	4,3	1,4	9,7	4,5	0,8	3,4
28	Альянс-Мед	0,1	5,4	6,7	3,5	1,3	23,4	0,8	**0,0**	0,4
29	Капитал МС	5,3	3,8	1,7	2,1	1,0	23,9	2,1	0,5	3,7
30	Надежда	1,0	4,9	2,8	1,5	1,0	43,9	0,7	**0,0**	1,5
31	АК БАРС Мед	2,2	2,1	0,3	1,5	1,0	48,9	2,2	0,2	0,9
32	Чувашская МСК	0,2	12,0	0,8	1,2	1,2	26,3	0,2	0,1	0,4
33	Росмедстрах-К	0,3	6,2	0,7	1,4	2,4	41,9	0,6	0,1	0,4
34	Даль-Росмед	0,8	3,6	1,6	2,3	1,0	34,3	1,2	0,0	0,6
35	АСКО-ЗАБОТА	0,7	4,3	1,0	0,9	0,8	**79,5**	0,9	0,5	0,3
36	Согласие-М	0,1	25,4	12,0	3,4	0,7	14,1	0,1	7,2	0,1
37	Югория-Мед	1,9	3,1	2,7	2,1	1,4	20,5	**0,0**	0,2	0,6
38	Урал-Рецепт М	0,3	8,6	0,3	3,5	1,2	19,2	29,3	0,3	1,1
39	Капитал-полис Мед	0,3	22,4	3,4	5,1	1,1	32,9	0,7	0,4	1,0
40	МСК-Медицина	0,3	2,1	1,5	2,0	1,9	35,4	**0,0**	0,0	0,2
41	УралСиб	2,1	2,5	0,7	3,7	1,2	30,4	0,3	0,3	1,2

Рейтинг	Наименование компании	ЧЗЛ	ОПВП	ОСЭ	ОМЭЭ	ОЭКМП	ОТЭ	НЭД	ОШС	ДПИ
42	Крыммедстрах	0,8	1,7	1,0	1,7	0,9	34,1	13,0	**0,0**	0,3
43	МиБ	0,1	4,3	2,2	4,3	0,9	36,9	0,3	0,9	0,4
44	КАСКО-МС	0,1	0,9	1,4	1,3	1,1	23,3	1,3	0,1	0,5
45	Забайкалмедстрах	0,7	3,8	0,8	1,5	1,5	21,8	1,2	0,2	1,4
46	ВСК - Милосердие	0,0	6,2	4,7	1,7	1,1	28,7	**0,0**	1,0	0,7
47	Новолипецкая1	0,1	1,5	1,5	1,8	2,0	55,7	1,2	0,4	0,2
48	Восточно-СА	1,0	3,3	1,5	1,8	0,4	34,1	0,5	3,0	2,7
49	Заполярье	0,1	5,0	2,7	0,8	0,5	37,3	3,5	0,1	0,2
50	Астра-Металл	1,0	5,8	1,2	1,7	1,4	8,3	0,9	0,6	0,4
51	Сибирский Спас-Мед	0,1	17,5	2,0	1,6	1,0	16,7	4,8	0,2	0,0
52	Крымская СМК	0,7	2,2	1,5	0,9	0,3	25,0	5,1	0,1	0,9
53	МЕДСТРАХ	0,9	2,3	2,2	3,4	1,1	12,5	0,0	0,1	0,3
54	Интермедсервис-Сибирь	0,0	4,2	2,1	2,2	0,6	10,3	**0,0**	1,4	4,0
55	Максимус	0,1	25,6	5,4	1,5	4,5	20,2	2,5	2,9	0,6
56	УГМК - Медицина	0,4	5,9	0,3	1,8	**47,6**	38,5	100,0	0,6	1,7
57	АРМС Территория	0,0	**138,5**	0,0	1,7	1,0	0,6	**0,0**	29,1	0,0
58	Спасение	0,4	5,0	1,3	2,0	1,2	39,0	0,6	0,2	1,1
59	АСК-Мед	0,0	0,0	0,0	2,7	1,7	28,0	0,4	0,1	0,7
	Эталон	**12,9**	**138,5**	**33,7**	**8,4**	**47,6**	**79,5**	**0,0**	**0,0**	**20,1**

Продолжение таблицы 1 (справа)

Рейтинг	Наименование компании	ПСО	НОЖР	РДСД	ДПИ ЗЛ	ИА	ДПМ	ВППМ	ОЛИ	ДНГКС
1	ИНКО-МЕД	307,6	**0,0**	**100,0**	12,5	53,2	0,0	88,2	88,9	100,0
2	РОСНО-МС	94,9	0,1	97,9	14,5	58,9	1,1	72,4	88,5	28,6
3	Сахамедстрах	241,8	0,1	**100,0**	10,5	96,9	0,1	6,8	71,6	69,9
4	КС Страхование	**1 675,8**	**0,0**	0,0	123,6	86,3	0,0	0,0	**100,0**	100,0
5	Башкортостан Мед.	84,3	**0,0**	**100,0**	19,4	26,6	0,0	**100,0**	66,7	54,8
6	Ингосстрах-М	81,6	**0,0**	91,7	16,0	62,0	15,2	76,8	84,8	46,8
7	Новый Уренгой	1 198,2	**0,0**	**100,0**	3,6	27,6	0,0	53,4	97,0	81,9
8	СОГАЗ-Мед	176,8	0,1	97,2	14,8	71,3	0,5	81,0	77,0	29,7
9	АльфаСтрахование МС	159,3	**0,0**	99,8	8,0	90,1	0,0	81,1	74,8	60,8
10	Спасские ворота-М	105,3	**0,0**	**100,0**	11,3	55,3	0,2	97,0	95,5	43,1
11	ГСМК	102,4	0,1	**100,0**	11,9	40,8	0,1	72,6	98,1	100,0
12	Чувашия-Мед	93,3	0,0	**100,0**	14,1	**100,0**	0,0	95,7	89,3	48,8
13	МАСКИ	101,9	0,4	**100,0**	12,1	42,4	0,0	93,0	90,7	100,0
14	Медика-Томск	29,0	**0,0**	98,0	33,7	95,9	0,0	73,5	93,7	89,3
15	ВТБ МС	234,7	0,1	100,0	14,9	75,3	0,0	80,7	74,8	37,4
16	Панацея	230,9	**0,0**	93,8	7,0	39,8	3,5	91,3	77,2	29,0
17	Астро-Волга-Мед	121,7	**0,0**	30,4	12,9	**100,0**	0,0	73,6	89,1	54,1
18	МАКС-М	105,3	0,1	96,0	8,8	69,4	0,0	75,5	66,1	36,8
19	СТРАЖ	83,3	0,0	**100,0**	6,3	23,7	0,0	0,0	97,0	**716,7**
20	Медика-Восток	202,3	**0,0**	**100,0**	14,7	77,2	0,1	100,0	62,9	0,0

Рейтинг	Наименование компании	ПСО	НОЖР	РДСД	ДПИ ЗЛ	ИА	ДПМ	ВППМ	ОЛИ	ДНГКС
21	АСКОМЕД	62,4	**0,0**	14,7	11,7	69,9	0,0	75,1	58,8	42,9
22	СИМАЗ-МЕД	48,0	**0,0**	55,6	13,3	**100,0**	0,1	61,8	70,2	21,1
23	Росгосстрах-Медицина	112,3	0,2	95,1	12,8	59,1	0,1	73,6	84,5	11,2
24	РЕСО-МЕД	82,8	**0,0**	**100,0**	13,2	49,4	0,0	52,5	88,8	61,3
25	Чулпан-Мед	99,8	**0,0**	98,6	14,8	89,3	0,7	90,8	73,7	57,4
26	ОМСК	25,3	**0,0**	**100,0**	14,1	95,7	0,0	97,0	87,0	88,2
27	АСТРАМЕД -МС	32,2	**0,0**	87,0	7,7	76,1	0,0	72,3	94,1	60,0
28	Альянс-Мед	79,2	**0,0**	61,1	33,6	6,4	0,0	68,0	88,9	100,0
29	Капитал МС	57,4	**0,0**	96,3	11,8	65,4	0,2	1,0	68,9	29,7
30	Надежда	148,9	**0,0**	**100,0**	15,4	80,8	0,2	97,8	41,1	100,0
31	АК БАРС Мед	43,8	0,1	89,0	3,2	87,9	0,0	89,9	71,4	89,9
32	Чувашская МСК	81,4	0,0	**100,0**	17,0	92,6	0,0	95,6	64,0	60,4
33	Росмедстрах-К	118,6	0,0	**100,0**	19,1	**100,0**	0,0	61,1	96,5	55,9
34	Даль-Росмед	49,8	0,2	99,6	14,9	97,2	0,1	80,5	85,8	8,0
35	АСКО-ЗАБОТА	47,5	**0,0**	67,8	6,0	9,2	0,0	36,9	64,7	86,0
36	Согласие-М	21,0	**0,0**	78,6	44,2	70,9	0,0	87,5	75,2	0,0
37	Югория-Мед	77,6	0,4	45,7	11,0	62,3	0,0	63,9	81,1	20,3
38	Урал-Рецепт М	11,3	**0,0**	78,1	14,6	69,8	0,0	72,7	100,0	100,0
39	Капитал-полис Мед	63,2	**0,0**	**100,0**	10,8	7,0	0,3	52,0	88,8	0,0
40	МСК-Медицина	98,6	**0,0**	50,0	3,6	**100,0**	0,0	92,7	70,9	22,1
41	УралСиб	28,8	0,2	98,0	4,9	56,6	0,1	99,3	99,1	0,1
42	Крыммедстрах	63,5	0,2	83,3	6,1	69,9	0,0	20,5	37,5	28,9
43	МиБ	10,8	**0,0**	**100,0**	18,3	4,6	0,0	95,9	95,5	20,9
44	КАСКО-МС	199,7	0,0	0,0	2,3	75,3	0,0	99,9	91,1	100,0
45	Забайкалмедстрах	32,2	0,2	100,0	1,1	**100,0**	0,0	30,3	37,0	100,0
46	ВСК - Милосердие	160,9	**0,0**	0,0	76,3	33,3	0,1	69,9	87,6	20,0
47	Новолипецкая1	0,0	**0,0**	0,0	4,0	8,7	0,0	61,5	71,9	100,0
48	Восточно-СА	28,0	**0,0**	100,0	2,1	**100,0**	0,3	14,9	60,3	37,0
49	Заполярье	82,4	**0,0**	100,0	4,1	48,3	0,0	66,5	58,9	45,6
50	Астра-Металл	57,7	0,1	100,0	17,4	55,0	0,0	64,9	39,7	69,1
51	Сибирский Спас-Мед	123,5	0,0	0,0	4,7	55,3	0,0	75,7	80,3	74,8
52	Крымская СМК	43,4	0,4	**100,0**	5,2	62,5	0,0	15,6	68,4	36,9
53	МЕДСТРАХ	9,7	0,2	**100,0**	5,3	46,0	0,0	92,8	68,1	0,0
54	Интермедсервис-Сибирь	92,0	0,0	0,0	39,9	0,0	0,0	**100,0**	81,5	68,2
55	Максимус	208,1	0,8	0,0	18,6	4,5	0,0	83,1	32,2	5,6
56	УГМК - Медицина	12,4	**0,0**	94,4	16,5	48,5	0,0	87,0	71,4	100,0
57	АРМС Территория	1 135,7	**0,0**	25,0	**1 108**	0,0	0,0	**100,0**	**100,0**	0,0
58	Спасение	256,7	2,5	91,8	9,3	49,8	0,1	92,9	62,5	15,3
59	АСК-Мед	0,0	**0,0**	**100,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	32,7
	Эталон	**1 675,8**	**0,0**	**100,0**	**1 108**	**100,0**	**15,2**	**100,0**	**100,0**	**716,7**

Продолжение таблицы 1 (справа)

Рейтинг	Наименование компании	ДНГМК	ДП	ОМО	Расстояние до эталона, d_i	$k_i^{эф}$
1	ИНКО-МЕД	93,4	0,5	12,4	15,255	100,00
2	РОСНО-МС	35,5	0,1	11,7	15,456	98,70
3	Сахамедстрах	68,1	1,6	33,3	15,474	98,58
4	КС Страхование	0,0	0,0	0,0	15,484	98,52
5	Башкортостан Мед.	29,4	0,0	0,0	15,736	96,94
6	Ингосстрах-М	58,7	0,1	4,5	15,832	96,36
7	Новый Уренгой	84,7	0,0	13,8	15,843	96,29
8	СОГАЗ-Мед	37,2	0,2	6,8	15,996	95,37
9	АльфаСтрахование МС	36,7	0,1	26,6	16,015	95,25
10	Спасские ворота-М	53,9	0,0	2,7	16,066	94,95
11	ГСМК	**100,0**	0,3	5,8	16,140	94,51
12	Чувашия-Мед	67,0	0,1	36,8	16,165	94,37
13	МАСКИ	**100,0**	0,0	0,7	16,231	93,98
14	Медика-Томск	43,6	0,0	10,2	16,335	93,39
15	ВТБ МС	25,1	0,1	11,4	16,367	93,21
16	Панацея	3,7	0,0	3,2	16,372	93,18
17	Астро-Волга-Мед	76,8	0,2	**53,7**	16,412	92,95
18	МАКС-М	23,7	0,2	10,8	16,453	92,72
19	СТРАЖ	0,0	0,0	1,0	16,456	92,70
20	Медика-Восток	0,0	0,4	3,6	16,467	92,64
21	АСКОМЕД	59,0	0,4	34,9	16,501	92,45
22	СИМАЗ-МЕД	22,2	0,0	36,8	16,529	92,29
23	Росгосстрах--Медицина	39,8	0,1	7,1	16,561	92,11
24	РЕСО-МЕД	40,8	0,2	5,8	16,592	91,94
25	Чулпан-Мед	51,4	0,0	1,6	16,607	91,86
26	ОМСК	**100,0**	0,0	0,0	16,707	91,31
27	АСТРАМЕД -МС	64,4	0,0	2,5	16,710	91,29
28	Альянс-Мед	**100,0**	0,0	1,3	16,748	91,08
29	Капитал МС	8,6	0,4	8,8	16,758	91,03
30	Надежда	0,0	0,1	7,3	16,813	90,73
31	АК БАРС Мед	22,4	0,0	5,3	16,870	90,43
32	Чувашская МСК	7,1	0,1	25,0	16,884	90,35
33	Росмедстрах-К	65,0	0,0	0,0	16,922	90,15
34	Даль-Росмед	7,1	0,0	14,7	16,944	90,03
35	АСКО-ЗАБОТА	95,2	0,0	23,9	16,958	89,96
36	Согласие-М	0,0	0,0	0,0	16,958	89,96
37	Югория-Мед	31,3	0,0	17,8	16,993	89,77
38	Урал-Рецепт М	**100,0**	0,0	0,0	17,007	89,70
39	Капитал-полис Мед	0,0	0,0	1,5	17,008	89,69
40	МСК-Медицина	26,4	0,0	12,1	17,013	89,67
41	УралСиб	8,5	0,0	2,4	17,037	89,54
42	Крыммедстрах	23,9	0,8	8,6	17,051	89,47

Рейтинг	Наименование компании	ДНГМК	ДП	ОМО	Расстояние до эталона, d_i	$k_i^{эф}$
43	МиБ	45,3	0,0	0,0	17,081	89,31
44	КАСКО-МС	**100,0**	0,0	6,2	17,110	89,16
45	Забайкалмедстрах	**100,0**	0,0	18,6	17,158	88,91
46	ВСК - Милосердие	38,6	0,0	0,7	17,224	88,57
47	Новолипецкая1	100,0	0,0	2,9	17,291	88,23
48	Восточно-СА	3,1	0,0	8,3	17,315	88,10
49	Заполярье	34,4	0,0	0,0	17,400	87,67
50	Астра-Металл	26,8	0,0	12,9	17,443	87,45
51	Сибирский Спас-Мед	26,2	0,0	0,5	17,447	87,44
52	Крымская СМК	28,1	0,0	13,5	17,513	87,11
53	МЕДСТРАХ	0,0	0,0	1,3	17,516	87,09
54	Интермедсервис-Сибирь	36,4	0,0	0,6	17,525	87,04
55	Максимус	2,6	0,0	4,3	17,833	85,54
56	УГМК - Медицина	0,0	0,0	0,0	17,904	85,20
57	АРМС Территория	0,0	0,0	0,0	17,958	84,95
58	Спасение	34,4	0,0	4,9	18,458	82,65
59	АСК-Мед	12,3	0,0	0,0	18,544	82,26
	Эталон	**100,0**	**1,6**	**53,7**	**0,0**	

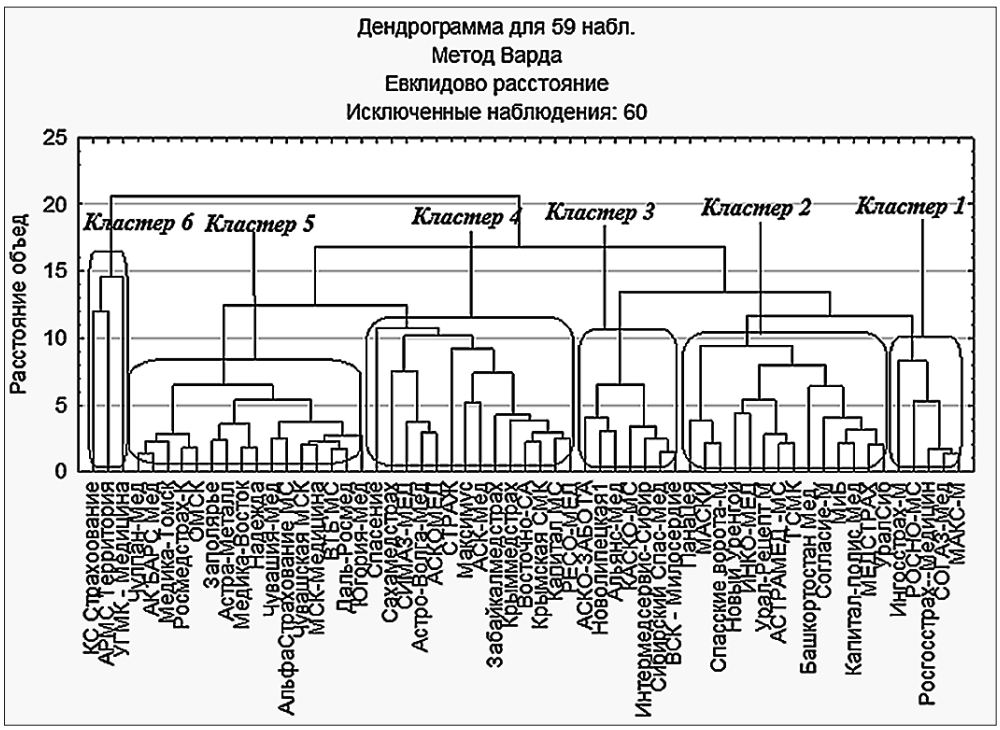


Рис. 1. **Дендрограмма кластерной структуры СМО**

Использование метода иерархической классификации позволяет сделать анализ сходства и различия СМО посредством кластерной структуры, изображенной в виде дендрограммы на *рис. 1.* Вдоль горизонтальной оси указаны названия СМО, вдоль вертикальной оси – расстояние между ними, которое является критерием объединения в кластеры. При расстоянии равном 0 каждая СМО образует самостоятельный кластер – группу однородности, состоящую из одного объекта. По мере увеличения расстояния новые СМО объединяются в группы, т.е. постепенно понижается порог, относящийся к решению об объединении двух или более объектов в один кластер. Как итог – связывается всё большее число СМО в группы, которые агрегируются в более крупные кластеры, состоящие из все более различающихся компаний. На последнем шаге все СМО окончательно объединяются в один кластер – исходную совокупность из 59 компаний.

Из дендрограммы видно, что наибольшее сходство между организациями *Чулпан-Мед* и *АК БАРС Мед; СОГАЗ-Мед* и *МАКС–М,* так как между ними минимальное расстояние равное 1,4. По сути, это первые кластеры, состоящие более чем из одного элемента. При незначительном увеличении расстояния ко второй паре присоединяется компания *Росгосстрах-Медицина*, последующее увеличение расстояния влечет добавление к кластеру, состоящему уже из трех компаний, последовательно организаций *РОСНО-МС* и *Ингострах-М.* При расстоянии равном, примерно, 8,5 указанные организации образую группу однородности, обозначенную на дендрограмме как *Кластер 1.* Аналогичным образом при расстоянии менее 7 образованы *Кластеры 5* и *3*; при расстоянии 9 – *Кластер 2*, при расстоянии 11 *Кластер 9*. От СМО, образующих *Кластеры 1–5*, по совокупности показателей существенно отличаются компании *КС-страхование, АРМС Территория, УГМК-Медицина,* образующие *Кластер 6* при расстоянии менее 15.

Следует учитывать, что из принадлежности объектов к группам однородности не следует их соседство в рейтинговом списке. Так, лидер рейтинга, страховая компания *ИНКО-МЕД* входит в состав *Кластера 2.* Но наиболее близкая к ней компания *Новый Уренгой* из этого кластера занимает лишь 7 место в рейтинге, а компании *Урал-рецепт М, АСТРАМЕД-МС, ГСМК* соответственно 38, 27, 11 места. Выявленная закономерность не является противоречием и легко объяснима структурой многомерного пространства. Обратимся к методу многомерного шкалирования, который позволяет перенести объекты многомерного пространства, в нашем случае – размерности 21 в пространство меньшей размерности, например 2, максимально сохранив порядок расстояний между объектами, т.е., объекты близкие в многомерном пространстве близки и в пространстве меньшей размерности. На *рис. 2* отображена диаграмма рассеяния для указанных объектов *Кластера 2* в новой системе координат – *Измерение 1, Измерение 2.*

Из диаграммы видно, что наиболее близко расположены компании *АСТРАМЕД-МС* и *ГСМК*, в некотором отдалении от них находится *Урал-рецепт М*. Если вернуться к *рис. 1,* то видно, что изначально первые две компании образуют кластер, далее к ним присоединяется *Урал-рецепт М*, а компания *Новый Уренгой* образует кластер с *ИНКО-МЕД*. При этом ближе всех к *Эталону* расположен *ИНКО-МЕД*, далее *Новый Уренгой, АСТРАМЕД-МС* и *Урал-рецепт М*, что соответствует их рейтингам.

ВЫВОДЫ

Рассмотренный в работе метрический подход позволил при помощи метода иерархической классификации оценить рейтинги страховых организаций, вычислить значения коэффициента эффективности, исследовать их кластерную структур. Подход математи-

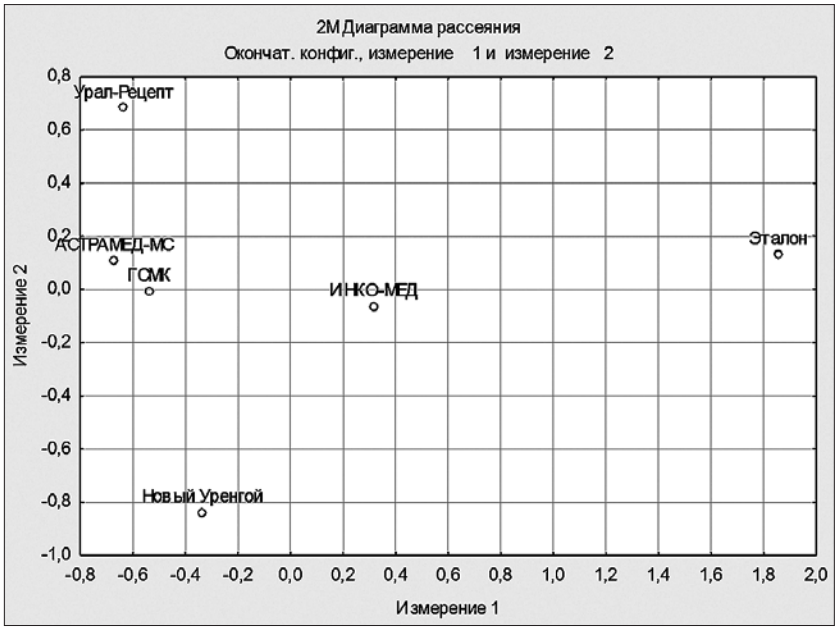


Рис. 2. **Диаграмма рассеяния СМО из** *Кластера 2*

чески обоснован, так как основан на измерении расстояний между СМО, как точками многомерного пространства и эталонной страховой компании, аккумулировавшей наилучшие значения показателей СМО. В то же время в классификационном анализе расстояние служит основанием для оценки сходства и различия между объектами произвольной природы. Интегральный числовой критерий – коэффициент эффективности позволил оценить степень отличия или сходства СМО по их страховой деятельности. Анализ кластерной структуры СМО позволил выделить иерархию групп однородности страховых организаций, что существенно дополняет систему рейтинговой оценки.

Предложенные методы оценки деятельности СМО могут быть использованы для перспективного планирования их развития с учетом конкуренции на рынке СМО. Рейтинговые оценки также будут полезны в качестве своеобразного навигатора при выборе медицинской страховой компании в регионе.

Например, для жителей Краснодарского края рейтинги СМО, осуществляющих ОМС на территории края в 2016 году [3], будут

Таблица 2.

СМО на территории Краснодарского края

Рейтинг по России за 2015 г.	*Рейтинг по Краснодарскому краю за 2015 г.*	*Наименование компании*
9	1	АльфаСтрахование МС
15	2	ВТБ МС
23	3	Росгосстрах--Медицина
40	4	МСК-Медицина

иметь вид согласно таблице 2, из которой видно, что на 1 месте *АльфаСтрахование МС*, на 2 *ВТБ МС* и, далее на 3 и 4 местах – соответственно *Росгосстрах – Медицина и МСК-Медицина.*

Если бы предложенный метод был реализован для указанных СМО по результатам их деятельности на территории края, то вполне возможно, что рейтинги этих страховых компаний были бы распределены иначе.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Карачевцева М.А.* Интегрированная оценка показателей деятельности страховых медицинских организаций по экспертизе качества медицинской помощи / М.А. Карачевцева, Н.М. Богушевич // Общественное здоровье и здравоохранение. 2009. № 3. С. 10–13.
2. Приказ ФФОМС от 26.12.2011 № 243 «Об оценке деятельности страховых медицинских организаций» (вместе с «Методикой расчета показателей оценки деятельности страховых медицинских организаций»).
3. Территориальный фонд обязательного медицинского страхования Краснодарского края [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.kubanoms.ru (12.07.2016).
4. Федеральный закон от 29.11.2010 № 326-ФЗ «Об обязательном медицинском страховании в Российской Федерации».
5. Федеральный фонд обязательного медицинского страхования [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.ffoms.ru (12.07.2016).
6. *Халафян А.А.* Сравнительная оценка эффективности вузов методами классификационного анализа / А.А. Халафян, А.А. Кошкаров, Е.Ю. Пелипенко //Фундаментальные исследования. 2016. № 5. С. 58–64.
7. *Халафян А.А.* Современные статистические методы медицинских исследований. М.: ЛКИ, URSS, 2008. 320 с.
8. *Халафян А.А.* Компьютерный анализ данных как инструментарий в спортивной аналитике / А.А. Халафян, Т.В. Бущуева, А.Г. Минасян // Физическая культура, спорт-наука и практика. – Краснодар. 2016. № 2. С. 52–57.
9. *Халафян А.А.* STATISTICA 6. Статистический анализ данных. М.: Бином, 2010. 528 с.
10. *Халафян А.А.* STATISTICA 6. Математическая статистика с элементами теории вероятностей. М.: Бином, 2011. 496 с.

А.Ю. ЛОСЕВ,
аспирант Федерального государственного унитарного предприятия «Российский научно-технический центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия» (ФГУП «Стандартинформ»), Москва, Россия, alexlos07@mail.ru

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ МЕДИЦИНСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

УДК 004.91

Лосев А.Ю. ***Автоматизированная система управления ресурсами медицинской организации*** *(ФГУП «Стандартинформ»)*

Аннотация. Текущее состояние развития информатизации здравоохранения в Российской Федерации ставит в ряд актуальных задачу модернизации информационных систем всех медицинских организаций. В настоящей статье всесторонне рассматриваются вопросы модернизации и развития электронной медицинской системы медицинской организации. Основное внимание уделяется автоматизированной системе управления ресурсами медицинской организации. Предлагается математическая модель расчета эффективности ее внедрения. Предложенные подходы могут быть использованы руководителями медицинских организаций, руководителями информационных подразделений для построения системы нормативных документов, организующих работы по модернизации и развитию медицинских информационных систем.

Ключевые слова: *медицинские информационные системы, автоматизированные системы управления, эффективность внедрения информационных систем.*

UDC 004.91

Losev A.Y. ***Automated control system of medical organization resources*** *(Standartinform, Moscow, Russia)*

Abstract. The current state of health informatics development in the Russian Federation puts in a number of urgent task of modernizing the information systems of health care organizations. In this paper comprehensively deals with the modernization and development of e-health medical organization. It focuses on the automated management system of medical organizations. A mathematical model for calculating the effectiveness is represented. The proposed approach can be used by leaders of health care organizations, heads of departments of information to build a system of regulations that organize the work on the modernization and development of medical information systems.

Keywords: *healthcare information systems, management information systems, the effectiveness of the implementation of information systems.*

ВВЕДЕНИЕ

Текущее состояние развития информатизации здравоохранения в Российской Федерации характеризуется полномасштабным внедрением информационных систем в деятельность медицинских организаций (далее МО), при этом затрагиваются все стороны деятельности МО, включая управление ресурсами, управление лечебным процессом и оказание медицинской помощи.

Построение Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения как основного результата информатизации, начатое в 2011 году в программе Модернизации здравоохранения и продолжаемое в рамках действующей программы Развития здравоохранения открывает безграничные возможности внедрения

© А.Ю. Лосев, 2016 г.

информационных технологий в Российское здравоохранение. О текущем уровне информатизации здравоохранения и успехах в ней министр здравоохранения В.И. Скворцова доложила на первом заседании Совета при Президенте по стратегическому развитию и приоритетным проектам[1]под председательством Президента Российской Федерации В.В. Путина в Кремле 13 июля 2016 г., который будет заниматься реализацией проектов, направленных на структурные изменения в экономике и социальной сфере, а также на повышение темпов экономического роста. Глава Минздрава отметила переход от инфраструктурной информатизации здравоохранения к широкому внедрению цифровых технологий в медицинской практике как приоритетное направление, определяющее развитие здравоохранения. Внедрение электронной системы здравоохранения в Российской Федерации будет характеризовать качественно новый этап повышения эффективности медицинской помощи [1,2].

В этой связи разработка обоснованных требований к созданию эффективной информационной системы крупной многопрофильной МО, интегрированной с информационной системой ОМС (ИС ОМС), Единой Государственной информационной системой в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ), Единой медицинской информационно-аналитической системой (ЕМИАС) г. Москвы, другими информационными системами представляется актуальной и важной задачей.

Под **электронной медицинской системой медицинской организации** (далее ЭМСМО) понимаем совокупность клинических подразделений, учебных подразделений, административно-хозяйственных подразделений, научных подразделений и других органов МО, деятельность которых связана с оказанием медицинской помощи, организацией и управлением лечебным процессом и финансированием лечебного процесса, образованием учащихся на всех уровнях образования на основании применения информационных технологий и систем, включающих электронный документооборот, телемедицину и автоматизацию всех процессов, составляющих эту деятельность. Фактически ЭМСМО – это комбинированное применение телекоммуникационных и информационных технологий для управления ресурсами и лечебным процессом в МО, а также – для распространения информации о деятельности МО.

ЭМСМО поддерживается финансовым, нормативным, организационным, кадровым, математическим, программным и техническим обеспечением деятельности ее участников.

ЭМСМО не ограничивается предоставлением медицинской помощи, а охватывает медицинское образование, санитарное просвещение и маркетинг в сфере оказания платных медицинских услуг.

Современный рынок медицинских услуг с применением информационных систем и телемедицины стремительно развивается, в мире используется более 2 млн различных устройств дистанционного мониторинга. ЭМСМО позволяет предоставлять медицинские услуги с использованием информационных и телекоммуникационных технологий. Сюда входит широкий спектр возможностей, включающий наблюдение, хранение, просмотр и контроль информации о пациенте (представленной различными цифровыми формами, такими как видео, аудио и информационные материалы), а также передача этой информации между различными информационными системами через каналы связи.

2. ЦЕЛИ СОЗДАНИЯ, ЗАДАЧИ И АРХИТЕКТУРА ЭМСМО

Основными целями ЭМСМО являются:

1. Повышение эффективности управления лечебным процессом в МО на основе информационно-технологической поддержки

[1] http://www.kremlin.ru/events/councils/52504

решения задач управления лечебным процессом в МО, прогнозирования и планирования ресурсов на оказание медицинской помощи, а также контроля за соблюдением качества медицинской помощи. Эта цель предполагает решение следующих задач:

- комплексный анализ деятельности клинических подразделений, включая расчет реальной себестоимости оказанной медицинской помощи, оценка качества работы клинических подразделений на основании разрабатываемых критериев, прогнозирование развития объемов оказываемой медицинской помощи, обоснование приоритетных направлений развития видов медицинской деятельности, приносящей доход;
- прогнозирование потребности в медицинской помощи на основании прогнозных значений показателей, подготовка решений по управлению ресурсами;
- планирование обоснованных затрат на оказание планируемых объемов медицинской помощи в соответствии со стандартами качества, применение методик расчета стоимости медицинских услуг;
- оперативное получение и мониторинг достоверных первичных данных об объемах и качестве медицинской помощи, оказываемой клиническими подразделениями;
- комплексный анализ влияния принимаемых управленческих решений на обеспеченность клинических подразделений ресурсами, в том числе финансовыми, эффективность их использования, обеспечение гарантий предоставления медицинских услуг в необходимом объеме и в соответствии со стандартами качества;
- сбор и анализ данных медицинской статистики, аналитических и оперативных данных, своевременное и наглядное информирование руководителей НМХЦ;
- оценка эффективности расходования финансовых средств и контроль за оказанием медицинских услуг и оборотом лекарственных препаратов с учетом медицинских и медико-экономических стандартов, оценка реальной себестоимости оказанной медицинской и лекарственной помощи;
- мониторинг оснащенности клинических подразделений необходимыми материально-техническими ресурсами, анализ соответствия материально-технической обеспеченности организаций стандартам оснащения, оптимизация закупок расходных материалов и комплектующих, мониторинг загруженности высокотехнологического медицинского оборудования, анализ информации о состоянии, эксплуатации и использовании программно-технических средств;
- мониторинг кадрового обеспечения и кадровых потребностей клинических подразделений, планирование объемов и структуры подготовки, переподготовки и повышения квалификации медицинских работников, контроль за своевременным прохождением обучения, оценка квалификации медицинского и фармацевтического персонала и увязка уровня его заработной платы с качеством и объемом оказанной медицинской помощи;
- управление потоками пациентов, обеспечение возможности гарантированного посещения требуемого специалиста, планирование записи на прием к врачу, оказания телемедицинских услуг, ведение очереди на госпитализацию;
- обеспечение доступа к интегрированной электронной медицинской карте и другим подсистемам ЕГИСЗ;
- разработка требований к информационному обмену с электронной медицинской картой (ЭМК), обеспечение автоматизированного сбора показателей на основании данных первичного учета.

2. Повышение качества оказания медицинской помощи на основе совершенствования информационно-технологического обеспечения деятельности клинических подразделений и их персонала, внедрения в повседневную деятельность системы электронного докумен-

тооборота, полной автоматизации лечебного процесса, внедрения технологий телемедицины и интеллектуальных информационных систем. Для достижения этой цели предполагается решение следующих задач:

- внедрение электронного документооборота в клинических подразделениях, включая ведение листов ожиданий и записи на прием, ведение ЭМК;
- справочно-информационной поддержки принятия врачебных решений, в том числе посредством предоставления оперативного доступа к полной и достоверной информации о здоровье пациента, внедрения автоматизированных процедур проверки соответствия выбранного лечения стандартам оказания медицинской помощи, проверки соответствия назначенных лекарственных средств имеющимся противопоказаниям, применение систем искусственного интеллекта;
- получения врачебных консультаций лицами, не имеющими возможности посещения клинических подразделений;
- интеграция используемого медицинского оборудования с медицинскими информационными системами и внедрения цифровых систем для получения, диагностики и архивирования медицинских изображений и данных;
- обеспечения информационного взаимодействия между различными клиническими подразделениями в рамках оказания медицинской помощи, включая направление пациентов в другие подразделения для проведения лабораторных и диагностических обследований, а также получения медицинской помощи;
- ведение базы пациентов амбулаторных подразделений, ее мониторинг, активное воздействие на обращаемость за медицинской помощью;
- управления административно-хозяйственной деятельностью клинических подразделений, включая формирование и передачу данных о затратах за оказанную медицинскую помощь и лекарственное обеспечение.

3. Повышение информированности населения РФ о возможности получения медицинской помощи в МО, о качестве обслуживания в его клинических подразделениях. Эта цель решается следующими задачами:

- организация доступа к сведениям о заболеваниях, методах их профилактики и лечения в МО, сведениям о лекарственных средствах и изделиях медицинского назначения, новостной информации клинических подразделений;
- обеспечение доступа к сведениям о лицензируемых видах деятельности в клинических подразделениях;
- обеспечение доступа к сведениям о клинических подразделениях, кадровых и иных ресурсах;
- повышение точности соблюдения пациентами полученных назначений за счет использования информационно-телекоммуникационных технологий, активного приглашения для получения профилактической помощи.

Для достижения поставленных целей, архитектура ЭМСМО должна включать в себя следующие компоненты:

- автоматизированная система управления ресурсами МО (АСУР);
- информационная система учета движением пациентов (ИСУДП);
- электронная медицинская карта МО (ЭМК);
- телемедицинская система (ТМС);
- сайт МО.

Архитектура ЭМСМО разработана с учетом классификации медицинских информационных систем, предложенных в [3].

3. СТРУКТУРА АСУР

АСУР обеспечивает повышение эффективности управления оказанием медицинской помощи в клинических подразделениях на основе информационно-технологической поддержки решения задач управления, прогнозирования и планирования использования ресурсов в повседневной деятельности.

В состав АСУР входят:

ИС информирования руководителей;

ИС ведения нормативно-справочной информации;

ИС ведения каталога пользователей ЭМСМО;

ИС бухгалтерского учета;

ИС кадрового учета;

ИС экономического учета и отчетности;

ИС учета медицинского оборудования;

ИС управления материально-техническим обеспечением и основными средствами;

ИС аптеки и учета расходных материалов;

ИС управление питанием пациентов в стационаре;

ИС учета движения автотранспорта;

ИС расчета стоимости медицинских услуг;

ИС управление расписаниями, записи пациентов на обслуживание, управления занятостью ресурсов и распределение потоков пациентов в медицинском учреждении (электронная регистратура);

ИС ведения договоров с оплачивающими организациями, программ прикрепления;

ИС документооборота.

4. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ АСУР МО

Для получения интегральной оценки степени автоматизации процессов управления ресурсами МО используем математическое моделирование. При этом осуществим анализ сценариев и оценку рисков внедрения АСУР МО на базе метода Монте-Карло [4–8].

Эффективность управления ресурсами медицинской организации определяется эффективностью внедрения каждой информационной системы, входящей в АСУР МО, приведенные в разделе 3. В свою очередь, эффективность использования каждой информационной системы определяется эффективностью применения каждой автоматизированной функции, входящей в нее. Таким образом, эффективность применения АСУР МО зависит от эффективности реализации функций управления, автоматизированных отдельными и информационными системами, входящими в нее. Такую автоматизируемую функцию в математической модели будем называть переменной.

Анализ чувствительности (уязвимости) происходит при «последовательно-единичном» изменении каждой переменной: только одна из переменных меняет свое значение (например, на 10%), на основе чего пересчитывается новая величина используемого критерия. После этого оценивается процентное изменение критерия по отношению к базисному случаю и рассчитывается показатель чувствительности, представляющий собой отношение процентного изменения критерия к изменению значения переменной на один процент (так называемая эластичность изменения показателя). Таким же образом исчисляются показатели чувствительности по каждой из остальных переменных.

Затем на основании этих расчетов происходит экспертное ранжирование переменных по степени важности (например, очень высокая, средняя, невысокая) и экспертная оценка прогнозируемости (предсказуемости) значений переменных (например, высокая, средняя, низкая). Далее эксперт может построить так называемую «матрицу чувствительности», позволяющую выделить наименее и наиболее рискованные для расчета переменные (показатели).

Вторым видом анализа, применяемым при количественной оценке риска невыполнения внедрения АМУР МО, является анализ сценариев. Он представляет собой развитие методики анализа чувствительности проекта в том смысле, что одновременному непротиворечивому (реалистическому) изменению подвергается вся группа переменных. Рассчитываются пессимистический вариант (сценарий) возможного изменения переменных, оптимистический и наиболее вероятный вариант. В соответствии с этими расчетами определяются новые значе-

ния критериев. Эти показатели сравниваются с базисными значениями и делаются необходимые рекомендации. В основе рекомендаций лежит определенное правило: даже в оптимистическом варианте нет возможности оставить проект для дальнейшего рассмотрения, если эффективность такого проекта отрицательна, и наоборот: пессимистический сценарий в случае получения положительного значения позволяет эксперту судить о приемлемости данного проекта несмотря на наихудшие ожидания.

В конкретном случае для анализа рисков с использованием метода Монте-Карло, предлагается использовать комбинацию методов анализа чувствительности и анализа сценариев. Данная методика имеет вычислительный алгоритм и компьютерную реализацию. Ниже представлено описание этой методики.

Введем следующие обозначения. Пусть:

$\mathbf{R_i}$ – индикатор, характеризующий внедрение информационной системы $\mathbf{(i = 1,\ldots, K)}$, $\mathbf{K}$ – количество автоматизируемых функций (индикаторов);

$\mathbf{F_j}$ – показатель, влияющий на значение индикатора $\mathbf{(j = 1,\ldots, L)}$, $\mathbf{L}$ – количество таких показателей;

$\mathbf{K_{FRij}}$ – коэффициент влияния **j**-показателя на **i**-индикатор (0–1), причем:

$\sum_{j=1}^{L} \mathbf{K_{FRij}} = \mathbf{1}$;

$\mathbf{K_{VFRij}}$ – коэффициент отклонения **j**-показателя от нормы для **i**-индикатора;

$\mathbf{VU_{ERij}}$ – вероятность возникновения малозначительных отклонений **i**-индикатора из-за **j**-показателя (вероятность неполного внедрения автоматизируемой функции);

$\mathbf{VU_{ERij} = F1(K_{FRij}, K_{VFRij})}$;

$\mathbf{VI_{ERij}}$ – вероятность возникновения значительных отклонений значений **i**-индикатора из-за **j**-показателя;

$\mathbf{VI_{ERij} = F2(K_{FRij}, K_{VFRij})}$;

$\mathbf{VK_{ERij}}$ – вероятность возникновения критического отклонения значений **i**-индикатора из-за **j**-показателя;

$\mathbf{VK_{ERij} = F3(K_{FRij}, K_{VFRij})}$;

$\mathbf{VI_U}$ – вероятность возникновения значительных отклонений при наличии нескольких малозначительных отклонений;

$\mathbf{VI_U = F4(VU_{ERij})}$;

$\mathbf{VK_I}$ – вероятность возникновения критических отклонений при наличии нескольких значительных отклонений;

$\mathbf{VK_I = F5(VI_{ERij})}$;

VD – вероятность критического значения индикатора;

$$\mathbf{VD} = \sum_{i=1}^{K} \mathbf{VK_{ERij}} * \mathbf{VK_I}.$$

Риск возникновения негативной ситуации (неполного внедрения автоматизируемой функции) – это совокупность значений индикаторов, характеризующих вероятность того, что ключевые индикаторы имеют критическое значение, т.е. интегральное значение индикаторов и показателей приведет к критической ситуации.

Таким образом, риск развития негативной ситуации (неэффективного внедрения АСУР МО) определяется вероятностью возникновения критических значений индикаторов.

Введем ограничение, что на общую вероятность положительного развития ситуации, влияет вероятность возникновения критического значения индикатора. Тогда для каждой $\mathbf{R_i}$ рассмотрим только два события:

$\mathbf{A(R_i,|F_j)}$ – возникновение критического значения индикатора $\mathbf{R_i}$, при условии, что $\mathbf{F_j=(F_1,\ldots, F_L)}$;

$\mathbf{B(R_i,|F_j))}$ – положительное значение индикатора $\mathbf{R_i}$.

Пусть эти события образуют полную группу событий для $\mathbf{R_i}$, т.е.:

$\mathbf{P_A(R_i,|F_j) + P_B(R_i,|F_j) = 1}$, где

$\mathbf{P_A}$ – вероятность критического значения индикатора $\mathbf{R_i}$,

$\mathbf{P_B}$ – вероятность положительного значения индикатора $\mathbf{R_i}$.

Общая вероятность положительного развития ситуации (эффективного внедрения АСУР МО):

$$P_B(F) = \prod_{i=1}^{K} PB(Ri,|F)) = \prod_{i=1}^{k} PA(Ri,|F));$$
$$P_A(F) = 1 - P_B(F).$$

Для нахождения общих оценок надо вычислить значение вероятностей для каждого индикатора из общего комплекса индикаторов $\{R_i|i=1,,, K\}$.

Воспользуемся интервально-линейным приближением этих вероятностей на основе метода экспертных оценок. Используем следующий алгоритм.

1. Определяется совокупность показателей, влияющих на все индикаторы $\{R_i|i=1,,, K\}$ в виде совокупности $F = \{F_j|j=1,...L\}$. Вводится допущение, что эта совокупность одинакова для всех индикаторов $\{R_i\}$. Если какой-либо показатель не оказывает влияния на индикатор – коэффициент его влияния на работу равен нулю.

2. Для каждого показателя F_j из F экспертным методом определяем интервал возможностей (область допустимых значений).

$$F_j \in [F_{Hj}, F_{Bj}],$$

где F_{Hj} – нижняя граница интервала, F_{Bj} – верхняя.

При этом заведомо известно, что при $F_j <= F_{Hj}$ влияние этого показателя нулевое, а при $F_j >= F_{Bj}$ неизменно и равно некоторому придельному значению K_{FRij}, определенному экспертным путем.

Положим, что на интервале $[F_{Hj}, F_{Bj}]$ действует линейная зависимость, т.е. влияние показателя F_j на R_i изменяется в соответствии с графиком:

Эта зависимость выражается формулой:

$$K_{FRij} = sign(1+sign(F_j - F_{Hj})) * sign(1+sign(F_{Bj} - F_j)) * {}^{\wedge}K_{FRij} / (F_{Bj} - F_{Hj}) * (F_j - F_{Hj}) + sign(1+sign(F_j - F_{Bj})) * {}^{\wedge}K_{Frij}$$

При этом:

$$\sum_{j=1}^{L} {}^{\wedge}K_{FRij} = 1$$

Основу информационной системы расчета рисков составляют классификаторы, нормативные данные, исходные данные, отношения между нормативными и исходными данными, значения выходного параметра.

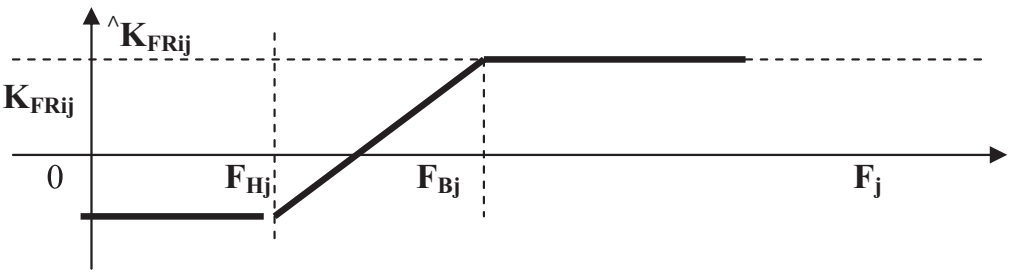
К классификаторам относятся:

- классификатор автоматизируемых функций (показатели);
- классификатор информационных систем, входящих в АСУР МО (индикаторы);
- классификатор значений степени внедрения автоматизируемых функций.

Нормативными данными являются значения влияния показателей на значение индикаторов. В информационной системе должна вестись анкета для каждого индикатора:

Таблица 1.

Наименование регламентной работы		
1	Наименование показателя	Коэффициент влияния
...		
K	Наименование показателя	Коэффициент влияния



Исходными данными являются величины отклонений влияющих факторов для каждого этапа индикатора. Исходные данные должны вводиться в таблицы вида:

Таблица 2.

Наименование индикатора		
1	Наименование показателя	Коэффициент отклонения
...		
K	Наименование показателя	Коэффициент отклонения

Отношения между нормативными и исходными данными задаются вышеуказанными формулами. Значения выбираются из *Таблиц 1 и 2.*

Выходными данными должны быть расчетные значения вероятности попадания значения индикатора в зону неблагоприятного развития.

В случае автоматизированной программной реализации указанная математическая модель позволит оперативно отслеживать вероятность негативного развития ситуации и незамедлительно влиять на изменение их значений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ожидаемый эффект от развития ЭМСМО заключается в достижении следующих показателей:

- снижения себестоимости медицинской помощи за счет сокращения количества излишних диагностических исследований и их дублирования, перехода на использование цифровых технологий при проведении радиологических и других исследований, связанных с обработкой и передачей видеоизображений;
- снижения затрат времени медицинского персонала на поиск необходимой информации о пациенте и доступ к ней, работу с трудночитаемыми бумажными медицинскими документами, подготовку учетных и отчетных документов;
- повышения качества медицинской помощи и медико-экономической экспертизы за счет возможности привлечения широкого круга медицинских экспертов и консультантов из различных медицинских учреждений России и других стран;
- снижения количества неудачных случаев оказания медицинской помощи, связанных с медицинскими ошибками, низким уровнем оперативности, полноты и достоверности информации о состоянии здоровья пациентов, за счет обеспечения оперативного доступа к информации, возможности оказания телемедицинских услуг;
- снижения затрат на лекарственное обеспечение за счет повышения точности планирования потребности в дорогостоящих и скоропортящихся лекарственных средствах;
- повышения качества и доступности медицинского обслуживания за счет внедрения лучших практик, стандартизации, повышения точности планирования и распределения необходимых объемов медицинской помощи и ресурсов в клинических подразделениях;
- создания дополнительных рабочих мест в структуре МО, развития научной мысли в области медицинской информатики, методов искусственного интеллекта и информационных технологий, формирования прослойки инженерно-научных кадров нового качественного уровня, соизмеримого с ведущими медицинскими центрами;
- внедрения в практику клинических подразделений новых методов и технологий оказания медицинской помощи, связанных с телемедициной, методами искусственного интеллекта, робототехническими системами, информационными технологиями, что существенно усилит интерес к развитию медицины и повышению престижа медицинской помощи.

Внедрение полноценной ЭМСМО невозможно без эффективного внедрения АСУР МО. Поэтому методику расчета эффективности внедрения АСУР МО можно применить ко всей электронной медицинской системе медицинской организации.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Карпов О.Э., Клименко Г.С., Лебедев Г.С.* Развитие электронной системы здравоохранения Российской Федерации // Федерализм. 2016. № 2. – С. 7–23.
2. *Кудрина В.Г.* Обзор современных отечественных исследований в области информатизации здравоохранения. – Информационные технологии в здравоохранении, 2001. – № 6–7. – С. 32–33.
3. *Лебедев Г.С., Мухин Ю.Ю.* Классификация медицинских информационных систем // Транспортное дело России № 6, часть 2, 2012, с. 98–105.
4. *Ермаков С.М.* Методы Монте-Карло и смежные вопросы. – М.: Наука, 1975. – 471 с.
5. *Михок Г., Урсяну В.* Выборочный метод и статистическое оценивание / Пер. с рум. В.М. Остиану, под ред. В.Ф. Матвеева. – М.: Финансы и статистика, 1982. – 245 с., ил.
6. *Волков И., Грачева М.* Вероятностные методы анализа рисков – http://www.cfin.ru/finanalysis/monte_carlo2.shtml.
7. *Лукашов А.В.* Метод Монте-Карло для финансовых аналитиков: краткий путеводитель. Управление корпоративными финансами № 01(19)2007, с. 22–37.
8. *Беллман Р.* Математические методы в медицине: Пер. с англ. – М.: Мир. 1987. – 200 с., ил.

IT-новости

МЕДВЕДЕВ: НЕОБХОДИМО УПРОСТИТЬ МЕДИЦИНСКУЮ ДОКУМЕНТАЦИЮ

Премьер-министр России Дмитрий Медведев призвал приложить усилия для упрощения медицинской документации, на заполнение которой врачи тратят много времени. Такое заявление он сделал на заседании президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам, состоявшемся в подмосковных Горках-9. Также были затронуты вопросы подготовки медицинских кадров.

«Нужно уйти от писанины, это само собой. Но даже электронные бланки не спасают, если они избыточно сложные, если они требуют бесконечного внесения в эти проформы каких-нибудь стандартных позиций. Нужно в целом постараться упростить документацию, и, конечно, используя электронный документооборот», – заявил Медведев.

Кроме того, он потребовал ускорить введение профессиональных образовательных стандартов в медицине. «Профессиональный рост врачей должен поспевать за развитием медицинских технологий», – пояснил премьер.

Процесс обучения будущих врачей должен быть основан в том числе и на использовании электронных ресурсов. С этой целью, уточнил Медведев, заработал портал непрерывного медицинского образования Минздрава.

Подробнее: Vademecum, http://www.vademec.ru/news/2016/08/31/medvedev-neobkhodimo-uprostit-meditsinskuyu-dokumentatsiyu/

МЕДВЕДЕВ ПОРУЧИЛ ПОДГОТОВИТЬ ПАСПОРТА ПРОЕКТОВ В СФЕРЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Правительство одобрило разработанные Минздравом приоритетные проекты по направлению «Здравоохранение». Премьер-министр Дмитрий Медведев поручил до 10 октября подготовить паспорта этих проектов, в которых будут определены ключевые параметры их исполнения, включая источники финансирования.

«Минздраву России, Минфину России, Минэкономразвития России с участием заинтересованных федеральных органов исполнительной власти до 10 октября 2016 года представить в Президиум совета паспорта проектов по направлению «Здравоохранение»», – говорится в сообщении пресс-службы Правительства.

При формировании проекта федерального бюджета на 2017 год и на плановый период 2018 и 2019 годов Минфину и Минздраву нужно определить источники и объем финансирования этих проектов.

Минздрав также должен внедрить модели взаимодействия перинатальных центров с больницами и поликлиниками, относящимися к первому и второму уровням медицинской помощи, и снизить показатели младенческой и материнской смертности.

Министерство здравоохранения должно решить вопрос с нехваткой врачей и медсестер в поликлиниках, сократить время, которое пациенты проводят в очередях, а также в целом «усовершенствовать процессы организации медицинской помощи».

Премьер-министр поручил министерству внедрить систему мониторинга цен на лекарства, что приведет к снижению их стоимости и повышению эффективности госзакупок препаратов. Ведомство должно также заняться вопросами развития санитарной авиации

Источник: http://www.vademec.ru/news/2016/09/08/medvedev-poruchil-podgotovit-pasporta-proektov-v-sfere-zdravookhraneniya/

3 ГЛАВНЫЕ ФОРМИРУЮЩИЕСЯ ТЕНДЕНЦИИ, КОТОРЫЕ БУДУТ ВЛИЯТЬ НА ЦИФРОВУЮ МЕДИЦИНУ ДО 2020 ГОДА

Международная аналитическая и исследовательская компания Technavio опубликовала новый отчет о глобальном рынке интегрированных медицинских систем (Connected Health), в котором приводит анализ наиболее важных тенденций, которые будут влиять на рынок до 2020 года.

Цифровая медицина сегодня фокусируется на оптимизации существующих ресурсов здравоохранения для создания гибких, персонализированных средств взаимодействия пациента с врачами, а также организации самостоятельного контроля своего здоровья. Она использует современные технологии, позволяющие оказывать медицинские услуги удаленно, например, подключенные к мобильной сети устройства, обеспечивающие такие сервисы, как телемедицина, телемониторинг, дистанционное управление лечением и контроль качества жизни для хронически больных людей.

Согласно мнению аналитиков Technavio, тремя главными, формирующимися в настоящее время, тенденциями на глобальном рынке Connected Health являются:

- Создание систем класса «виртуальная медсестра»
- Рост популярности носимых устройств
- Увеличение популярности телемедицины.

По словам ведущего аналитика в сфере здравоохранения компании Technavio Эмбер Чурейша (Amber Chourasia):

Нынешняя система здравоохранения испытывает хроническую нехватку ресурсов и для обеспечения растущего спроса на новые медицинские услуги просто не хватает квалифицированных кадров. А нехватка, в частности, медсестер определяет ухудшение качества медицинского обслуживания. И для компенсации этой проблемы разрабатываются системы, где пациентов обслуживает не настоящая, а виртуальная медсестра. В частности, концепция такой системы сейчас разработана в Бостонском Северо-Восточном университете (США) и она в настоящее время проходит тестирование в Бостонском Медицинском центре.

Виртуальные медсестры – это группа специализированных программных инструментов, которые выполняют функции, позволяющие им замещать персонал в больнице, и которые могут иметь вид виртуального персонажа (не обязательно). К их ответственности можно отнести, например, наблюдение за соблюдением графика приема медикаментов или проведения процедур пациентами. Такие системы в будущем станут обязательной составляющей больничной инфраструктуры.

Медицинские устройства уже сейчас начинают повсеместно использоваться и работают они на базе технологий, позволяющей нескольким приборам обмениваться информацией между собой. Их применение также позволяет повысить эффективность здравоохранения и снизить затраты. Причем в настоящее время они широко распространяются не только в развитых странах, но и в развивающихся, чему способствует снижение цен на них. Следствием этого стало резкое увеличение потребителей и рост массива данных о здоровье, а также развитие новых сервисов, позволяющих использовать эти данные. Увеличение популярности умных медицинских устройств, предназначенных для мониторинга здоровья потребителей, является быстро развивающейся тенденцией, которая будет определять рост рынка до 2020 года.

Телемедицина также быстро становится очень популярным сервисом во всем мире, и мы это видим на примере России, где, наконец, начали не только говорить на эту тему, но и предпринимать конкретные шаги по внедрению подобных услуг в систему здравоохранения. И все больше людей применяют не только сервисы удаленных консультаций медицинских специалистов, но и используют удаленный мониторинг здоровья под контролем врачей. Как говорит Эмбер Чурейша:

Телемедицинские технологии очень удобны для сельских районов и развивающихся стран в целом, где отмечается ужасающий недостаток опытных врачей. Телемедицина позволяет расширить возможности терапии, позволяя врачу и пациентам удаленно контактировать для контроля самодиагностики или отслеживания плана лечения. Таким образом снижается потребность в посещениях больниц и клиник, что часто очень затруднительно и накладно для пациентов.

Подробнее: Мобильные технологии здоровья, http://evercare.ru/technavio

В России создается информационно-аналитическая система мониторинга и контроля в сфере госзакупок лекарств

Владимир Путин утвердил перечень поручений по вопросам создания информационно-аналитической системы (ИАС) мониторинга и контроля в сфере закупок лекарственных препаратов для обеспечения государственных и муниципальных нужд.

Минздраву России совместно с Минкомсвязи, Минэкономразвития, Минфином, Казначейством России, Государственной корпорацией «Ростех» поручено разработать до 20 сентября и утвердить план мероприятий («дорожную карту») по созданию ИАС.

Ввод ИАС в опытную эксплуатацию запланирован с 1 марта 2017 года, в промышленную эксплуатацию – с 1 января 2018 года.

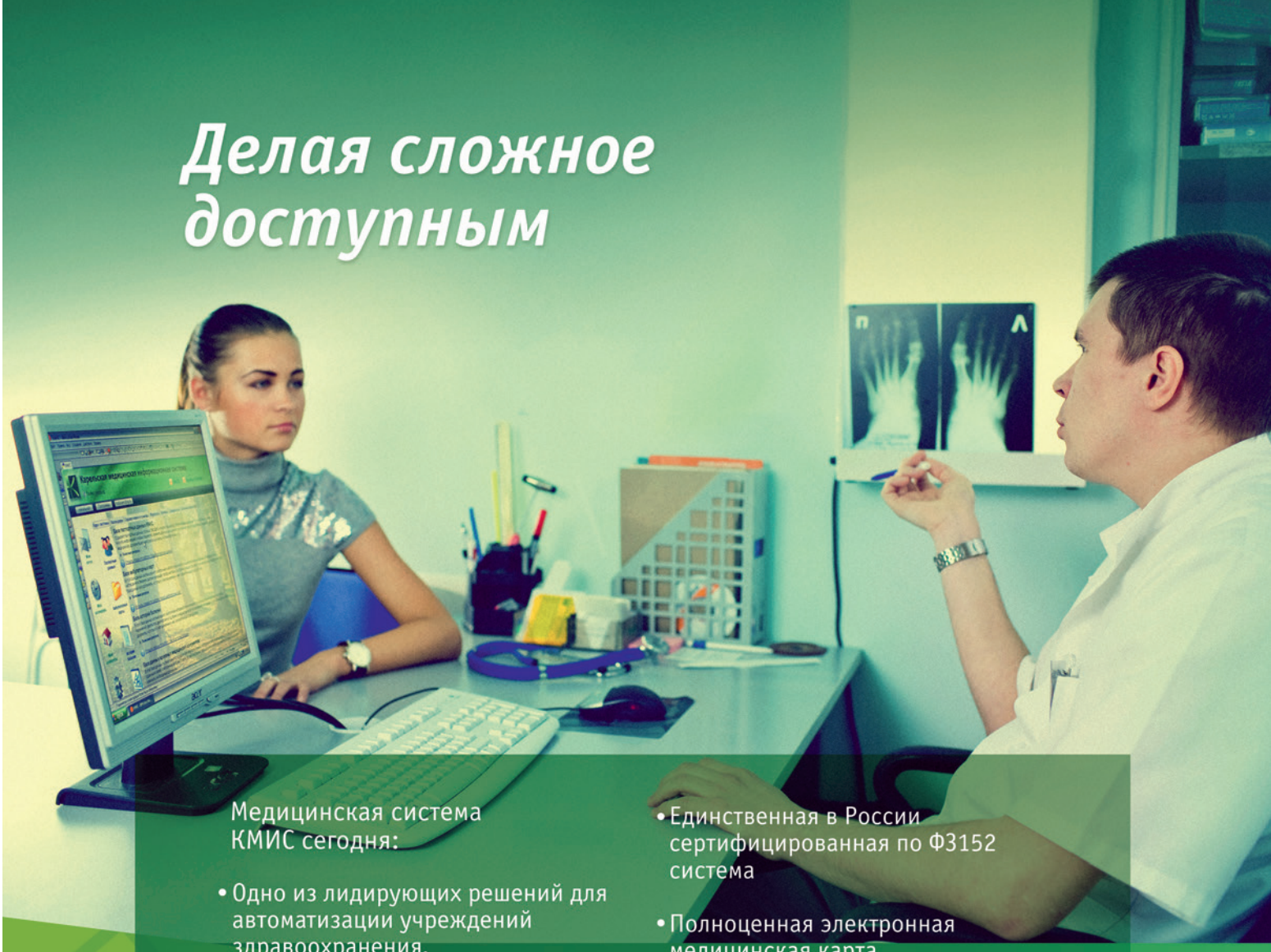
Минэкономразвития России поручено до 30 сентября разработать совместно с Казначейством России, Минздравом России, ФАС России и утвердить комплекс мер по приведению единой информационной системы в сфере закупок в соответствие с техническими требованиями к ИАС в части, касающейся установления единых требований к составу и структуре обеих систем, способам организации данных о закупках лекарственных препаратов для обеспечения государственных и муниципальных нужд, заключенных и исполненных контрактах на их поставку в едином машиночитаемом формате с использованием государственного реестра лекарственных средств.

Минэкономразвития также поручено с 1 февраля 2017 года обеспечить ввод в эксплуатацию единой информационной системы в сфере закупок, приведенной в соответствие с техническими требованиями к ИАС.

Правительству Российской Федерации поручено обеспечить рассмотрение на заседании Правительственной комиссии по использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности проекта технических требований к ИАС и проекта требований к доработке единой информационной системы в сфере закупок.

Подробнее: Фармацевтический вестник, http://www.pharmvestnik.ru/publs/lenta/v-rossii/18606199067450.html#.V7bvtnlf3nM

Делая сложное доступным



Медицинская система КМИС сегодня:

- Одно из лидирующих решений для автоматизации учреждений здравоохранения, насчитывающее свыше 200 внедрений / 12 тыс. пользователей
- Лучшая медицинская информационная система по результатам конкурса Ассоциации Развития Медицинских информационных Технологий (АРМИТ)
- Единственная в России сертифицированная по Ф3152 система
- Полноценная электронная медицинская карта, сертифицированная на соответствие всем основным ГОСТам и стандартам в области медицинской информатики
- Кросплатформенное решение с поддержкой СПО и работой как в толстом клиенте, так и в web-браузере

www.kmis.ru

КМИС
Комплексные медицинские информационные системы

185030, Республика Карелия
г.Петрозаводск, ул. Лизы Чайкиной, 23Б
тел/факс: (8142) 67-20-10
E-mail : info@kmis.ru

Врач и информационные технологии