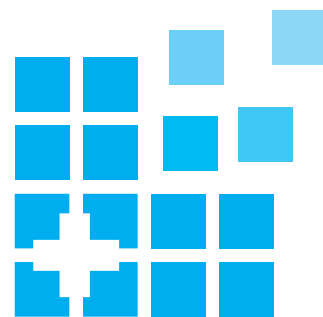


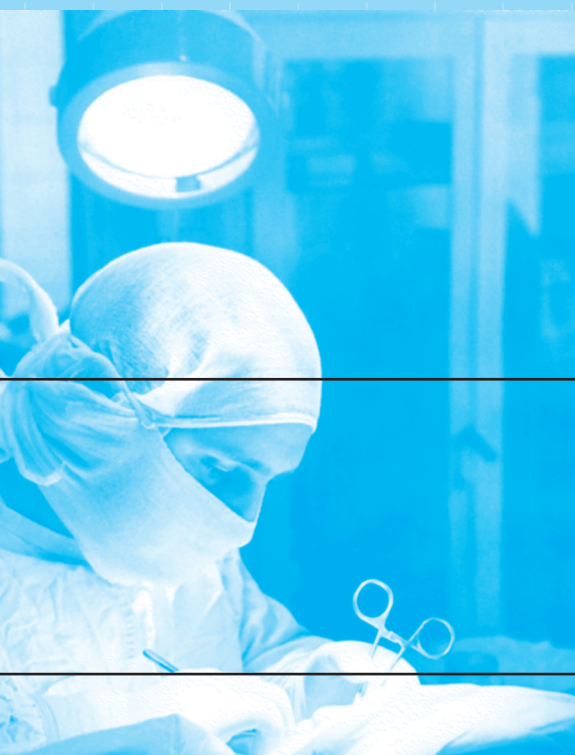
Врач

и информационные
ТЕХНОЛОГИИ



Научно-
практический
журнал

№4
2019



Врач

и информационные
ТЕХНОЛОГИИ

ISSN 1811-0193



9 771811 019000 >

МЕДИЦИНСКИЕ
ИНФОРМАЦИОННЫЕ
СИСТЕМЫ

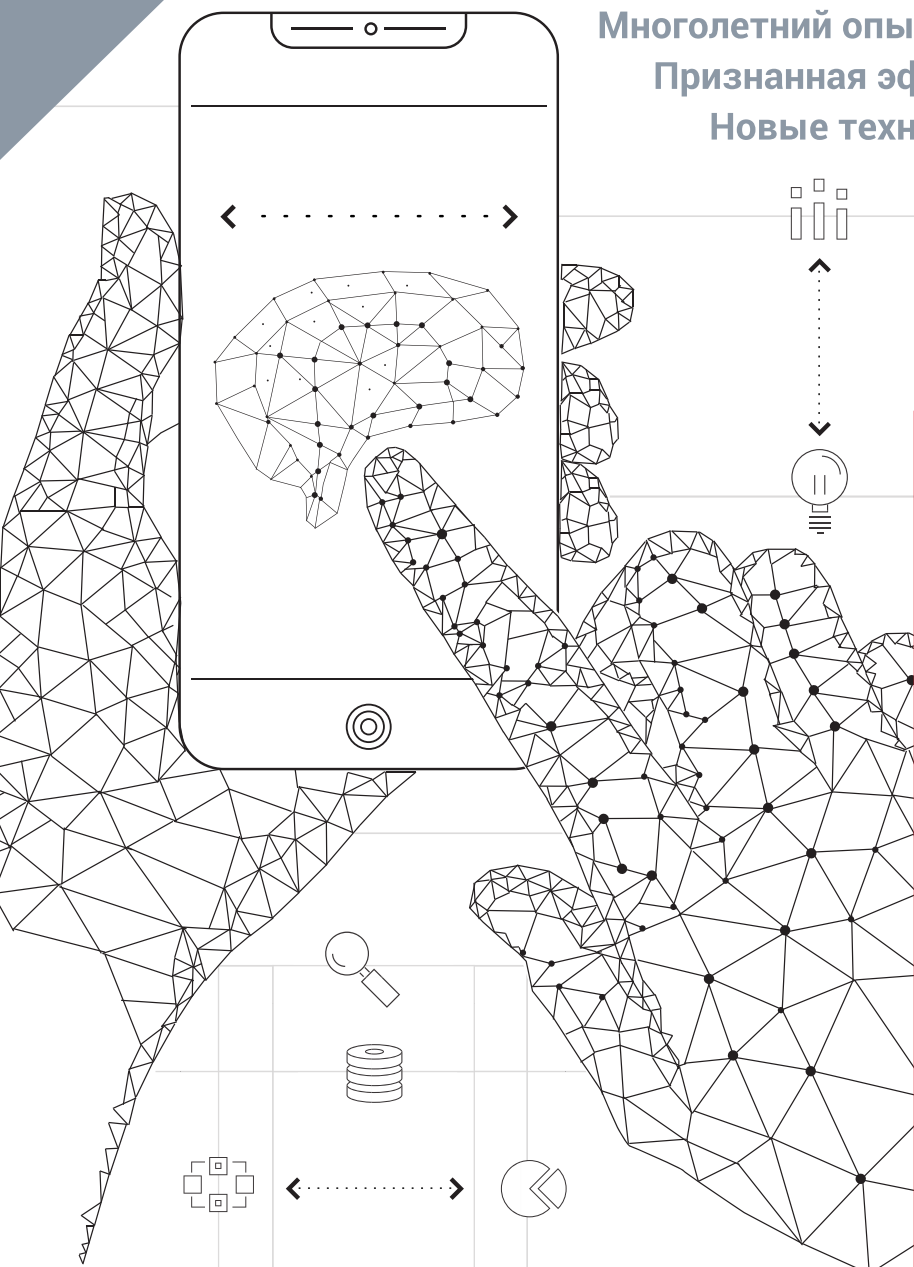
INTERIN
ТЕХНОЛОГИИ

www.interin.ru
info@interin.ru
+7 (495) 220-82-35

PROMIS ALPHA

**СОВЕРШЕННЫЙ ФУНКЦИОНАЛ
В НОВОМ ИСПОЛНЕНИИ**

Многолетний опыт
Признанная эффективность
Новые технологии



Собственная
web-платформа



Легкая
в установке



Простая
в освоении



Работает
в любых браузерах



Удобный
интерфейс



Совместимость
с iOS и Android



Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК по специальностям:

05.13.00 – информатика, вычислительная техника и управление;

03.01.00 – физико-химическая биология.



Журнал включен в ядро РИНЦ.



Журнал включен в базу данных RUSSIAN SCIENCE CITATION INDEX на платформе Web of Science.



Журнал включен в репозиторий открытого доступа «КиберЛенинка».

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Стародубов В.И., д.м.н., профессор, академик РАН, директор ФГБУ ЦНИИОЗ Минздрава России, представитель России в Исполнительном Комитете ВОЗ

ШЕФ-РЕДАКТОР

Куракова Н.Г., д.б.н., зав. отделением научно-технологического прогнозирования в области биомедицины ФГБУ ЦНИИОИЗ Минздрава России

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Зарубина Т.В., д.м.н., профессор, заведующая кафедрой медицинской кибернетики и информатики РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России

Столбов А.П., д.т.н., профессор кафедры организации здравоохранения, медицинской статистики и информатики факультета повышения профессионального образования врачей Первого МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР

Гусев А.В., к.т.н., член экспертного совета Минздрава по вопросам использования ИКТ, член наблюдательного совета ассоциации «Национальная база медицинских знаний», эксперт компании «Комплексные медицинские информационные системы»

МЕДИЦИНСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Д.В. Бельшев, Я.И. Гулиев, В.Л. Малых, А.Е. Михеев

Новые аспекты развития медицинских информационных систем

6-12

Д.В. Бельшев, Я.И. Гулиев, А.Н. Комаров, А.В. Мартюшев-Поклад, А.Е. Михеев, С.Н. Пантелеев, А.И. Романов

Стационар-замещающие технологии в цифровой экосистеме управления здоровьем

13-20

С.И. Комаров

Механизм многокомпонентности МИС: области применения

21-26

О.А. Фохт

Применение KPI при информатизации медицинских организаций

27-36

А.Л. Битова, Р.П. Дименштейн, Н.Г. Долбышева, С.В. Рудецкий, О.А. Фохт, М.И. Хаткевич

Особенности информатизации лечебно-педагогических учреждений

37-47

А.А. Ованесян, А.В. Левичев, Д.В. Бельшев, А.М. Цирлин

Задачи распределения медицинских назначений

48-57

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

«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:
107140, г. Москва, ул. Верхняя Красносельская, д. 20, стр. 1

Адрес 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@mcrarn.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:
С.В. Борисенко

Подписные индексы:
Каталог агентства «Роспечать» — 82615

Отпечатано в ООО «Клуб печати»
127018, г. Москва, 3-ий проезд
Марьиной Роши, д. 40, стр. 1
Тел. +7 (495) 669-5009

Дата выхода в свет 15 декабря 2019 г.
Общий тираж 2000 экз. Цена свободная.

© ООО Издательский дом
«Менеджер здравоохранения»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Гулиев Я.И., к.т.н., директор Исследовательского центра медицинской информатики Института программных систем РАН им. А.К. Айламазяна

Кадыров Ф.Н., д.э.н., профессор, заместитель директора ФГБУ ЦНИИОИЗ Минздрава России

Зингерман Б.В., руководитель направления цифровой медицины ИНВИТРО

Кобринский Б.А., д.м.н., профессор, заведующий лабораторией систем поддержки принятия клинических решений

Института современных информационных технологий в медицине Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН

Шифрин М.А., к.ф.м.н., руководитель медико-математической лаборатории НИИ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко

Цветков Л.А., к.б.н., главный специалист научно-информационного обеспечения РАН и регионов России ВИНТИ РАН

Кудрина В.Г., д.м.н., профессор, зав. кафедрой медицинской статистики и информатики ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России

Швырев С.Л., к.м.н., Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, кафедра медицинской кибернетики и информатики ФГБУ ЦНИИОИЗ Минздрава России, Регламентная служба

Карась С.И., д.м.н., доцент, Томский НИМЦ, НИИ кардиологии

Владимирский А.В., д.м.н., заместитель директора по научной работе Научно-практического центра медицинской радиологии Департамента здравоохранения города Москвы

Чеченин Г.И., д.м.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, зав. кафедрой медицинской кибернетики и информатики Новокузнецкого государственного института усовершенствования врачей — филиала ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России

Шульман Е.И., к.б.н., Научно-инновационная компания «Медицинские Информационные Технологии»

Карпов О.Э., д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН, генеральный директор ФГБУ «Национальный медико-хирургический Центр имени Н.И. Пирогова» Минздрава России

Е.К. Верховская, А.Е. Михеев, А.В. Романов

Быстрое создание прототипов графических представлений данных (дашбордов) для АРМ руководителя в МИС

58-64

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ

*Е.Ю. Надеждина, О.Ю. Реброва,
М.С. Антюх, А.Ю. Григорьев*

Прогнозирование рецидива у пациентов с болезнью Иценко-Кушинга после успешной эндоскопической трансназальной аденомэктомии: нейросетевая модель и ее программная реализация

65-71

СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Н.А. Благосклонов, Б.А. Кобринский

Разработка основанной на знаниях системы диагностики орфанных заболеваний

72-78

Указатель статей, опубликованных в журнале в 2019 г.

79-80



Physicians and IT

**Nº 4
2019**

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

MEDICAL INFORMATION SYSTEMS

D.V. Belyshev, Y.I. Guliev, V.L. Malykh, A.E. Mikheev

**New aspects of the development
of medical information systems**

6-12

*D.V. Belyshev, Y.I. Guliev, A.N. Komarov, A.V. Martyushev-Poklad,
A.E. Mikheev, S.N. Panteleev, A.I. Romanov*

**Hospital replacing technologies in the digital ecosystem
of health management**

13-20

S.I. Komarov

**HIS multicomponent mechanism:
areas of application**

21-26

O.A. Vogt

**The KPI application for Healthcare Information
System's project**

27-36

*A.L. Bitova, R.P. Dimenshtein, N.G. Dolbysheva,
S.V. Rudetskiy, O.A. Vogt, M.I. Khatkevich*

**Informatization features of curative pedagogics
organization**

37-47

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

48-57

A.A. Ovanesyan, A.V. Levichev, D.V. Belyshev, A.M. Tsirlin

Tasks of distribution of medical appointments

58-64

E.K. Verhovskaya, A.E. Mikheev, A.V. Romanov

**Rapid prototyping of graphical representations of data
(dashboards) for the head workstation in the HIS**

65-71

*E.Y. Nadezhdina, O.Yu. Rebrova,
M.S. Antyukh, A.Y. Grigoriev*

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN HEALTH CARE

**Prediction of recurrence in patients with Cushing's disease
after successful endoscopic transnasal adenomectomy:
neural network model and its software implementation**

72-78

N.A. Blagosklonov, B.A. Kobrinskii

DECISION SUPPORT SYSTEMS

**Knowledge-based diagnostic system
for orphan diseases development**

79-80

**Directory of articles, published
in the magazine in 2019 year**

Д.В. БЕЛЫШЕВ,

к.т.н., заведующий лабораторией Исследовательского центра медицинской информатики Института программных систем им. А.К. Айламазяна РАН, Россия, e-mail: belyshev@interin.ru

Я.И. ГУЛИЕВ,

к.т.н., руководитель Исследовательского центра медицинской информатики Института программных систем им. А.К. Айламазяна РАН, Россия, e-mail: viit@yag.botik.ru

В.Л. МАЛЫХ,

к.т.н. заведующий лабораторией Исследовательского центра медицинской информатики Института программных систем им. А.К. Айламазяна РАН, Россия, e-mail: miheev@interin.ru

А.Е. МИХЕЕВ,

к.т.н., старший научный сотрудник Исследовательского центра медицинской информатики Института программных систем им. А.К. Айламазяна РАН, Россия, e-mail: miheev@interin.ru

НОВЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ МЕДИЦИНСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

УДК 61:00

Белышев Д.В., Гулиев Я.И., Малых В.Л., Михеев А.Е. Новые аспекты развития медицинских информационных систем (Институт программных систем им. А.К. Айламазяна РАН, Россия)

Аннотация. Статья посвящена новым аспектам разработки медицинских информационных систем (МИС). Статья будет полезна как архитекторам и разработчикам МИС, так и пользователям современных МИС.

Ключевые слова: медицинская информационная система, медицинские информационные технологии, информатизация здравоохранения, медицинская организация, лечебно-диагностический процесс, экосистема, большие данные.

UDC 61:007

Belyshev D.V., Guliev Y.I., Malykh V.L., Mikheev A.E. New aspects of the development of medical information systems (Ailamazyan Program Systems Institute of RAS, Russia)

Abstract. Article devoted to the new aspects of the development of medical information systems (MIS). The article will be useful for both architects and developers MIS and users of modern MIS.

Keywords: medical information system, healthcare information technologies, healthcare informatization, medical organization, diagnostic and treatment process, digital ecosystem, big data.

ВВЕДЕНИЕ

В 2014 году в статье [1] мы рассмотрели наиболее важные, с нашей точки зрения, аспекты разработки медицинских информационных систем. А в 2017 году в [2] были проанализированы изменения функциональных требований к МИС в ходе перестройки системы здравоохранения.

Рассмотрим два новых вызова в отрасли, которые возникли в последние годы. Один из них носит проблемный характер и связан с общим развитием отрасли медицинских ИТ и ИТ вообще, а второй появился в виде новой возможности и является результатом уже накопившихся результатов использования МИС. А также рассмотрим, какие требования для разработчиков МИС эти вызовы создают, а также примеры их решения.

Ввиду скудности информации в открытых источниках по другим МИС в разрезе интересующей нас проблематики, рассмотрим это на примере МИС семейства Интерин. Конечно, провести полноценный анализ на основе одной системы не получится, но надеемся, что ознакомление



с развитием разработок одного из участников отрасли будет полезным.

ОТ МИС МО К ЦИФРОВОЙ ЭКОСИСТЕМЕ

Контекст развития МИС

в последние годы

Проект ЕГИСЗ

В 2011 году Министерством здравоохранения и социальной политики был запущен проект создания Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ) [3]. 28 апреля 2011 г. приказом № 364 Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации была утверждена Концепция системы, а также ряд методических рекомендаций и функциональных требований к отдельным составляющим системы. Проект ЕГИСЗ значительно повлиял на процессы развития медицинских информационных систем, которые до начала этого проекта носили больше инициативный характер как со стороны пользователей, так и со стороны производителей. Со стартом проекта появилась необходимость в унификации требований и стандартизации элементов Системы, в том числе единых функциональных требований к МИС. Например, в итоге долгих обсуждений и согласований, в декабре 2018 г. Минздравом был утвержден приказ № 911н «Требования к государственным информационным системам в сфере здравоохранения субъектов Российской Федерации, медицинским информационным системам медицинских организаций и информационным системам фармацевтических организаций» [4]. В эпоху до проекта ЕГИСЗ представить себе такое было сложно.

В 2018 году, через 7 лет после начала работы над проектом ЕГИСЗ, было принято решение о новом этапе информатизации сферы здравоохранения – проект «Создание единого цифрового контура здравоохранения на основе ЕГИСЗ» («Цифровой контур») [5]. Срок реализации проекта 2019–2024 гг.

В качестве цели проекта обозначено повышение эффективности функционирования здравоохранения России путем дальнейшего развития и углубленного внедрения информационных и платформенных решений, что по мнению Министерства здравоохранения и сформирует так называемый «единый цифровой контур».

В ходе выполнения проекта ЕГИСЗ, как того можно было ожидать, как заказчики, так

исполнители столкнулись с рядом трудностей. Эти трудности, в первую очередь, связаны с тем, что подобного рода и масштаба задача в стране решается впервые. Было бы наивно полагать, что опыт и наработки других сфер, в которых тоже ведутся масштабные проекты по информатизации, подойдут и для медицины. Да и опыт других стран оказался применимым только частично ввиду различий в условиях решаемой задачи. На наш взгляд, эти трудности можно разделить на две группы:

Технологические трудности. На момент старта проекта ЕГИСЗ готовых технологических решений как у уже состоявшихся разработчиков ИТ в медицине, так и у новых участников, которые хлынули в отрасль, не оказалось. Даже по истечении уже 7–8 лет эти трудности отчасти сохраняются.

Трудности внедрения. Внедрение информационных систем в медицинских организациях идет нелегко и требует достаточно больших административных усилий.

Новые информационные сервисы в медицине

За последние годы появляются все новые и новые информационные сервисы для участников сферы охраны здоровья и медицинской помощи. Обеспечение пациентов, МО и других участников различными информационными сервисами многими предпринимателями и инвесторами рассматриваются как потенциальные бизнес-проекты.

В качестве примеров таких проектов можно привести проекты DocDoc [6] и Doc+ [7], (сервисы записи пациентов в МО (к врачам)), РЛС [8] и Автоматизированный скрининг лекарственных назначений [9] (различная информация по лекарственным средствам), проект Botkin, AI [10] (сервисы анализа медицинской информации на основе искусственного интеллекта). Некоторые из этих сервисов работают в сегменте B2C (информационные услуги для пациентов), а другие ориентированы на B2B (услуги для МО).

На наш взгляд, приведенные выше трудности в информатизации здравоохранения и появление новых информационных сервисов, которые пока носят в основном фрагментарный характер, говорят о необходимости поиска новых подходов к ИТ-решениям для отрасли здравоохранения и новых технологических решений.



Участники сферы охраны здоровья и медицинской помощи и их интересы

Чтобы понять какие ИТ-решения нужны здравоохранению, требуется проанализировать интересы участников сферы охраны здоровья и медицинской помощи.

Граждане хотят быть здоровыми и долго жить. Какие усилия они готовы приложить к тому, чтобы быть здоровыми, отдельный вопрос. Это зависит от многих факторов, в том числе от взглядов и культурного развития. Чаще всего люди обращают внимание к вопросам здоровья, когда болеют.

В рамках получения медицинской помощи граждан (теперь уже пациентов) интересует качество, стоимость и эффективность медицинской помощи.

Для граждан были бы интересны и полезны ИТ-решения, которые бы им помогли во взаимодействии с системой здравоохранения (в том числе МО и врачами), а еще лучше позволили бы построить комплексную систему охраны здоровья и медицинского обслуживания (субъектами государственной системы здравоохранения или бизнеса), включая мониторинг состояния здоровья, профилактики, помощь в ведении здорового образа жизни, взаимодействие с МО при необходимости, маршрутизацию между учреждениями здравоохранения и т.д.

Бизнесу (работодателям) нужны здоровые сотрудники. Компании заинтересованы в снижении расходов, связанных с болезнями работников, снижении рисков, связанных с потерей сотрудников ввиду их болезни и инвалидности, в повышении профессионального долголетия.

Бизнесу, как работодателям, была бы интересна система, позволяющая обеспечивать его сотрудников комплексными и качественными услугами в области охраны здоровья и медицинского обслуживания.

Те, кто платит за медицинские услуги, т.е. государство, страховые компании и сами граждане заинтересованы в первую очередь в том, чтобы граждане меньше болели. А когда они уже имеют проблемы со здоровьем и обращаются за медицинской помощью, заинтересованы в низком соотношении цены/качества медицинской помощи.

При обсуждении мы исходим из того факта, что государство озабочено сохранением здоровья своих граждан. Государству интересно повышение продолжительности жизни граждан, профессионального долголетия, а также эффективность здравоохранения с точки зрения соотношения цены/качества:

соотношения расходов на здравоохранение и уровня достигаемых результатов.

Теоретически, в отличие от медицинских организаций, государство заинтересовано в том, чтобы граждане болели как можно меньше. В этом смысле, скорее всего, интерес государства к здоровью своих граждан наиболее основателен из всех рассматриваемых участников, даже самих граждан.

Если вынести за скобку интерес **медицинских организаций** и ее сотрудников к здоровью граждан, исходящего из их морально-этической и гражданской позиции (хоть это и важно), и рассматривать МО как бизнес-единицу, то интересы МО в вопросах здоровья и медицинского обслуживания граждан отличаются от интересов самих граждан, плательщиков и государства. В последнее время принимаются попытки трансформировать здравоохранение так, чтобы МО были заинтересованы в том, чтобы граждане были здоровыми и меньше болели, но на настоящем этапе вряд ли этот аспект существенным образом влияет на стратегию работы МО, экономическую основу которой составляет диагностика и лечение болезней. Хотелось бы отметить, что такая проблема имеет место быть не только в России, но и во многих других странах тоже.

Относительно ИТ, интересы МО также более сложны и разнообразны и определяются тем, что МО в системе здравоохранения занимают центральное место.

МО заинтересованы в ИТ-решениях для различных задач, как классических, так и появляющихся новых:

- управления предприятием (ERP-систем);
- системы управления технологическими процессами;
- взаимодействия с клиентами (CRM-систем);
- задачи цифровых сообществ и др.

Кроме медицинских организаций также есть **другие участники** отрасли, заинтересованные во взаимодействии с пациентами, МО и плательщиками, такие как, например, патронажные службы, поставщики товаров, организаторы информационных сервисов и т.д. Эти участники нуждаются быть включенными в систему здравоохранения, иметь возможности взаимодействия как с пациентами, так и с МО и врачами, участвовать в процессах охраны здоровья и медицинского обслуживания.

В настоящее время со стороны государства принимаются шаги по развитию мер по охране здоровья граждан, при этом средства ИТ рассматриваются как один из наиболее потенциальных



инструментов. ЕГИСЗ стала рассматриваться как «цифровой контур» или «экосистема». Но создание экосистемы требует соответствующих организационных и технологических решений. Перед разработчиками ИТ-решений для здравоохранения встают новые вызовы.

ЭКОСИСТЕМНЫЙ ПОДХОД

Концепция экосистемы

Анализ возникающих трудностей в информатизации учреждений здравоохранения, интересов участников сферы здравоохранения, а также возникающих новых возможностей в разных сферах общественных и производственных отношений как следствие развития информационных технологий дают возможность формирования новых трендов развития ИТ-решений для сферы охраны здоровья и медицинского обслуживания.

В функциональном плане нужны решения, обеспечивающие возможностями обеспечения участия и взаимодействия всех участников сферы охраны здоровья, пациентов, медицинских организаций, тех, кто платит за медицинское обслуживание, а также других участников, включая тех, кто ведет свою бизнес-активность в этой сфере, например, по обеспечению граждан товарами медицинского назначения или новыми информационными сервисами.

В [11] был сформулирован основной концептуальный принцип для таких решений: экосистемность.

В архитектурном плане одним из возможных способов реализации таких решений является сервисная архитектура, когда сложное функциональное решение создается путем сборки из отдельных сервисов и продуктов [11].

Выводы, которые были приведены выше относительно функциональных свойств новых ИТ-решений для здравоохранения, просматриваются также в трендах развития МИС [2]. В МИС появляются такие функции, как личный кабинет пациента, взаимодействие с разными информационными сервисами (например, сервис взаимодействия лекарственных средств) и т.д. МИС в стенах МО становится тесно.

Одна из ключевых идей цифрового экосистемного решения в здравоохранении – пациентцентричность. МИС становится «МИС пациента».

Технологии для экосистемных решений

Для создания таких систем с технологической точки зрения была предложена идея стека платформ – платформ 3 уровней: технологическая

платформа разработки, прикладная платформа создания экосистемных решений и платформа «виртуальная больница» [12] в качестве примера реализации экосистемы охраны здоровья и медицинского обслуживания.

Платформа	Назначение
Система взаимодействия пациентов и медицины	Бизнес-платформа (пример прикладного решения)
Платформа Интерин Экосистема	Прикладная платформа для построения бизнес-решений
Платформа Интерин IPS	Технологическая платформа разработки приложений

В общем виде данная концепция позволяет создать прикладную систему, обеспечивающую решение комплексной задачи обеспечения взаимодействия пациента и задействованных в сфере медицинского обслуживания и охраны здоровья субъектов, сопровождения пациента на всех этапах его взаимодействия с медициной.

ПРИМЕР ЭКОСИСТЕМНОГО РЕШЕНИЯ

Чтобы показать, как работает концепция, скажем несколько слов об идее «виртуальная больница» (Система ВБ), которая рассматривается как пример системы охраны здоровья нового поколения [12].

Наиболее очевидные компоненты Системы ВБ:

- Реестр пациентов.
- Реестр МО (с услугами и врачами).
- ЭМК.
- Личный кабинет пациента.
- Биллинговая система.
- Система записи к услугам МО.

Пациенты взаимодействуют с Системой ВБ через свой личный кабинет в системе.

МО с Системой ВБ могут взаимодействовать через личный кабинет МО или через интеграцию своей МИС с Системой ВБ.

Создание такой системы становится возможным благодаря наличию технологической платформы.

По заявлению производителя, в настоящее время имеется (отчасти в виде экспериментальной реализации и прототипов):

- Реестр пациентов (в виде МПИ).
- ЭМК.
- Личный кабинет пациента.
- Система записи к услугам МО (регистратура).
- МИС (она тоже является компонентой Экосистемы).



Разрабатываемые технологии Экосистемы могут найти применение:

- собственно для создания системы сопровождения пациента в рамках коммерческого проекта;
- в рамках коммерческих, региональных и ведомственных проектов;
- для создания расширенной МИС отдельной МО;
- для создания единой информационной системы ведомственной сети МО;
- для создания региональной МИС.

Концепция Экосистемы и функционал МИС

Несмотря на то, что время от времени возникают разговоры и предсказания о том, что «время МИС прошло» или «проходит», МИС МО остается центральным с точки зрения важности элементом всей системы информационной инфраструктуры здравоохранения.

В [1] был предложен общий высокоуровневый список функциональных компонент МИС, основываясь на функционале МИС семейства Интерин. Позже в статье [2] был проведен анализ новых требований к МИС, а на их основе был предложен состав функционала МИС.

В декабре 2018 г. Минздравом был утвержден приказ № 911н «Требования к государственным информационным системам в сфере здравоохранения субъектов Российской Федерации, медицинским информационным системам медицинских организаций и информационным системам фармацевтических организаций» [4].

По мере развития ИТ в медицине, в функционале МИС наряду с классическими направлениями:

- управление предприятием (ERP-систем);
 - управление технологическими процессами
- начали появляться новые [2]:
- взаимодействие с клиентами (CRM-систем);
 - задачи цифровых сообществ и др.

Отчасти появление этих требований к функционалу МИС и были учтены в концепции Цифровой экосистемы медицинской помощи, описанной выше.

Концепция Экосистемы и общесистемные аспекты МИС

Кратко рассмотрим, как влияет парадигма Экосистемы на общесистемные аспекты разработки МИС.

Исследование требований к МИС с точки зрения концепции Экосистемы привело к разработке архитектуры системы в сервисной модели [11]. Данная архитектура хорошо подходит как для создания централизованных, так и распределенных систем, в локальной или облачной модели, также позволяет создание систем в гибридной архитектуре.

Как говорилось в [1], существующие средства разработки, если рассматривать каждый из них в отдельности, не удовлетворяют предъявляемым для разработки МИС требованиям.

Эти особенности естественным образом толкают производителей к созданию своих технологических решений в качестве платформы разработки МИС. Еще в 90-е годы в рамках проекта Интерин была разработана «Технология Интерин», которая по сути использовалась в качестве платформы создания МИС. На этой технологии был создан ряд версий МИС Интерин PROMIS.

Когда перед разработчиками МИС встала масштабная задача дальнейшего развития МИС, которая привела к идее цифровой экосистемы, ее реализация потребовала новых подходов и к средствам реализации. Иначе говоря, реализация концепции цифровой экосистемы стала возможной благодаря появлению соответствующих платформенных решений, о которых говорилось выше.

На этапе развития МИС до недавнего времени многие разработчики МИС считали, что для создания полноценной МИС возможностей веб-технологий в части интерфейса недостаточно.

За последние годы ситуация изменилась. С одной стороны, Веб-технологии стали гораздо богаче. С другой стороны, для большинства пользователей Веб-интерфейс стал привычнее. Как результат, веб-интерфейс для МИС становится естественным.

Создание МИС в парадигме Экосистемы естественным образом определяет использование Веб-технологий в части интерфейса, ввиду того, что круг пользователей системы расширяется и становится разнообразным.

Остановимся еще на одном обстоятельстве в развитии МИС, которое возникло как потенциальная возможность и открывает новые горизонты в использовании ИТ в здравоохранении.

БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ

Ввиду того, что полноценные МИС в некоторых МО функционируют уже 10–20 лет и больше времени, и количество таких МО неуклонно растет, и все



чаще можно встретить пациентов, которые долгое время получают медицинскую помощь в рамках одной сети учреждений, оснащенных МИС, накапливаются массивы медицинских данных, потенциально интересные для дальнейшего их использования в научных и практических целях.

Для примера, в МИС семейства Интерин, работающих в медицинских организациях, накоплены более 5,5 млн. ЭМК, 29 млн. электронных медицинских документов (осмотров, дневников, протоколов, эпикризов и т.д.), 28 млн. результатов исследований и анализов. Так как многие из этих МО ведомственные, многие пациенты длительное время наблюдаются и получают медицинскую помощь в одном учреждении (или в одной сети учреждений), это улучшает полноту накапливаемых медицинских данных.

Очевидно, что накапливаемые в МИС медицинские данные, с точки зрения содержащихся в них знаний, представляют огромный интерес. На первый план выходят методы извлечения этих знаний из данных.

В качестве примера использования накопленных в МИС данных в качестве источника знаний можно привести работы последних лет, проводимых в ИПС им. А.К. Айламазяна РАН по прецедентному подходу.

Идеи анализа клинических данных и процессов лечебно-профилактических учреждений с целью моделирования предметной области возникли в Институте еще в конце 90-х годов прошлого века. Применение прецедентного подхода к анализу и моделированию различных процессов в медицинских организациях, использование прецедентного подхода в системах поддержки принятия врачебных решений (СППВР), стали воплощаться в результатах конкретных исследований в середине 2000-х годов. В 2009 г. вышли две публикации, посвященные изложению концепции прецедентного подхода и его практического использования в МИС [14, 15].

В ходе решения поставленных задач стало ясно, что клинические данные нуждаются в отдельной проблемно-ориентированной формализации в интересах применения методов машинного обучения. Полученные результаты нашли свое отражение в публикациях и в докладах на представительных международных конгрессах и конференциях 2013–2017 годов [16–23].

Параллельно в 2010–2017 годах шла работа над процессной, основанной на понятии состояния и событийной формализациями клинических данных в форме, подходящей для применения методов

машинного обучения. Проводилась оценка эффективности и точности СППВР, построенной на основе различных методов машинного обучения (прецедентный подход, нейронные сети). В ходе проведенных исследований прецедентный подход доказал свою эффективность и тем самым еще раз подтвердил научную и практическую целесообразность в сборе и накоплении больших клинических данных.

Одновременно стало ясно, что для создания банков больших клинических данных потребуются разработать методологию и методы предварительной обработки данных с целью их семантического анализа, нормализации, генерализации, исключения в данных ошибок и выбросов. Учитывая большие объемы данных, потребовалась разработка интеллектуальных семантических и синтаксических методов обработки данных, не требующих привлечения большого ручного труда экспертов. В 2010–2017 годах были развиты новые подходы к построению эффективных метрик сходства текстовых данных между собой и к семантическому анализу медицинских текстовых данных на ограниченном профессиональном языке (controlled language). Эти подходы показали свою эффективность для проведения семантического анализа и формализации лечебно-диагностических назначений, заданных в виде текстов.

В работе [24] на основании обзоров работ по данной тематике введены и рассмотрены концептуальные барьеры, стоящие на пути решения проблемы. Проблема построения СППР в медицине является очень сложной, комплексной. Решение проблемы невозможно получить без преодоления сформулированных в статье концептуальных барьеров. Комплексное решение проблемы СППР в медицине требует постановки этой задачи как большого проекта государственного уровня. По мнению автора [24] решение может быть найдено в виде облачной гибридной платформенной СППР, сочетающей применение явных и неявных медицинских знаний, пополняемых за счет включения новых формализованных случаев лечебно-диагностического процесса в банки клинических данных, и подключения новых модулей-сервисов, решающих частные задачи поддержки ведения лечебно-диагностического процесса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мы рассмотрели два новых вызова в области информатизации здравоохранения, возникших в последние годы. Как было показано, первый из них, который носит проблемный характер и связан с общим развитием отрасли, указывает на



необходимость перехода от отдельных систем к цифровым экосистемным решениям. Второй вызов является результатом уже накопившихся «заслуг»

использования МИС и сулит еще неосознанные горизонты возможностей. Мы также привели примеры практических ответов на эти вызовы.



ЛИТЕРАТУРА



1. Гулиев Я.И. Основные аспекты разработки медицинских информационных систем. // Врач и информационные технологии. – № 5. – 2014. – С. 10–19.
2. Бельшев Д.В., Гулиев Я.И., Михеев А.Е. Изменение функциональных требований к МИС в процессе перестройки систем здравоохранения. // Врач и информационные технологии. – № 4. – 2017. – С. 6–25.
3. Все граждане РФ получают доступ к электронным медицинским документам на портале госуслуг [http://zdrav.expert/index.php/Проект: Единая_государственная_информационная_система_здравоохранения_\(ЕГИСЗ\)](http://zdrav.expert/index.php/Проект:Единая_государственная_информационная_система_здравоохранения_(ЕГИСЗ)).
4. Утверждены требования к медицинским информационным системам <https://www.rosminzdrav.ru/news/2019/06/19/11745-utverzhdeny-trebovaniya-k-meditsinskim-informatsionnym-sistemam>.
5. Гусев А.В. О проекте «Создания единого цифрового контура». <https://www.kmis.ru/blog/o-proekte-sozdaniia-edinogo-tsifrovogo-kontura/>.
6. DocDoc – сервис поиска врачей и записи на прием <https://docdoc.ru/>.
7. DOC+ <https://docplus.ru/>.
8. Справочник лекарств РЛС <https://www.rlsnet.ru/>.
9. Автоматизированный скрининг лекарственных назначений <https://www.element-lab.ru/services/avtomatizirovannyj-skrining-lekarstvennyh-naznachenij/>.
10. Платформа анализа медицинской информации Botkin.AI <https://botkin.ai/>.
11. Бельшев Д.В., Гулиев Я.И., Михеев А.Е. Цифровая экосистема медицинской помощи. Врач и информационные технологии. – 2018. – № 5. – С. 4–17.
12. Бельшев Д.В., Гулиев Я.И., Михеев А.Е. Реализация «виртуальной больницы» в виде ИТ-экосистемы. Врач и информационные технологии. – 2018. – № 5. – С. 18–33.
13. *Yadulla Guliev*. The Interin technologies // The British Journal of Healthcare Computing and Information Management. – December 2006.
14. Малых В.Л., Гулиев Я.И. Прецеденты в медицинских информационных системах. Программные продукты и системы. – 2009. – № 2 (86). – С. 19–27.
15. Малых В.Л., Гулиев Я.И., Крылов А.И., Рюмина Е.В. Проблемы автоматизации учета прямых материальных затрат в медицине. Архитектура прецедентного материального учета. // Аудит и финансовый анализ. – 2009. – № 2. – С. 465–471.
16. Малых В.Л., Гулиев Я.И. Моделирование лечебно-диагностического процесса в классе управляемых стохастических процессов с памятью. Врач и информационные технологии. – Москва: МЗ, 2013.
17. Малых В.Л., Гулиев Я.И. Управляемый стохастический прецедентный процесс с памятью как математическая модель лечебно-диагностического процесса. Информационные технологии и вычислительные системы. – 2014. – № 2. – С. 60–72.
18. *Malykh, V.L., Guliev. Y.I*. Precedent Approach to Decision-Making in Clinical Processes. MEDINFO 2015: eHealth-enabled Health. Studies in Health Technology and Informatics 216 (2015). 957. Sarkar, I.N. et al. (Eds.). IMIA and IOS Press. doi: 10.3233/978-1-61499-564-7-957.
19. Малых В.Л., Гулиев Я.И., Бельшев Д.В. Построение банка клинических данных на основе унифицированной модели лечебно-диагностического процесса. Труды XVII международной конференции DAMDID/RCDL'2015, Обнинск, 13–16 октября 2015.
20. *Malykh V.L., Belyshev D.V*. Case-based Reasoning in Clinical Processes Using Clinical Data Banks. Proceedings of 2015 International Conference on Biomedical Engineering and Computational Technologies (SIBIRCON), Russia, Technopark of Novosibirsk Akademgorodok, 28–30 October 2015. 211–216. IEEE Conference Publications. doi: 10.1109/SIBIRCON.2015.7361885.
21. Малых В.Л., Рудецкий С.В. Сравнительный анализ различных подходов к поддержке принятия врачебных решений на основе больших клинических данных. Московская научно-практическая конференция по Искусственному интеллекту в медицине MosCAI'17. 12 октября 2017 года, Москва.
22. *Malykh S.V., Rudetskiy V.L*. Approaches to medical decision-making based on big clinical data. Journal of Healthcare Engineering. Article ID3917659. 10 pages. 2018.
23. Малых В.Л., Михеев А.Е., Рудецкий С.В. Проблемно-ориентированная модель банка клинических данных. Программные системы: теория и приложения. – 2018. – Т. 9. – № 4(39). – С. 219–237.
24. Малых В.Л. Системы поддержки принятия решений в медицине. Программные системы: теория и приложения. – 2019. – Т. 10. – № 2(41). – С. 155–184.



Д.В. БЕЛЫШЕВ,

к.т.н., заведующий лабораторией Исследовательского центра медицинской информатики Института программных систем им. А.К. Айламазяна РАН, Россия, e-mail: belyshev@interin.ru

Я.И. ГУЛИЕВ,

к.т.н., руководитель Исследовательского центра медицинской информатики Института программных систем им. А.К. Айламазяна РАН, Россия, e-mail: viit@yag.botik.ru

А.Н. КОМАРОВ,

к.м.н., генеральный директор АНО «Национальный центр развития технологий социальной поддержки и реабилитации “Доверие”», Россия, e-mail: prof_komarov@mail.ru

А.В. МАРТЮШЕВ-ПОКЛАД,

к.м.н., заместитель председателя Ассоциации клинических реабилитологов, Россия, e-mail: avmp2007@gmail.com

А.Е. МИХЕЕВ,

к.т.н., старший научный сотрудник Исследовательского центра медицинской информатики Института программных систем им. А.К. Айламазяна РАН, Россия, e-mail: miheev@interin.ru

С.Н. ПАНТЕЛЕЕВ,

председатель Ассоциации клинических реабилитологов, Россия, e-mail: psn1461@mail.ru

А.И. РОМАНОВ,

Академик Российской академии наук, доктор медицинских наук, профессор, научный руководитель Ассоциации клинических реабилитологов, Россия, e-mail: psn1461@mail.ru

СТАЦИОНАР-ЗАМЕЩАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЦИФРОВОЙ ЭКОСИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ЗДОРОВЬЕМ

УДК 61:007 (Медицинская кибернетика)

Белышев Д.В., Гулиев Я.И., Комаров А.Н., Мартюшев-Поклад А.В., Михеев А.Е., Пантелеев С.Н., Романов А.И. Стационар-замещающие технологии в цифровой экосистеме управления здоровьем (Институт программных систем им. А.К. Айламазяна РАН, АНО «Национальный центр развития технологий социальной поддержки и реабилитации “Доверие”», Ассоциация клинических реабилитологов, Россия)

Аннотация. В настоящей статье описывается применение стационар-замещающих технологий при решении задач управления здоровьем в цифровой экосистеме медицинской помощи.

Ключевые слова: цифровая экосистема, медицинская информационная система, медицинские информационные технологии, информатизация здравоохранения, медицинская организация, лечебно-диагностический процесс, экосистема, домашний стационар, стационар-замещающие технологии

UDC 61:007 (Medical Cybernetics)

Belyshev D.V., Guliev Y.I., Komarov A.N., Martyshev-Poklad A.V., Mikheev A.E., Panteleev S.N., Romanov A.I. Hospital replacing technologies in the digital ecosystem of health management (Ailamazyan Program Systems Institute of RAS, Noncommercial organization «National center for development of technologies in social support and rehabilitation “Doverie”», Association of clinical rehabilitologists, Russia)

Abstract. The paper describes utilization of hospital replacing technologies in health management within the framework of digital ecosystem of health care.

Keywords: digital ecosystem, medical information system, healthcare information technologies, healthcare informatization, medical organization, diagnostic and treatment process, ecosystem, home medical care, hospital replacing technologies.

ВВЕДЕНИЕ

С точки зрения государства и общества, система здравоохранения должна служить достижению трёх целей:

1. Обеспечивать профессиональное долголетие трудоспособных граждан.
2. Способствовать увеличению продолжительности жизни.
3. Способствовать повышению качества жизни.

Судя по мнению экспертного сообщества (по данным ВОЗ), системы здравоохранения подавляющего большинства стран мира не способны обеспечить достижение перечисленных целей. На это указывает, например, признание того факта, что в целом страны мира не справляются с эпидемией хронических неинфекционных заболеваний [1].

Обратимся к опыту предшествующих поколений. Каким образом решались перечисленные задачи во времена СССР? За счёт двух групп мероприятий: целенаправленного раннего выявления заболеваний и системы профилактики.

Под указанные задачи была сформирована простая и универсальная организационная структура, конечным низовым звеном которой являлись цеховые врачи (которые обеспечивали медицинское сопровождение для граждан трудоспособного возраста) и участковые врачи (обеспечивали наблюдение за детьми и гражданами пенсионного возраста). Каждый врач имел в своём ведении так называемый «прикреплённый контингент», за взаимодействие с которым он нес ответственность.

Обязательный к исполнению административный регламент работы с прикреплённым контингентом включал в себя регулярное проведение диспансеризации, обязательной для всех.

Диспансеризация выполняла функцию сортировки: по её результатам граждане либо признавались здоровыми, либо им предписывалось одно из следующих мероприятий:

- правильное чередование труда и отдыха (режим) в обычных условиях;
- направление в профилакторий на 21 день, что означало принудительное соблюдение правильного режима;
- направление в санаторий на 21 день;
- направление на углублённое обследование с целью выявления и последующим лечением заболеваний.

Благодаря всеобщему охвату описанной системы диспансеризации и простых профилактических мер

была обеспечена относительно высокая продолжительность жизни и профессиональное долголетие даже у людей с тяжёлыми условиями работы.

В настоящее время описанная система работы с «прикреплённым контингентом» в определённой мере сохранилась лишь в некоторых ведомственных системах здравоохранения (Управление делами Президента, МЧС, Министерство обороны, ФСБ и другие). Так, сотрудники этих ведомств в обязательном порядке регулярно проходят диспансеризацию, по результатам которой им назначаются обследования и лечение, они направляются на санаторно-курортное лечение или медицинскую реабилитацию (для вторичной и третичной профилактики заболеваний).

Благодаря работе такой системы привилегированные сотрудники этих ведомств, как правило, сохраняют профессиональное долголетие и хорошее здоровье после выхода на пенсию.

С практической точки зрения представляет интерес следующий вопрос: как можно масштабировать и улучшить описанную практику на максимально широкие слои населения с учётом появившихся новых технологических возможностей?

Авторы видят ответ на этот вопрос в создании экосистемы охраны здоровья: самоорганизующейся сетевой структуры, которая бы объединила всех субъектов процесса управления здоровьем.

Предпосылки и принципы создания цифровой экосистемы управления здоровьем

Необходимо учитывать, что список субъектов процесса управления здоровьем не ограничивается потребителями (пациенты) и производителями медицинских услуг (врачи) и товаров медицинского назначения.

В амбулаторных условиях сегодня взаимодействуют два субъекта: пациент (Потребитель) и врач (Поставщик). При этом пациенту отводится относительно пассивная роль: вовремя обратиться к врачу и выполнять все его инструкции. Весь процесс принятия решений и выбора инструментария для лечения лежит на врачах (пациент только может поменять врача). Даже документооборот от пациента отчуждён. С другой стороны, в регламенте работы врача первичного звена не предусмотрено проактивное управление здоровьем каждого пациента; для этого нет ни мотивации, ни методологии, ни организационной инфраструктуры. В критериях



эффективности работы участкового врача нет показателей здоровья или функционального состояния прикрепленного контингента. Как максимум, участковый врач может назначить пациенту с хроническим заболеванием плановый повторный приём или посетить его на дому.

Таким образом, в современной системе первичной медицинской помощи не хватает субъекта, имеющего полномочия и квалификацию, необходимые для управления здоровьем. В качестве такого субъекта может выступать отдельная организация, государственная или частная, для которой вполне адекватным названием будет «Управляющая компания» (УК). Сегодня функции УК отчасти выполняют муниципальные департаменты здравоохранения в части выполнения порядков и стандартов оказания медицинской помощи, но не более.

Инструментом для объединения субъектов управления здоровьем в экосистему может служить информационная система, объединяющая посредством цифровой инфраструктуры медицинские информационные системы (МИС) медицинских организаций всех форм собственности, частно-практикующих врачей и поставщиков товаров медицинского назначения, например, информационные системы розничных аптек.

Принципиально новым элементом в цифровой экосистеме управления здоровьем должна стать МИС пациента, функционал которой должна предоставлять каждому желающему гражданину цифровая экосистема в лице Управляющей компании. То есть «МИС пациента» должна быть сервисом экосистемы.

МИС пациента – это личный кабинет пациента с медицинским архивом своих медицинских данных и интегрированными функциями формирования запроса в Цифровую экосистему УК..

Для адекватного управления процессами контроля здоровья экосистема должна, в лице УК, предлагать ряд специализированных сервисов всем участникам экосистемы:

1) сервисы для взаимодействия всех участников экосистемы на всех этапах жизненного цикла со всеми структурными элементами цифровой экосистемы;

2) сервисы цифровой трансформации субъектов (медицинских организаций), не обладающих собственными МИС, через аренду или продажу сервисов, или продуктов цифровой экосистемы;

3) максимально широкий спектр сервисов, отражающий всё многообразие потребностей для

конечных пользователей (пациентов), включая, но не ограничиваясь:

- электронный архив биомедицинских данных пациентов;
- систему поддержки принятия решений (СППР);
- маршрутизацию (направление в различные МО с учётом потребностей пациента);
- информационную поддержку изменений в жизнедеятельности (образе жизни) пользователя для эффективной профилактики заболеваний.

Например, пользователь должен иметь возможность оценить эффективность лечения с помощью инструментов, например, основанных на Международной классификации функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья (МКФ) [2], сравнить предоставляемую ему помощь со стандартами и лучшими практиками, сформировать корзину материально-технического обеспечения (МТО) процесса лечения или реабилитации, в которую могут входить лекарства, лечебное питание, расходные материалы, оборудование, а также доставка МТО конечному потребителю.

В частности, за счёт наличия в МИС пациента (в его личном кабинете – ЛК) пациент-центричных опросников функциональных нарушений и факторов образа жизни, возможности загрузки в МИС биомедицинских данных с носимых устройств и других мобильных технологий, появляется возможность оценивать состояние здоровья на донологическом этапе и проводить без участия врача сортировку по потребности пациента в углублённом обследовании и врачебной помощи. На основании первичной сортировки можно маршрутизировать пользователя для проведения профилактики (в первую очередь, изменения образа жизни) или углублённой диагностики и лечения (по необходимости).

МИС пациента также обеспечивает автоматизированный (а потому малозатратный) донологический мониторинг состояния здоровья, раннее выявление функциональных нарушений и своевременное обращение к врачу.

Организационная модель

Организационная модель цифровой экосистемы управления здоровьем является одной из ее важнейших особенностей и строится по образцу стационарной модели организации медицинской помощи. **Что из себя представляет стационарная модель организации медицинской**



помощи и чем она отличается от «амбулаторной»?

Попадая в стационар, пациент проходит через приёмное отделение, в котором происходит оценка состояния, сортировка по потребности в помощи и маршрутизация. Далее, в лечебном отделении, лечащий врач формирует и осуществляет план лечения, к лечению могут привлекаться дополнительные специалисты, под план формируется пакет материально-технического обеспечения. По завершении программы лечения происходит оценка ее эффективности и формулируются рекомендации для следующего этапа – амбулаторного или реабилитации.

Таким образом, ключевые отличия стационарной модели таковы:

- 1) в начале цикла производится обязательная сортировка пациентов в зависимости от потребности в помощи;
- 2) осуществляется маршрутизация в подразделение, в котором могут оказать необходимую помощь;
- 3) целеполагание и выстраивание программы лечения в соответствии с целями;
- 4) планирование и контроль лечения и лечебно-охранительного режима (ЛОР), если речь идет о реабилитации, профилактике или пост-стационарном этапе;
- 5) плановая оценка (контроль) ЛОР и соответствия результата лечения поставленным целям;
- 6) составление рекомендаций на следующий этап работы.

В стационарной модели присутствует не только соответствующий документооборот (план материально-технического обеспечения, финансовые документы, выписной эпикриз и рекомендации, которые обеспечивают преемственность), но и явный управленческий цикл взаимодействия с обратной связью: история болезни это мини-CRM система (отражает все транзакции, включая информированное согласие пациента на медицинские манипуляции) (CRM система = система управления взаимодействием с клиентом, сокращение от англ. 'Client relations management system'). Благодаря тому, что стационарная модель адекватна фундаментальным принципам управления, она столь эффективна в достижении целей управления здоровьем.

Таким образом, за счёт общего инфо-коммуникационного пространства цифровая экосистема объединяет все организации, необходимые для эффективного управления здоровьем. При этом,

в каждой отдельной транзакции принимают участие три субъекта:

- 1) Потребитель (пациент).
- 2) Поставщик услуг / товаров (врач, медицинская организация).
- 3) Провайдер (Управляющая компания).

Важно иметь в виду, что Управляющая компания оказывает не медицинские услуги, а предоставляет информационные сервисы, обеспечивая инфраструктуру и организационную модель для эффективной медицинской помощи со стороны врачей и медицинских организаций.

С точки зрения системы управления, в каждой транзакции в обязательном порядке обеспечивается обратная связь в виде информации:

- о финансовых затратах;
- о результатах взаимодействия (лечения);
- о рекомендациях на следующий этап реабилитации, помощи или сопровождения.

Ярким примером эффективности предложенной модели реализации цифровой экосистемы может служить проведение медицинской реабилитации в домашних условиях.

Стационар-замещающие технологии в цифровой экосистеме управления здоровьем

Сегодня потребность пациентов в продолженной реабилитации на втором и третьем этапе медицинской реабилитации значительно превышает возможности системы здравоохранения (во всех странах, в т.ч. в России). После выписки из стационара пациенты оказываются предоставленными сами себе. Еще в полной мере не сформирована преемственность и маршрутизация медицинской реабилитации по этапам и уровням. Нет общего реестра организаций, предоставляющих этот вид помощи.

При этом долгосрочные результаты реабилитации определяются тем, что происходит с пациентом после окончания 1 этапа – после выписки из стационара.

Цифровая экосистема призвана обеспечить подходы к реабилитации, основанные на биопсихосоциальной модели здоровья и организации здравоохранения [3], на пациент-центричных инструментах и адекватной роли пациента, и его окружения в реабилитационном процессе.

Примерный цикл взаимодействия с пациентом в модели стационара на дому описан в *таблице 1*.



Таблица 1

Этап процесса (функция)	Ответственный элемент штатной структуры	Примечание
ЭТАП ПЕРВИЧНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ПАЦИЕНТОМ (Приёмное отделение)		
Пациент или его представитель заполняет заявку на услуги домашнего стационара – с помощью онлайн-сервиса, мобильного приложения или звонка в Управляющую компанию	Цифровая платформа / администратор приёмного отделения	Заявка может заполняться ещё до выписки из стационара; в этом случае возможна целенаправленная подготовка к следующему этапу реабилитации – для повышения реабилитационного потенциала
Приём заявки, проверка полноты заявки, регистрация пациента в реестре пациентов МИС	Администратор приёмного отделения	
Созвон, запрос и получение дополнительных документов, подгрузка их в МИС УК и пациента; возможно заполнение опросников функционального состояния и факторов образа жизни в ЛК пациента	То же	Например, выписной эпикриз + рекомендации лечащего врача; загрузка документов через ЛК пациента или администратор получает их по электронной почте и загружает в МИС
Анализ состояния пациента на основании присланных документов, показаний и противопоказаний к оказанию услуг	Дежурный врач приёмного отделения (в этой роли может выступать и врач предыдущего этапа)	На этом шаге нет нужды в постановке диагноза – важно адекватно оценить состояние и готовность с предстоящему этапу оказания помощи
Предварительная сортировка на основе документов	Зав. приёмным отделением	
Предварительное решение о вариантах маршрутизации: к другому поставщику или в свой стационар на дому;	Зав. приёмным отделением	Выбор на основе потребностей пациента, пожеланий и возможностей заказчика
необходим контакт с заказчиком и выяснение всех обстоятельств (срочность, финансовые возможности, условия проживания, готовность родственников, потребность в патронаже и т.п.)	Администратор/ Медсестра приёмного отделения	Возможно, с помощью уточняющей анкеты через ЛК пациента или по телефону Важна максимальная оперативность этого шага.
Заключение договора с Заказчиком, предоплата; Передача заявки (вместе с документами и информацией о пациенте) в своё Стационарное отделение	Администратор/ Медсестра приёмного отделения	На этом этапе функции Приёмного отделения исчерпаны; далее необходимы планирование и контроль лечебно-охранительного режима (ЛОР), за которые в данной модели отвечает Стационарное отделение
2. ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ УСЛУГ в Стационарном отделении (функция: планирование и контроль лечебно-охранительного режима)		
В стационарном отделении происходит планирование и контроль ЛОР в условиях (1) собственного домашнего стационара или (2) в условиях аутсорсинга – другого Поставщика услуг (МО)	Зав. отделением	Назначает (1) лечащего врача (если заявка будет выполняться в своём стационаре на дому) или (2) куратора (если заявка будет выполняться на аутсорсинге). Ответственность за организацию ЛОР лежит на зав. отделением
В случае аутсорсинга (передача заявки внешнему Поставщику): Проверить наличие Агентского договора / Договора предоставления услуг с Поставщиком, передача заявки внешнему Поставщику по телефону / эл. почте и другим способом; пациент / Заказчик уведомляется о том, что его заявка передана Поставщику; в случае, если Поставщик не подтвердил возможность госпитализации, Заказчик уведомляется о том, что ему будет подобран другой Поставщик при необходимости – организация услуг перевозки	Куратор, назначенный зав. отделением (медсестра стационарного отделения)	Фиксируется факт передачи данных Поставщику; фиксируются данные Поставщика, дата и время передачи заявки, контактное лицо; планируется созвон для контроля 1) принятия заявки Поставщиком; 2) рассмотрения документов на предмет противопоказаний к госпитализации; 3) созвона Поставщика с Заказчиком и 4) факта госпитализации (начала предоставления услуг) Если факт госпитализации не состоялся, то фиксируются причины и при необходимости подбирается другой Поставщик
Отслеживание хода предоставления услуг у внешнего Поставщика; Плановый контроль поступления информации о результатах и рекомендациях после курса реабилитации → следующий этап	Медсестра стационарного отделения	По факту госпитализации: фиксация предварительных сроков выписки, планирование и осуществление созвона для контроля фактической выписки и предоставления пакета документов (данные об оплате, эпикриз, рекомендации); перечисление агентского вознаграждения по факту оплаты;



Этап процесса (функция)	Ответственный элемент штатной структуры	Примечание
		– в МИС отражаются: сумма денег, потраченных на лечение, результаты лечения (эпикриз) и рекомендации для следующего этапа; информация, полученная от внешнего Поставщика, передаётся в Приёмное отделение для сортировки пациента на следующий этап
Вариант 2 (выполнение заявки своими силами):		
Организация лечебно-охранительного режима в домашних условиях с учётом нарушений функционирования (МКФ), факторов образа жизни, реабилитационного потенциала, первоочередных потребностей и возможностей – с привлечением мультидисциплинарной бригады, специалистов по патронажу.	Лечащий врач	В тесном взаимодействии с родственниками; предусмотрено обучение родственников созданию необходимого режима и среды, доступным алгоритмам ухода и реабилитации.
Формирование корзины материально-технического обеспечения (МТО) с учётом стандарта, потребностей пациента и возможностей заказчика	Лечащий врач	
План и ЛОР загружаются в ЛК пациента	Медсестра отделения	Дневник реабилитации заполняется со стороны специалистов и пациента (родственниками)
Направление корзины МТО к поставщикам товаров; контроль оплаты и доставки	Медсестра отделения	Трансакции регистрируются в ЛК пациента и УК Перечисление агентского вознаграждения
Реализация плана реабилитации и ЛОР, с постоянным контролем комплаентности (заполнение дневника реабилитации в ЛК пациента) и плановым этапным контролем эффективности	Назначенные сотрудники стационара (инструктор ЛФК, эрготерапевт, логопед и т.п.) под контролем лечащего врача	Примерная нагрузка: 1 врач на 5–7 пациентов (при необходимости плановых визитов 1–2 раза в неделю)
Плановый контроль: заполнения дневника в ЛК пациента; оплаты по договору; наличия материально-технического обеспечения;	Администратор отделения	
Плановый контроль комплаентности и эффективности лечебной программы	Лечащий врач	В ходе плановых визитов (1 раз в неделю); возможность оперативной связи врача с пациентом/родственниками в режиме телеконференции
По необходимости (например, невозможности достичь поставленных целей) к процессу лечения подключается специалист из числа Главных специалистов	Лечащий врач, зав. отделением (по согласованию с Заказчиком на предмет доп. финансирования)	Гл. специалисту передаются данные пациента и промежуточные результаты лечения для получения рекомендаций с целью коррекции плана лечения пациента
По завершении плана лечения (2–3–6 мес): повторная комиссия, оценка результатов каждым специалистом, формирование рекомендаций на следующий этап	Зав. отделением, Лечащий врач с комиссией	В режиме телеконференции с участием пациента, родственников
Подготовка к выписке: – анализ результатов; – подготовка выписных документов (выписной эпикриз); – подготовка рекомендаций на постгоспитальный этап (для следующего этапа медицинской помощи)	Лечащий врач; зав. отделением	
Передача документов в приёмное отделение	Лечащий врач, зав. отделением	
Закрытие договора и полный расчёт	Администратор приёмного отделения	
Передача на следующий этап наблюдения (выписка, рекомендации, финансовые документы)	Администратор приёмного отделения	Информация синхронизируется с МИС пациента



Минимальная организационно-штатная структура организации, работающей по принципу мобильных бригад, включает:

1) Приёмное отделение: администратор, заведующий, дежурные врачи – участники цифровой экосистемы. Обеспечивает приём, сортировку и маршрутизацию пациента.

2) Кочное отделение: заведующий, лечащий врач, патронажная медсестра – участники цифровой экосистемы. Обеспечивает планирование и контроль лечебно-охранительного режима.

Как видно из *таблицы*, при взаимодействии с пациентом активно используются телемедицинские технологии. Благодаря правильной организационной модели появляется возможность преодолеть две важные нормативно-правовые проблемы:

1) Хранение личной информации о пациенте по ФЗ 152 [4].

2) Ограничения на постановку диагноза и назначение лечения без личного контакта врача с пациентом.

Информация о пациенте может храниться в МИС Управляющей компании в обезличенной форме – не содержать личных данных пациента; она идентифицирована только уникальным номером. Ключ к идентификации записей в МИС УК хранится у пациента, и он может открывать доступ к этим данным другим медицинским организациям.

К телемедицинскому взаимодействию с пациентом в ходе реабилитации на дому фактически привлекаются специалисты с предыдущего этапа медицинской реабилитации в стационаре – в частности, лечащий врач. Это происходит благодаря тому, что по окончании предыдущего этапа формируются рекомендации на следующий этап – они, по сути, становятся планом лечения. Это обеспечивает и преемственность между этапами, и даёт возможность первичной оценки состояния пациента в удалённом режиме.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В современных условиях сложившаяся модель работы системы здравоохранения не обеспечивает эффективной борьбы с эпидемией хронических неинфекционных заболеваний – как в России, так и за рубежом. В значительной мере эта проблема была решена в модели советского здравоохранения и решается в рамках ведомственной системы здравоохранения. Эффективность такой работы

обусловлена профилактической направленностью и планомерностью.

В данной статье мы дали общий обзор концептуального решения, с помощью которого можно воспроизвести и масштабировать положительный опыт как советского здравоохранения, так и ведомственной системы медицинской помощи. Это решение обозначено как «Цифровая экосистема управления здоровьем». Экосистема представляет собой объединение (как цифровая площадка – и процесс, и его результат) пользователей (потребителей), поставщиков медицинских услуг и товаров медицинского назначения, а также провайдера (Управляющей компании – УК) с помощью платформы Цифровой экосистемы Интернет [5].

Её три ключевые черты состоят в следующем:

1) В круг субъектов управления здоровьем вводятся помимо пациента (потребителя) и поставщика услуг (врача, медицинской организации) сторона, управляющая процессом и контролирующая результат в долгосрочной перспективе с привлечением многих участников – она обозначена как «Управляющая компания».

2) Для максимального вовлечения в управление здоровьем самого пациента создание полноценной системы управления предложено ввести в информационный контур в дополнение к МИС медицинских организаций две дополнительные информационные системы (ИС): ИС Управляющей компании и МИС пациента. Функция ИС УК состоит в управлении всей Экосистемой и синхронизации информации, попадающей в систему по любому каналу.

3) Для оказания помощи в рамках экосистемы будет использована организационная модель по образцу стационарной. Её инфраструктурной основой будет УК, реализующая функции (1) Приёма, анализа заявки от пациента, его первичной сортировки и маршрутизации («Приёмное отделение») и (2) Планирования и контроля лечебно-охранительного режима («Стационарное отделение»).

В статье дан обзор одного из возможных алгоритмов работы на примере организации медицинской и парамедицинской помощи (реабилитации) в условиях на дому.

В последующих статьях авторского коллектива планируется более подробно раскрыть другие аспекты работы «Цифровой экосистемы управления здоровьем» на базе цифровой платформы Интернет.



ЛИТЕРАТУРА



1. "Ten years in public health 2007–2017". Report by Dr Margaret Chan, Director-General, World Health Organization (<https://www.who.int/publications/10-year-review/ncd/en/>).
2. Шмонин А.А., Мальцева М.Н., Никифоров В.В., Мельникова Е.В., Иванова Г.Е., Дорофеев В.И. Предварительные результаты реализации пилотного проекта «Развитие системы медицинской реабилитации в Российской Федерации» в СПбГУЗ «Городская больница № 26». Использование программы «ICF-reader» и международной классификации функционирования. Ученые записки Санкт-Петербургского государственного медицинского университета имени академика И.П. Павлова. 2016; 23(4): 54–60. <https://doi.org/10.24884/1607-4181-2016-23-4-54-60>.
3. Закроева А.Г., Лесняк О.М. Биопсихосоциальный подход к ведению пациентов с основными хроническими неинфекционными заболеваниями в первичном звене здравоохранения. Лечащий врач. 2014; (10): 42–6).
4. Федеральный закон РФ от 27 июля 2006 года № 152-ФЗ «О персональных данных».
5. Бельшев Д.В., Гулиев Я.И., Михеев А.Е. Цифровая экосистема медицинской помощи. Врач и информационные технологии. – 2018. – № 5. – С. 4–17.

Новости отрасли

ВЛАДИМИР ПУТИН ПОРУЧИЛ ПЕРЕЙТИ НА ЭЛЕКТРОННЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ КАРТЫ

Президент РФ Владимир Путин подписал перечень поручений по итогам президиума Госсовета в Светлогорске, посвященного развитию первичного медицинского звена. В них, в том числе, содержится ряд поручений по информатизации здравоохранения:

- обеспечить совершенствование порядка организации документооборота в сфере охраны здоровья, в том числе при ведении медицинской документации в форме электронных документов, предусмотрев при этом снижение нагрузки на медицинские организации, связанной с заполнением медицинской документации и отчётности;
- принять меры по предоставлению субъектами Российской Федерации медицинским организациям частной формы собственности доступа к единой государственной информационной системе в сфере здравоохранения и государственным информационным системам в сфере здравоохранения субъектов Российской Федерации, на территориях которых они функционируют, предусмотрев обязанность таких медицинских организаций вносить в названные системы сведения об оказанной гражданам медицинской помощи;
- представить предложения о передаче специалистам, имеющим среднее медицинское образование, отдельных функций врача, а также о привлечении граждан, имеющих соответствующее образование и навыки, к исполнению отдельных обязанностей медицинских работников, в том числе по ведению медицинской документации и государственных информационных систем в сфере здравоохранения;
- обеспечить поэтапный переход на ведение медицинской документации в форме электронных документов, предусматривающий отказ от ведения указанной документации на бумажном носителе, при условии готовности медицинских организаций и надлежащей защищённости информационных систем в сфере здравоохранения.

Срок – 15 апреля 2020 г.

Источник: <http://kremlin.ru/acts/assignments/orders/62316>



С.И. КОМАРОВ,

кандидат технических наук, с.н.с. Исследовательского центра медицинской информатики
Института программных систем им. А.К. Айламазяна РАН, Россия, e-mail: ksi@interin.ru

**МЕХАНИЗМ МНОГОКОМПОНЕНТНОСТИ МИС:
ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ**

УДК 61:007 (Медицинская кибернетика)

Комаров С.И. Механизм многокомпонентности МИС: области применения (Институт программных систем им. А.К. Айламазяна РАН, Россия)

Аннотация. Статья посвящена анализу условий и вариантов применения механизма многокомпонентности в медицинских информационных системах. Статья будет полезна как архитекторам и разработчикам МИС, так и пользователям современных МИС.

Ключевые слова: медицинская информационная система, механизм многокомпонентности, область видимости.

UDC 61:007 (Medical Cybernetics)

Komarov S.I. HIS multicomponent mechanism: areas of application (Ailamazyan Program Systems Institute of RAS, Russia)

Abstract. The Article is devoted to discuss the conditions and variants of using the multicomponent mechanism in HIS.

Keywords: hospital information system, multicomponent mechanism, area of visibility.

Введение

При проектировании медицинских информационных систем (МИС) особое внимание уделяется общесистемным механизмам, определяющим «лицо» и выразительные способности системы, таким как интерфейсное решение типа Рабочий стол, механизмы разграничения доступа к информации, интеграционная подсистема, и т.п. Они обеспечивают функционирование различных модулей и подсистем МИС с использованием унифицированного набора базовых процедур и функций в рамках единой интерфейсной парадигмы и единого информационного пространства интегрированной информационной системы.

Системный механизм низкого уровня поддержки многокомпонентности [1, 2] обеспечивает доступ к данным всех подсистем, разметку данных и сущностей информационной системы, а также предоставляет возможность динамического управления доступом пользователей к данным доступной области видимости.

В данной статье предлагаются результаты анализа областей применимости такого механизма при использовании МИС в медицинских организациях (МО).

Когда может быть полезен механизм многокомпонентности?

Очевидно, существуют ситуации, в которых нет явных предпосылок для использования системного механизма многокомпонентности.

© С.И. Комаров, 2019 г.

Например, при информатизации небольшой МО простой структуры, без особенных требований к интеграции с внешними системами и к формированию единого информационного пространства с другими МО, либо для крупной МО при отсутствии в организационной структуре мультипликативных структур [5] и тех же условий, а также при информатизации с использованием различных МИС нескольких не связанных друг с другом МО и т.д.

Анализируя наш опыт и примеры информатизации различных типов МО, мы пришли к выводу, что многокомпонентность и возможное использование соответствующего механизма нужно иметь в виду, в том числе, в следующих ситуациях:

1. При использовании одного экземпляра МИС для информатизации нескольких МО.
2. При использовании одного экземпляра МИС для информатизации МО сложной структуры с мультипликативными компонентами.
3. При наличии однотипных бизнес-процессов в однотипных компонентах (особенно, если они оказывают влияние друг на друга в смысле информационных потоков).
4. При совмещении пользователями МИС различных должностей, принадлежащих организационным структурам в разных компонентах.
5. При функционировании сквозного бизнес-процесса в рамках разных однотипных компонент.



С архитектурной точки зрения интересно рассмотреть случаи информатизации одной или нескольких МО.

Для одной МО, как правило, применяется одна МИС. В случае МО со сложной структурой различные МИС могут встречаться в удаленных территориально филиалах/подразделениях, и при этом преобладает тенденция их замещения одной, основной системой – особенно если информационные потоки, связывающие этот удаленный филиал, являются значимыми.

В работе [6] мы исследовали архитектурные решения и варианты применения механизма многокомпонентности для случаев крупной МО с мультипликативными компонентами в организационной структуре с филиалами.

При информатизации нескольких МО ситуация в общем случае более вариативна. Архитектурное решение, в зависимости от постановки задачи и возможностей МИС, может лежать как в плоскости одного из вариантов ниже, так и быть комбинированным:

- единая система с общим хранилищем данных;
- разные экземпляры одной системы с разными хранилищами данных;
- разные системы с различными хранилищами данных.

Случай использования единой системы с общим хранилищем нами рассматривался в [3], было представлено применение механизма многокомпонентности как на этапе самостоятельного функционирования двух МО (как отдельных юридических лиц), так и при последовавшем затем объединении их в одно юридическое лицо.

При использовании разных МИС (либо экземпляров одной МИС) с разными хранилищами данных в общем случае задействования механизмов многокомпонентности может не требоваться. Такая потребность может возникнуть в случае активного, включая информационное, взаимодействия «дружественных» (активно сотрудничающих друг с другом) МО [3], использующих дополняющие мощности друг друга для повышения собственной конкурентоспособности на рынке медицинских услуг.

Области применения при взаимодействии с внешними МО

Рассмотрим далее возникающие задачи и варианты конфигураций справочников МИС МО, задействуемых при информационном взаимодействии разных МО с использованием механизмов многокомпонентности, на примере учета услуг.

Решение задач управленческого учета может потребовать детальной информации об услугах, выполняемых в сторонних МО [7]. Для точного сопоставления исполнителей в подсистеме назначений МИС, возможно хранение и поддержка актуального состояния следующих внешних данных в справочниках МИС:

Организационно-штатная структура МО

– фрагмента организационной структуры сторонней МО, содержащего список исполняющих подразделений для набора заказываемых у сторонней МО услуг;

– связанного с указанным выше фрагментом организационной структуры фрагмента штатного расписания сторонней МО, содержащего необходимую информацию о должностях исполнителей внешних услуг;

– фрагмента штатного заполнения, содержащего информацию о конкретных исполнителях внешних услуг с их должностями и подразделениями.

Справочник услуг

– фрагмента справочника услуг, содержащего необходимую детализацию параметров оказываемых внешних услуг.

Расписание работы

– фрагмента расписания работы врачей и подразделений/кабинетов МО, оказывающей внешние услуги.

Необходимо оговориться, что при отсутствии потребностей в детальном анализе такой формализации данных о сторонней МО может не потребоваться, и механизмы многокомпонентности могут не задействоваться.

Возможен также вариант удаленного доступа к данным справочников через интеграционную компоненту с МИС сторонних МО, с учетом ограничений на соответствие структур данных этих справочников.

Рассмотрим далее примеры некоторых типов назначений для внешних услуг и применение механизма многокомпонентности с учетом разметки справочников соответствующими областями видимости.

Назначение консультации.

Параметры назначения консультации могут включать как обобщенные данные – например, консультация хирурга, так и в разной степени конкретизированные – например, консультация врача-уролога, к.м.н., заведующего отделением Иванова А.А., с конкретными датой и временем консультации. В последнем случае, наличие фрагмента



штатного заполнения сторонней МО с конкретной информацией о данном исполнителе позволит производить в АРМ специалиста формальный отбор с нужной степенью детализации в процессе назначения внешней консультации средствами МИС.

Использование меток «Область видимости», «Компонента», «Учреждение» дает возможность оперировать динамически изменяющимися множествами данных при выборе параметров назначения – либо расширять на данные внешних МО, либо ограничивать только данными «собственной» МО пользователя, в зависимости от выбранной области видимости.

Возможно также использование ограничений уровня workflow для автоматизированного изменения области видимости. Так, если некоторый тип назначений доступен только пользователям определенного уровня – например, заведующим отделением, возможно комбинированное использование механизма прав пользователей с механизмом многокомпонентности, предоставляющее пользователю (заданного уровня) возможность выбора соответствующих дополнительных подмножеств в параметрах назначений.

При использовании интеграции с сервисом ведения расписания ресурсов и бронирования талонов внешней МО механизм многокомпонентности может предоставлять возможность расширять область видимости на данные соответствующего расписания и действия по бронированию талонов. При отсутствии интеграции возможности сужаются до предоставления видимости поддерживаемого в справочниках направляющей МО объема данных и формирования назначения с последующей его диспетчеризацией.

Назначение исследования инструментальной диагностики

Параметры назначения исследований инструментальной диагностики могут включать тип исследования, вид исследования, область исследования, используемый прибор, исполняющее подразделение, исполнителя, дату и время исследования и т.д.

Интересными с точки зрения использования механизма многокомпонентности являются данные об исполняющем подразделении, исполнителе, дате и времени исследования.

Аналогично назначениям консультаций, параметры назначения исследований инструментальной диагностики могут быть конкретизированы с разной степенью детализации. При наличии в области видимости для АРМ назначающего врача данных

о конкретных подразделениях и исполнителях, а также возможных временных слотах проведения исследования, механизм многокомпонентности предоставит возможность уточнить и зафиксировать эти параметры назначения, либо диспетчеризировать в дальнейшем, ограничившись сначала заполнением минимально необходимого набора параметров.

Назначение исследования лабораторной диагностики

Параметры назначения исследований лабораторной диагностики могут включать тип исследования, вид исследования, параметры биоматериала, используемый прибор, исполняющее подразделение, дату исследования и т.д.

Расширение области видимости на данные о параметрах внешнего исполнителя так же, как и в предыдущих примерах, позволит пользователю конкретизировать эти параметры с использованием механизма многокомпонентности либо напрямую в своем АРМ, либо задействуя процедуры диспетчеризации.

Бизнес-процессы МО: использование многокомпонентности

Вернемся к задачам внутри МО. Хорошо известно, что различные службы МО являются элементами единого организма, от безошибочной и слаженной работы которых зависит успешное функционирование организации в целом. Основной бизнес-процесс МО – лечебно-диагностический – напрямую связан с бизнес-процессами обслуживающего и вспомогательного контура подразделений МО. При информатизации очень важно учитывать, с одной стороны, разделение на основной и остальные бизнес-процессы, а с другой стороны, их неразрывную взаимосвязь в процессе создания ценности – оказания качественных медицинских услуг [4].

Рассмотрим примеры бизнес-процессов МО (относящихся как к основному, так и к обслуживающему и вспомогательному контурам), при информатизации которых возможно использование механизма многокомпонентности:

- создание медицинской карты пациента;
- осмотр пациента;
- лечебно-диагностические назначения;
- сбор и анализ медицинской статистики;
- информационная поддержка экономики лечения;
- информационная поддержка материального снабжения.



Создание медицинской карты пациента

При создании медицинской карты пациента важным параметром является «точка входа» – подразделение МО, осуществляющее действия по регистрации и оформлению первичной медицинской документации.

Для стационаров это приемные отделения. Их может быть несколько при наличии в структуре МО нескольких однотипных компонент [3].

Встречаются также варианты поступления пациентов через подразделения интенсивной терапии (минуя приемное отделение) – в таких случаях задача оформления первичной медицинской документации может быть возложена на сотрудников подразделения интенсивной терапии.

При этом одна из основных задач учетного контура – движение пациента по отделениям – должна решаться четко и однозначно в силу существенного влияния практически на все бизнес-процессы: лечебно-диагностических назначений, медицинской статистики, учета услуг, диетслужбы, медицинского снабжения и т.д. Планирование поступления пациента, госпитализация и нахождение на койке отделения, переводы, планирование выписки и выписка должны оперировать данными того компонента, который связан с «точкой входа». Так, в случае наличия в оргструктуре МО взрослого и детского стационара в область видимости для диспетчера приемного отделения взрослого стационара входят отделения с коечным фондом взрослого стационара, приемное отделение детского стационара видит отделения с коечным фондом детского стационара. Аналогично врачи отделения при переводе пациента оперируют списком отделений своего компонента – взрослого или детского. Поставые медсестры при назначении палаты и койки видят коечный фонд своего компонента.

Для амбулаторно-поликлинических учреждений «точками входа» являются регистратуры. Их, так же как и в случае с приемными отделениями стационаров, может быть несколько.

Данные из расписания работы ресурсов МО, свободных и занятых талонов на прием должны лежать в области видимости той регистратуры, которая относится к тому же компоненту МО. При совмещении работы ресурса в разных компонентах возможно динамическое расширение области видимости данного ресурса для этих компонентов.

Кроме того, в структуре амбулаторно-поликлинических учреждений может быть несколько дневных стационаров, как имеющих в своем составе

выделенное подразделение типа приемного отделения, так и без него.

Для дневных стационаров движение пациентов, так же как было описано выше для стационаров круглосуточного пребывания, должно производиться и отслеживаться в строгом соответствии с принадлежностью подразделений дневного стационара к соответствующему компоненту МО.

Осмотр (прием) пациента

Процесс осмотра (приема) пациента включает в себя различные задачи, в число которых входят потенциально использующие механизм многокомпонентности, такие как:

- идентификация пациента;
- формирование/исполнение назначений.

При идентификации пациента область видимости множества пациентов может варьироваться в зависимости от конкретной реализации медицинских технологических процессов, принятой в данной МО. Например, по возрастному принципу – взрослые пациенты могут быть осмотрены врачами-терапевтами, а дети – соответственно, педиатрами. И в то же время, например, врачи-диагносты КТ могут обслуживать как взрослых, так и детей, поэтому при идентификации пациента они должны иметь доступ как к взрослому, так и к детскому контингенту.

Лечебно-диагностические назначения

Некоторая часть типов лечебно-диагностических назначений (консультации, диагностические и лабораторные исследования) была рассмотрена в данной статье выше на примере работы с внешними исполнителями.

В полной мере описанные методы работы с областями видимости в условиях многокомпонентности относятся и к другим типам медицинских назначений: медикаментозным, процедурным, оперативным пособиям, лечебной диете, обеспечивая динамическое расширение области доступных данных на другие компоненты МО.

Сбор и анализ медицинской статистики

Инструментарий МИС при сборе и анализе информации для медицинской статистики должен предоставлять широкий спектр возможностей отбора и фильтрации данных. При использовании механизма многокомпонентности, в общем случае, области видимости могут быть сконфигурированы такими способами:

- в жесткой привязке к структурной компоненте;
- по всем компонентам одновременно;
- с конфигурированием требуемого набора компонент;



- с конфигурированием структурного подмножества компоненты;
- с комбинированием различных областей видимости.

Это необходимо при построении отчетности в соответствии с требованиями регламентированных отчетных форм, а также при формировании отчетов по требованию – часто бывает необходимо собрать отчет по каждому компоненту в отдельности и по всей МО в целом – динамически меняя область видимости.

Кроме того, бывает необходимо получить отчет в регламентированной форме, но с использованием другого, отличного от регламентированного, массива данных – например, комбинации наборов разных компонентов.

Экономика лечения

Задачи поддержки процессов управления экономикой лечения включают:

- финансовое планирование и контроль исполнения планов;
- ведение справочников экономической подсистемы МИС, включая справочник услуг, контрагентов, прейскуранты, договоры с юридическими и физическими лицами на оказание медицинских услуг, медицинские программы, параметры моделей формирования себестоимости и расчета стоимости оказываемых услуг, и т.д.;
- учет оказанных услуг;
- учет затраченных медикаментов и материалов;
- выставление счетов и учет платежей;
- анализ и контроль объемов и соответствия стандартам, медицинским программам и договорам в процессе и по результатам оказания услуг пациентам.

Решение каждой из этих задач может опираться на механизм многокомпонентности, обеспечивающий соответствие области видимости данных той компоненте/набору компонент, которые являются фокусом при решении конкретной задачи.

Материальное снабжение

Задачи материального обеспечения лечебно-диагностического процесса включают:

- планирование и формирование заявок/сводных заявок на закупку товарно-материальных ценностей (ТМЦ) медицинского назначения;
- регистрацию и контроль исполнения (по номенклатуре, количеству, ценам) контрактов на закупку ТМЦ;

- учет и анализ движения ТМЦ в центрах материального учета МО;
- ведение нормативов расхода ТМЦ в связке с оказываемыми услугами;
- персонафицированный учет расхода ТМЦ в соответствии с лечебно-диагностическими назначениями.

Основной бизнес-процесс МО – лечебно-диагностический – существенно зависит от эффективности и качества решения задач снабжения МО ТМЦ, необходимыми для его успешного функционирования. Обеспечивая поддержку полноты диагностической базы (реактивы и материалы для исследований лабораторной диагностики, материалы для инструментальной диагностики), своевременности выполнения лечебных назначений (назначенные врачом медикаментозное лечение и диета, медикаменты и расходные материалы операций и лечебных процедур), материальное обеспечение напрямую влияет на сроки и качество оказания медицинской помощи пациенту. Необходимо отметить также комплексирование задач снабжения с учетными задачами экономики лечения в части ограничений, связанных с различными видами оплаты медицинской помощи, условиями медицинских программ и договоров на обслуживание, параметрами финансирования МО.

Области видимости данных при решении задач материального обеспечения могут конфигурироваться с учетом ограничений по множествам пациентов, элементам организационной структуры, видам оплаты и т.д.

Заключение

Как показывает анализ, областями применения механизма многокомпонентности могут быть практически все основные бизнес-процессы МО, включая лечебно-диагностический, а также обслуживающие и вспомогательные.

Наиболее естественными условиями применения механизма многокомпонентности являются наличие мультипликативных структур в организационной структуре информатизируемой МО, а также информатизация группы МО одним экземпляром МИС, либо разными экземплярами при интенсивном информационном взаимодействии (с решением задач управленческого учета) МО друг с другом.



ЛИТЕРАТУРА



1. Назаренко Г.И., Замиро Т.Н., Михеев А.Е., Гулиев Я.И., Хаткевич М.И. Проблемы создания медицинских информационных систем. Поддержка мультипликативных структур ЛПУ в МИС // Врач и информационные технологии. – 2007. – № 4. – С. 48–50.
2. Алимов Д.В. Поддержка многокомпонентности в медицинских информационных системах // Программные продукты и системы. – 2009. – № 2. – С. 31–34.
3. Комаров С.И., Алимов Д.В. Особенности применения механизма многокомпонентности при информатизации крупных ЛПУ// Врач и информационные технологии. – 2014. – № 5. – С. 29–36.
4. Гулиев Я.И., Бельшев Д.В., Михеев А.Е. Моделирование бизнес-процессов медицинской организации: классификация процессов// Врач и информационные технологии. – 2015. – № 4. – С. 6–13.
5. Комаров С.И., Алимов Д.В. Мультипликативные структуры крупных ЛПУ// Врач и информационные технологии. – 2015. – № 4. – С. 23–32.
6. Комаров С.И., Алимов Д.В. Применение механизма многокомпонентности при информатизации крупного ЛПУ с филиалами. // Врач и информационные технологии. – 2016. – № 6. – С. 25–33.
7. Комаров С.И. Механизмы информационной поддержки процесса оказания услуг внешними исполнителями// Врач и информационные технологии. – 2018. – № 5. – С. 63–71.

Новости отрасли

РОСЗДРАВНАДЗОР СОВМЕСТНО С ОТРАСЛЕВЫМИ ЭКСПЕРТАМИ АКТИВНО РАБОТАЕТ НАД СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕМ НОРМАТИВНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОГРАММНЫХ МЕДИЦИНСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Рабочая группа Росздравнадзора по совершенствованию регулирования специального программного обеспечения как медицинского изделия продолжает работу с регуляторами по снижению нормативных барьеров, связанных с регулированием рынка медицинского программного обеспечения. На первом заседании рабочей группы, которая была создана на базе Росздравнадзора для выработки общих подходов к теме ПО как медицинского изделия, констатировалась необходимость внесения изменений в приложение № 2 приказа № 4н от 6 июня 2012 г. «Об утверждении номенклатурной классификации медицинских изделий». 12 ноября Министерство здравоохранения РФ разместило на федеральном портале проектов нормативных правовых актов regulation.gov.ru уведомление о начале работы над внесением изменений в этот приказ. Ожидаемым результатом является расширение (детализация) классификации программного обеспечения, являющегося медицинским изделием. Сейчас проект изменений проходит стадию общественного обсуждения, и все желающие могут направить свои предложения. Скорректировать документ планируется к февралю 2020 года.

«Это хорошая новость для всех разработчиков и производителей медицинских изделий. Появляются первые результаты работы профсообщества с Минздравом и Росздравнадзором в части снижения нормативных барьеров», – прокомментировал член наблюдательного совета Ассоциации «НБМЗ» Александр Гусев.

*Источник: ассоциация «Национальная база медицинских знаний»,
<http://nbmz.ru/2019/11/13/minzdrav-skorrektiruet-prikaz-o-medizdelijah-v-fevrale-2020-goda/>*



О.А. ФОХТ,

старший научный сотрудник Институт программных систем им. А.К. Айламазяна РАН, Россия,
e-mail: oaf@interin.ru

ПРИМЕНЕНИЕ КРІ ПРИ ИНФОРМАТИЗАЦИИ МЕДИЦИНСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

УДК 61:007 (Медицинская кибернетика)

Фохт О.А. Применение КРІ при информатизации медицинских организаций (Институт программных систем им. А.К. Айламазяна РАН, Россия)

Аннотация. Настоящая работа рассматривает подходы и проблемы применения ключевых показателей эффективности при информатизации медицинских организаций (контракты по проектам построения медицинской информационной системы в медицинской организации, по ее развитию или по сопровождению функционирования МИС), приводятся примеры реальных показателей, характеризующих успешность проекта, даются рекомендации по оценке проекта на основании достигнутых КРІ. Статья будет полезна специалистам медицинских организаций, занимающихся заключением договоров по указанным темам, а также руководителям проектов со стороны исполнителей таких работ.

Ключевые слова: медицинская информационная система, внедрение, сопровождение, показатели эффективности, целевые показатели, КРІ.

UDC 61:007 (Medical Cybernetics)

Vogt O.A. The KPI application for Healthcare Information System's project (Ailamazyan Program Systems Institute of RAS, Russia)

Abstract. The article describes approaches to using key performance indicators for healthcare institutions computerization and its problems (contracts for projects of healthcare information system (HIS) development for healthcare institutions, its advancing or HIS support). The article provides examples of real indicators defining project success, KPI-based project estimating recommendations given. The article will be useful for healthcare institutions specialists preparing such contracts and for such contractor project managers.

Keywords: hospital information system, health informatization, medical informatics, KPI.

1. Введение

По данным Википедии, КРІ (англ. Key Performance Indicators) – ключевые показатели эффективности, показатели деятельности подразделения (предприятия), которые помогают организации в достижении стратегических и тактических (операционных) целей [1]. При этом источник обращает внимание, что слово performance невозможно однозначно трактовать, хотя технически – это «производительность, КПД». Правильную формулировку можно найти в стандарте ISO 9000:2008. Он разделяет слово performance на два термина: результативность и эффективность, при этом результативность – это степень достижения запланированных результатов, а эффективность – соотношение между достигнутыми результатами и затраченными ресурсами. Слово performance объединяет в себе и результативность, и эффективность. Таким образом, правильным переводом термина КРІ будет «ключевой показатель результата деятельности», так как результат деятельности содержит в себе и степень достижения, и затраты на получение результата.

Об оправданности использовании КРІ при оценке результата проектов по информатизации здравоохранения можно спорить столь же долго, как и про целесообразность перехода от обычной системы экзаменов к ЕГЭ для оценки уровня образования школьников (это не является предметом рассмотрения настоящей статьи). Однако технологичность использования ключевых показателей результативности несомненна, а значит в век цифровизации здравоохранения КРІ в нем быть [2, 3].



С выявлением общего тренда на цифровизацию, системы оценки исчисляемых ключевых показателей начали появляться и в проектах по информатизации здравоохранения [4, 5, 6]. Но так как формирование адекватной системы показателей – задача весьма непростая, как правило КРІ разрабатываются для крупных проектов, ориентированных на государственные информационные системы или на информатизацию регионов/ведомств (ЕГИСЗ, ТФОМС, ЕМИАС и пр.). Информатизация же отдельных медицинских организаций (далее – МО) – поликлиник, больниц, санаториев, диагностических центров и пр., даже если это весьма крупные учреждения, имеет свою специфику. Разработанные для федеральных или региональных проектов КРІ для МО не подходят, т.к. для отдельной организации затраты на их достижение многократно перекрывают потенциальный ущерб от возможного недостижения.

В данной работе будут рассмотрены основные требования, которым должны отвечать показатели, используемые в проектах информатизации МО (контракты на выполнение проектов по построению медицинской информационной системы в медицинской организации, по ее развитию или по сопровождению ее функционирования), предложены подходы к их оценке, приведены примеры реальных КРІ, характеризующих успешность проекта. Цель настоящей статьи – предложить специалистам медицинских организаций, занимающимся заключением договоров по указанным темам, а также руководителям проектов со стороны исполнителей такую систему ключевых показателей, изначально ориентированную на их реалии, которую они смогли бы адаптировать для своего проекта минимальными усилиями, используя которую они могли бы адекватно оценить результаты своего проекта.

2. Методы

2.1. Принципы формирования системы КРІ

Имея в виду, что КРІ – «ключевой показатель результата деятельности», содержащий в себе и степень достижения, и затраты на получение результата, проанализируем требования к системе показателей, которые могут использоваться в проектах информатизации МО:

1) Полезность достижения заявленного результата.

Каждый показатель результативности должен представлять собой не просто некое числовое

значение, которого можно достигнуть (или не достигнуть) в ходе проекта (даже если это значение показывает положительную тенденцию), он должен служить индикатором реальной полезности проекта, отображать некую тенденцию или событие, которые делают результат проекта более значимым.

Так, например, сокращение времени формирования большого статистического отчета с 1 часа до 58 минут – безусловно положительная динамика, для какой-нибудь операции на конвейере такое сокращение времени на операцию вполне могло бы оказаться и чрезвычайно полезным, однако в практике использования МИС пользователи такого изменения просто не заметят, а значит использование данного параметра в составе системы ключевых показателей для оценки проекта бессмысленно.

То же самое можно отнести к сокращению времени реакции системы – показатель *«среднее время отклика для операций навигации по экраным формам должно составить не более 3 сек.»* не представляется нам пригодным ни для измерения, ни для оценки проекта, т.к. МИС по своей сути и предназначению должна обеспечить приемлемое время отклика при работе пользователя в интерактивном режиме, а составит оно 3 сек. или 3,198 сек. – это совершенно не важно.

В отдельных случаях показатель может служить индикатором важной тенденции, так, например, показатель *«процент количества заявок, затраченное на решение которых время превышает нормативное»* в проекте по сопровождению функционирования МИС говорит о том, что исполнитель спустя рукава относился к своим обязанностям, работа с ним была неудобна, результат был непредсказуем, что мешало нормальному функционированию медицинской организации – это важный показатель для оценки проекта. В то время как высчитывать количество минут, на которые были допущены задержки при обработке заявок разной важности – как правило, будет излишне трудоемким и бесполезным занятием.

2) Читаемость и наглядность.

Один и тот же показатель может быть записан в разных представлениях.

Мы рекомендуем стремиться максимально упростить запись применяемой оценки, сделать ее наглядной и понятной по сути, для этого удобнее использовать процентные выражения отношения рассматриваемого значения к общему. Пример: *«количество обученных работе в МИС сотрудников МО должно составлять не менее 80%».*



В то же время нередко встречаются ситуации, когда использованы громоздкие формулы с суммированием по элементам множества и многочисленными «если» и «пусть» там, где нет никакого смысла, кроме, разве что, повышения «наукообразности». Так, например, вышеприведенный показатель может быть записан следующим образом:

Пусть $P_{об}$ – показатель, характеризующий охват процессом обучения сотрудников МО.

K – количество отделений в медицинской организации.

N_i – количество сотрудников в i -ом отделении МО.

M_i – количество необученных работе в МИС сотрудников в i -ом отделении МО.

Тогда:

$$P_{об} = \frac{\sum_{i=1}^k (N_i - M_i)}{\sum_{i=1}^k N_i} * 100$$

При этом, если значение $P_{об}$ превышает 80, показатель, характеризующий охват процессом обучения сотрудников МО, считается достигнутым.

Такая запись, конечно, тоже имеет право на существование, но ее использование значительно менее удобно и призвано скорее запутать читателя, чем дать ему адекватное понимание критериев оценки проекта.

3) Вычислимость, легкость определения значения, достоверность.

Значение каждого показателя результативности должно быть таким, чтобы его можно было посчитать (для сравнения с другими значениями удобнее, если оно будет выражаться числом). Этот подсчет должен быть не особенно сложным, чтобы трудозатраты на оценку результатов проекта (задача важная, но побочная!) не превысили или не сравнились с трудозатратами на сам проект. И, наконец, каким-то образом должны быть обеспечены объективность и достоверность полученной численной оценки, чтобы ей можно было доверять.

Лучше всего данный принцип выполняется для показателей, значения которых вычисляются самой МИС по результатам ее использования персоналом МО. В работе, посвященной методологии внедрения МИС в МО [7], мы рекомендовали для контроля процесса в опорных точках использовать «Отчет о ходе внедрения», формируемый самой МИС. Такой отчет представляет собой своеобразный «датчик», сигнализируя о нарушениях или, напротив, сообщая об успешности проекта – это свойство позволяет применять подобный инструмент для оценки

проекта по любым показателям, которые можно вычислить, исходя из зафиксированных МИС данных (процентное отношение числа оформленных в МИС переводных эпикризов к числу переведенных между отделениями МО пациентов, оформленных выписок к числу выписанных больных, электронных историй болезни к числу пролеченных пациентов и пр.).

4) Обоснованность применяемого показателя.

При формировании системы KPI следует стремиться к максимально возможно положительному для проекта значению показателей. И однако, учитывая возможные риски проекта (без которых не обойтись) и объективные обстоятельства, не стоит закладывать в оценку стопроцентное достижение заявленных ориентиров («время вынужденного простоя МИС должно равняться нулю»; «количество заявок, обработанных за время, превышающее нормативное, должно равняться нулю»; «количество обученных работе в МИС сотрудников МО должно составлять 100%» и т.д.). Однако заложенная в оценке свобода маневра должна иметь под собой некую реальную основу, а не быть «взятой с потолка».

Так, например, процент сотрудников, оставшихся необученными в ходе проекта, можно запланировать, исходя из данных отдела кадров МО о количестве сотрудников, уходящих за последние 2–3 года в отпуск во время месяцев года, приходящихся на предполагаемый период обучения. Другой способ обоснования – воспользоваться опытом выполнения аналогичных работ.

5) Количество используемых в проекте KPI.

Не стоит закладывать для оценки проекта слишком много показателей [8], более того, их число следует соотносить с объемом самого проекта. По нашему мнению, следует использовать до 10 показателей в проектах, связанных с внедрением новой МИС в МО, и не более 2–3 в проектах по сопровождению функционирования действующей МИС.

Михаил Панов – один из классиков использования KPI для оценки деятельности – рекомендует использовать не более 10–15 KPI, чтобы не перегружать менеджеров проекта и руководство компании разбором достижения множества KPI, которые не принципиально влияют на результативность [9].

6) Пригодность сформированной системы KPI для оценки проекта.

Сформированная система ключевых показателей результативности должна быть пригодна для оценки проекта. Это значит, что условия договора/контракта должны содержать ясные указания на то,



какие последствия для него повлечет произведенная оценка, что должно произойти при достижении/недостижении того или иного показателя.

Подробнее об этом в следующем разделе.

2.2. Оценка результатов проекта с использованием системы KPI

Изначально система показателей результативности задумывалась как инструмент для оценки состояния дел в какой-то области. Результат оценки считался информационным, иллюстративным – он предоставлял материал для оценки правильности направления развития, для возможной корректировки целей и методов их достижения.

Сейчас KPI приходят в конкретные проекты (в договора), а это значит, что система претерпела принципиальную трансформацию – оценка проекта из информационной становится юридически значимой, ее результат напрямую влияет на оплату выполненных работ, формируя систему KPI, это нужно иметь в виду.

2.2.1. KPI в техническом задании

Бывает так, что, выполняя требование о наличии KPI в проектах, в техническое задание вставляют фразу: *«В ходе проекта должны быть достигнуты следующие ключевые показатели»*, за которой следует список KPI с целевыми значениями. Учитывая, что техническое задание является документом, в соответствии с которым проводятся работы и их приемка, такая формулировка означает, что при приемке работ достижение показателей должно быть проверено, выявленные в ходе проверки значения KPI должны быть зафиксированы документально (в протоколе испытаний, в акте сдачи-приемки или еще каким-то образом), в случае недостижения каких-то из заявленных значений работы не могут быть приняты и должны быть отправлены на доработку с последующей повторной приемкой. При этом, если в списке KPI фигурировал показатель из приведенного выше примера *«количество обученных работе в МИС сотрудников МО должно составлять 100%»*, то достичь этого показателя можно, только время выполнения работ может растянуться непредсказуемо. Но если в техническом задании был указан показатель *«количество заявок, обработанных за время, превышающее нормативное, должно равняться нулю»*, то превышение в ходе исполнения контракта времени отработки хотя бы одной заявки делает ситуацию юридически безысходной.

Чтобы избежать таких ситуаций можно использовать более мягкую формулировку: *«Для оценки проекта могут использоваться следующие ключевые показатели»* – однако в таком случае далее придется указать, на что и каким образом повлияет произведенная оценка. Недостижение какого-то показателя (это может быть и *«повторное недостижение в ходе отчетного периода»* и какие-либо другие уточнения) может повлечь обязанность исполнителя предоставить письменное объяснение, право заказчика на проведение за счет исполнителя экспертизы указанного события, или же такой факт может считаться ненадлежащим исполнением контракта, что, в свою очередь, влечет оговоренные в тексте контракта санкции.

Более того, в Техническом задании может быть явно указано, что приведенная система KPI будет использоваться для оценки полученного в результате выполнения проекта состояния дел с целью выработки заказчиком дальнейшей стратегии информатизации МО (не влияет на приемку работ по данному контракту/договору, а предоставляет материал для принятия решения о заключении следующих договоров или проведении дополнительных мероприятий, связанных с информатизацией).

2.2.2. Все ли значения KPI должны быть достигнуты?

Возникнув как ориентиры, к которым следовало стремиться для улучшения деятельности (не обязательно достигать), к настоящему моменту показатели результативности стали критерием выполнения работ, а значит обязаны быть достижимыми. Тем не менее, общий тренд на высокие показатели KPI остался, это по-прежнему целевые значения, к которым нужно стремиться.

Но на достижение значений KPI неизбежно влияют различные риски и внешние факторы, в результате чего значение показателя зависит как от квалификации/добросовестности исполнителя, так и от суммы случайных слабо взаимосвязанных величин. Выше мы показывали, как влияние таких факторов можно учесть, рекомендовали прогнозировать и обосновывать степень такого влияния, тем не менее даже при самых адекватных прогнозах случайные величины остаются случайными, и в каких-то случаях заданные значения показателей будут достигаться, а в каких-то – нет.

Наблюдателю, знакомому с теорией вероятности, известно, что в общем случае (штатная ситуация) для значений KPI характерно нормальное



распределение или распределение Гаусса – большая часть их попадет в заданный интервал значений, однако будут встречаться как перевыполнение, так и невыполнение. Конечно, KPI одного проекта не представляют собой репрезентативную выборку в силу малочисленности. Однако если каждый показатель аккуратно (или с превышением) достигает заданного значения от контракта к контракту, это дает повод предположить изначально заниженную систему оценок или «подкорректированный» результат.

3. Результаты

В качестве обобщающего результата мы предложим систему KPI (см. таблицу 1) для проектов по информатизации медицинских организаций (построение медицинской информационной системы, ее развитие, сопровождение).

К достоинствам предлагаемой системы показателей результативности мы относим:

- компактность и наглядность (совокупность показателей уместается на одной странице, смысл и назначение каждого легко понять);

Таблица 1

Система KPI для проектов по информатизации МО

№ п/п	Целевые показатели	Значение (критерий достижения)
Проекты по построению/внедрению МИС		
	Доля специалистов МО, обученных и работающих в МИС	Не менее 80% сотрудников информатизируемых отделений МО
	Доля полных (имеющих в своем составе не менее <перечислить состав документов ИБ для описываемого проекта>) электронных историй болезни среди ИБ выписываемых из стационара пациентов	Не менее 80% полных ИБ для пациентов, выписываемых из стационара
	Доля полных (имеющих в своем составе не менее <перечислить состав документов АК для описываемого проекта>) электронных амбулаторных карт среди АК выписываемых из стационара пациентов	Не менее 80% полных АК для пациентов, обслуживаемых амбулаторно
	Доля результатов диагностических исследований, представленных в электронном виде	100%
	Доля результатов лабораторных исследований, представленных в электронном виде	100%
	Доля оказанных пациенту в стационаре и амбулаторно услуг, зафиксированных в МИС	100%
	Количество персональных рабочих мест пользователей МИС	Не менее ____ (количество сотрудников информатизируемых отделений МО)
	Доля не имеющих аналогов в МИС отчетов о деятельности предприятия в бумажном виде, предоставляемая руководителям разных уровней (вне МИС)	Не более 40%
	Доля руководителей разных уровней, использующих в своей работе предоставляемые МИС дашборды (панели индикаторов показателей деятельности предприятия)	Не менее 60%
	Доля сотрудников, использующих в работе персональные шаблоны, сконструированные документы, бланки и пр. средства персонализации МИС	Не менее 50%
Проекты по сопровождению МИС		
	Соответствие нормам времени на оказание услуг ¹ (N_i – общее количество услуг приоритета i ; $N_{\text{норм}_i}$ – количество услуг приоритета i , отработанных с соблюдением норм времени)	Коэффициент равен $0,5 * N_{\text{норм}_1} / N_1 +$ $+ 0,25 * N_{\text{норм}_2} / N_2 +$ $+ 0,15 * N_{\text{норм}_3} / N_3 +$ $+ 0,01 * N_{\text{норм}_4} / N_4$
	Максимальное время на восстановление работоспособности на исправно функционирующих технических средствах (включает время на локализацию и диагностирование проблемы, конфигурирование оборудования и ПО, тестирование работоспособности ПО, время, необходимое на восстановление данных из резервной копии)	Не более 12 часов
	Доля событий, не превышающих установленные для них нормы времени (своевременное прибытие специалиста на объект по вызову, обработка заявки и принятие ее в работу с соблюдением норм времени, непревышение отведенного на техническое обслуживание МИС временного интервала и пр.)	В зависимости от соглашения об уровне сервиса

¹ Может вычисляться отдельно для услуг разного вида (исправление ошибок, внесение изменений, консультирование пользователей и пр.)



Продолжение таблицы 1

№ п/п	Целевые показатели	Значение (критерий достижения)
	Интересные показатели (подробнее рассмотрены ниже, для применения в проектах не рекомендуются)	
	Время внеплановой/плановой недоступности МИС	
	Уровень содержательного использования МИС	
	Удовлетворенность пользователя (оценки пользователей)	
	Оборот койки (пропускная способность поликлинической МО)	
	Сокращение общего времени пребывания пациента в МО и сокращение времени ожидания пациентом своей очереди на разных этапах лечебно-диагностического процесса	
	Сокращение среднего времени обследования и диагностики пациента	
	Повышение эффективности использования рабочего времени врача за счет уменьшения объема рутинных операций	

- адекватность и пользу для МО (показатели охватывают ключевые направления информатизации медицинской организации, демонстрируя реальное состояние дел по каждому);

- вычислимость, достоверность и объективность (большинство показателей основаны на данных, предоставляемых самой МИС);

- обоснованность (значения KPI основаны на 25-летнем опыте информатизации учреждений здравоохранения группы компаний Интерин).

4. Обсуждения

Обобщая приведенные выше результаты, прокомментируем наиболее интересные из входящих в рекомендуемую систему KPI показателей и не вошедших в нее.

1) Доля специалистов МО, обученных и работающих в МИС.

Показатель оценивает способность персонала МО использовать МИС в своей работе. KPI пригоден для проектов по построению МИС, по ее развитию (добавлению новых компонентов) и по сопровождению (если улучшение владения МИС персоналом ставится одной из целей соответствующего контракта).

Не стопроцентное достижение показателя объясняется текучестью кадров МО в ходе проекта, отпусками сотрудников, больничными и пр.

Опыт показывает, что при достижении доли обученных сотрудников 80% обучение оставшихся 20% не составляет проблемы и производится в рабочем порядке без выделения на это специальных человеческих и временных ресурсов. Большую роль при этом играет фактор владения МИС коллегами не прошедшего обучение сотрудника

2) Доля полных (имеющих в своем составе не менее <перечислить состав документов медицинской

карты для описываемого проекта>) электронных медицинских карт среди медицинских карт выписываемых из стационара (для поликлинических подразделений – обслуживаемых амбулаторно) пациентов.

Показатель оценивает как готовность инфраструктуры и функциональную полноту самой МИС, так и способность персонала МО использовать МИС в своей работе по объективным показателям, формируемым МИС (количеству оформленных историй болезни). Годится как для проектов по внедрению МИС, так и для проектов сопровождения, если одной из целей ставится повышение степени использования системы персоналом (в этом случае целевое значение должно быть повышено до 95–100 процентов).

Не следует с самого начала ввода МИС в эксплуатацию добиваться стопроцентного показателя, т.к. пользователи осваивают инструмент с разной скоростью; чрезмерная настойчивость может скомпрометировать идею использования МИС, которая должна облегчить, а не усложнить деятельность персонала. Однако значение ниже указанного, скорее всего, приведет к проблемам – довести оформление историй болезни до стопроцентного в рабочем порядке не получится, потребуется проведение специальных мероприятий, что означает дополнительные затраты времени, ресурсов и финансов.

3) Доля результатов диагностических/лабораторных исследований, представленных в электронном виде.

Данные направления деятельности МИС являются важнейшим побудительным мотивом ее внедрения и использования [7], таким образом показатель характеризует реальную пользу, получаемую МО от внедрения МИС. Показатель может быть использован как в проектах по внедрению МИС, так



и в проектах сопровождения, если одной из целей ставится повышение степени использования системы персоналом (в этом случае целевое значение должно достигнуть 100 процентов).

4) Доля оказанных пациенту в стационаре и амбулаторно услуг, зафиксированных в МИС.

Показатель отражает способность МИС вести учет экономической эффективности деятельности МО (для МО, где это актуально) и должен достигать 100% при внедрении МИС, т.к. обычно это является одной из основных целей информатизации.

5) Доля не имеющих аналогов в МИС отчетов о деятельности предприятия в бумажном виде, предоставляемая руководителям разных уровней (вне МИС). Доля руководителей разных уровней, использующих в своей работе предоставляемые МИС дашборды (панели индикаторов показателей деятельности предприятия). Доля сотрудников, использующих в работе персональные шаблоны, сконструированные документы, бланки и прочие средства персонализации МИС.

Данные показатели характеризуют степень вовлеченности МИС в процесс управления МО [7], что выводит ее на качественно новый уровень. KPI не стоит использовать при первичном внедрении МИС, т.к. в это время основная масса пользователей не сможет достичь сколь-нибудь серьезных успехов в таком применении системы. Показатель годится для контрактов, направленных на повышение качества использования МИС (например, развитие МИС, расширяющее область ее применения).

6) Соответствие нормам времени на оказание услуг.

Показатель оценивает степень соблюдения исполнителем условий контракта, предсказуемость и удобство работы с ним для пользователя. Годится для проектов по сопровождению МИС.

Как правило, этот KPI ($KPI \leq 1$) формирует понижающий коэффициент для оплаты оказанных услуг: его значение формируется сложением отношений количества услуг с выполненным нормативом отработки к общему количеству услуг, с применением разных весов для услуг различных видов или приоритетов. Значение KPI может влиять и на признание оказания услуг ненадлежащим исполнением контракта (например, это может звучать так: «в случае $KPI < 0,6$ на протяжении нескольких отчетных периодов»).

В приведенном выше (строка 11 таблицы 1) примере вес 0,5 соответствует услугам максимального приоритета, вес 0,1 – услугам минимального приоритета. Сумма весов должна равняться 1.

Понижающий коэффициент может вычисляться отдельно для услуг разного вида (исправление ошибок, внесение изменений, консультирование пользователей и пр.).

Мы не рекомендуем усложнять вычисления использованием дополнительных параметров или сведением разных видов услуг в единую формулу чтобы не утратить читаемость и понимание KPI.

При необходимости в состав KPI отдельными строками может быть введен ряд параметров, характеризующихся соблюдением отведенного на них временного норматива (такие как: своевременное прибытие специалиста на объект по вызову, обработка заявки и принятие ее в работу с соблюдением норм времени, не превышение отведенного на техническое обслуживание МИС временного интервала и пр. – в соответствии с соглашением об уровне сервиса), однако нам их применение не представляется полезным, способным изменить проект к лучшему. В любом случае, для таких характеристик удобнее брать долю соответствующих нормам времени событий к общему их количеству, а не высчитывать минуты опоздания, определяя их влияние на качество проекта.

7) Время внеплановой/плановой недоступности МИС.

В контрактах на сопровождение МИС все чаще стал встречаться данный показатель. С первого взгляда это кажется вполне оправданным, но мы не рекомендуем использовать данный критерий, т.к. определение его значения является весьма спорным и трудоемким, а принципиального влияния на использование МИС медицинской организацией он не оказывает. Для реальной оценки влияния на качество работы МИС оценивать ее недоступность следует гораздо более сложными методами [10].

По семантике подсчета соответствующего KPI в тех контрактах, где он присутствует, видно, что он пришел из оценки систем высокой доступности (*high availability*) [11] – максимально допустимое (нормативное) за год время простоя из-за регламентных работ (плановая недоступность) или по другим причинам (внеплановая недоступность) нормируется по продолжительности отчетного периода или времени с начала контракта и с применением разных весовых корреляций влияют на значение показателя, характеризующего отношение фактической недоступности к нормативной.

Для примера приведем значения нормативов для одной из областных систем обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру



«112» на базе единых дежурно-диспетчерских служб муниципальных образований (взяты из проекта контракта, опубликованном в тендерах):

- время внеплановой недоступности за 365 дней не более 64 часов;
- время плановой недоступности за 365 дней не более 144 часов.

При этом следует понимать, что обеспечение *high availability* требует весьма затратных мероприятий [11], которые, как правило, в проект не закладываются. Кроме того, по своей сути МИС (даже работающая в режиме 24*7*365), в отличие от системы обеспечения вызова экстренных оперативных служб, пример которой приведен выше, не является высокодоступной системой. Регламентные работы при их должной организации (проведение во время наименьшей загрузки, заблаговременное оповещение пользователей) практически не доставляют неудобства. А потенциальный ущерб от возможного кратковременного простоя МИС будет значительно ниже, чем средства, затраченные на реальную бесперебойность работы.

Более того, в отличие от бизнес-модели, когда держатель *high availability* системы предоставляет пользователям высокодоступные сервисы, полностью контролируя ряд факторов, влияющих на доступность системы, и закладывая в свою модель бизнес-риски относительно факторов, которые он контролировать не может, проекты по сопровождению МИС как правило заключаются в обеспечении функционирования лишь прикладного программного обеспечения самой МИС, инфраструктура (технические средства, сети, системное программное обеспечение, антивирусы и пр.) предоставляется заказчиком, и ее работоспособность от исполнителя не зависит. Простой же системы по вине прикладного программного обеспечения МИС не бывают длительными и не влияют на общее качество работы МО. Большее влияние на работу пользователей в этом смысле оказывает частота проявления ошибок (особенно «плавающих») при работе с формами МИС, система в это время остается доступной, но может потребовать повторения уже произведенных действий, повторного ввода данных или перезагрузки, что, безусловно, влияет на качество ее использования. Однако трудность в фиксации такого рода сбоев препятствует использовать частоту их проявления в качестве KPI.

В случае использования показателя «*Время внеплановой/плановой недоступности МИС*»

в контракте следует особое внимание уделить определению причин и протоколированию каждого случая недоступности МИС, чтобы избежать разночтений при подведении итогов работ.

8) Уровень содержательного использования МИС [12].

Показатель разработан Петербургским МИАЦ, он рассчитывается как отношение уровня функциональности МИС МО и объема ее использования. Используется в проекте «Электронное здравоохранение» Санкт-Петербурга. На наш взгляд показатель является весьма полезным для оценки состояния дел по информатизации МО региона/ведомства. Однако для целей настоящего исследования он не пригоден, т.к. информатизация отдельной МО производится в соответствии с техническим заданием и отходить от заданных требований по функционалу исполнитель не может.

9) Удовлетворенность пользователя (оценки пользователей).

Это интересный показатель [13, 14], значение которого можно высчитывать по «прямым» данным (интервьюирование, отзывы о МИС), а также по «косвенным» (время выполнения конкретной задачи, время выполнения задачи с первой попытки, число нажатий на кнопки при выполнении задания и пр.), в том числе собираемым средствами самой МИС. Показатель может быть принят для исполнения МО или разработчиком МИС в качестве одного из факторов для оценки ситуации с информатизацией, определения стратегии развития продукта, но должен «использоваться в качестве грубого руководства, а не точного ориентира» [15]. В качестве же KPI для конкретных контрактов его использовать не стоит, т.к. при подсчете значения невозможно добиться объективности – например, на оценку удовлетворенности при сопровождении системы будет влиять (не имея отношения к предмету контракта) общее удобство интерфейса МИС, комфортность процесса интервьюирования, прошедшее со времени последнего сбоя время и даже отношения пользователя с работниками, сопровождающими систему. И если в случаях, например, с предоставлением интернет-сервисов большим группам пользователей необъективность нивелируется большим массивом обращений к техподдержке и сравнительной «обезличенностью» отношения пользователей к предмету оценки, то в случае работы МИС в МО этого не происходит, показатель не может считаться объективным.



Кроме того, удовлетворенность системой не имеет прямого отношения к качеству выполнения работ по контракту, так, например, пользователя может чрезвычайно раздражать, что его заставляют иметь пароль входа в МИС не короче 8 символов, хотя это и обусловлено условиями контракта и требованиями законодательства.

10) Оборот койки (пропускная способность поликлинической МО).

Показатель важный, по большому счету он служит индикатором полезности проекта по построению МИС в МО. Очень правильно будет проследить изменение этого показателя за период времени от 2–3 лет до ввода в действие МИС до 2–3 лет после начала ее эксплуатации и убедиться, что значение выросло. Отсутствие ожидаемого роста явится поводом проанализировать работу МИС и найти ее «узкие» места, т.к. ее использование не дает должного эффекта.

Однако данный показатель не может быть включен в проект по построению/внедрению МИС, т.к. согласно методике расчета [16] он начнет адекватно отражать ситуацию лишь спустя год после начала ее эксплуатации. Проекты же по сопровождению МИС могут включать анализ и вычисление значений данного показателя, но не могут оцениваться в зависимости от него, т.к. его значение в основном определилось успешностью внедрения.

11) Сокращение общего времени пребывания пациента в МО и сокращение времени ожидания пациентом своей очереди на разных этапах лечебно-диагностического процесса, сокращение среднего времени обследования и диагностики пациента, повышение эффективности использования рабочего времени врача за счет уменьшения объема рутинных операций.

Все это безусловно интересные и важные характеристики, однако их точный подсчет (а тем более их изменение, зависящее именно от внедрения МИС) не поддаются определению, они могут быть посчитаны лишь весьма приблизительно, с большой долей субъективизма.

Таким образом, данные показатели, как и рассмотренная выше удовлетворенность пользователей, могут быть приняты МО или разработчиком МИС в качестве одного из факторов для общей оценки ситуации с информатизацией, определения ее дальнейших путей или стратегии развития продукта, но не должны оказывать влияния на оценку конкретного проекта в денежном выражении.

5. Выводы

В проектах информатизации МО (контракты на выполнение проектов по построению медицинской информационной системы в медицинской организации, по ее развитию или по сопровождению ее функционирования), все чаще используются КРІ.

Для того, чтобы используемая система показателей работала эффективно, она должна отвечать определенным требованиям:

- полезность достижения заявленного результата;
- читаемость и наглядность;
- вычислимость, легкость определения значения, достоверность;
- обоснованность применяемого показателя;
- количество используемых в проекте КРІ;
- пригодность сформированной системы КРІ для оценки проекта.

В систему КРІ для информатизации МО (основана на 25-летнем опыте информатизации учреждений здравоохранения группы компаний Интерин) предлагается включить:

- Долю специалистов МО, обученных и работающих в МИС.
- Долю полных электронных историй болезни среди ИБ выписываемых из стационара пациентов.
- Долю полных электронных амбулаторных карт среди АК выписываемых из стационара пациентов.
- Долю результатов диагностических исследований, представленных в электронном виде.
- Долю результатов лабораторных исследований, представленных в электронном виде.
- Долю оказанных пациенту в стационаре и амбулаторно услуг, зафиксированных в МИС.
- Количество персональных рабочих мест пользователей МИС.
- Долю отчетов о деятельности предприятия в бумажном виде, предоставляемую руководителям разных уровней (вне МИС).
- Долю руководителей разных уровней, использующих в своей работе предоставляемые МИС дашборды (панели индикаторов показателей деятельности предприятия).
- Долю сотрудников, использующих в работе персональные шаблоны, сконструированные документы, бланки и пр. средства персонализации МИС.
- Соответствие нормам времени на оказание услуг.
- Максимальное время на восстановление работоспособности на исправно функционирующих



технических средствах (включает время на локализацию и диагностирование проблемы, конфигурирование оборудования и ПО, тестирование работоспособности ПО, время, необходимое на восстановление данных из резервной копии).

- Долю событий, не превышающих установленные для них нормы времени.

Условия контракта должны ясно указывать на последствия тех или иных значений употребляемых KPI.

ЛИТЕРАТУРА



1. Википедия. Ключевые показатели эффективности. https://ru.wikipedia.org/wiki/Ключевые_показатели_эффективности (Дата обращения: 10.11.2019).
2. Банке Б., Сычева Е., Щетинин С. BCG Review. Цифровой забег. Почему для успеха цифровизации так важна скорость <https://www.bcg.com/ru-ru/about/bcg-review/digital-zone.aspx> (Дата обращения: 10.11.2019).
3. MSKIT.RU. А. Журавлева. Здравоохранение ждет цифровизации. <http://mskit.ru/news/n209015/> (Дата обращения: 10.11.2019).
4. Распоряжение Департамента информационных технологий города Москвы от 01.07.2016 № 64-16-266/16 «Об утверждении Порядка определения и актуализации показателей и коэффициентов Порядка расчета планируемой стоимости работ (услуг) по эксплуатации информационных систем и ресурсов города Москвы».
5. Стародубов В.И., Зарубина Т.В., Сидоров К.В., Алепко А.А. Формирование интегральных показателей оценки уровня информатизации медицинской организации. // Врач и информационные технологии. – 2018. – № 1. – С. 6–24.
6. Морозов С.П., Владзимирский А.В., Сафронов Д.С. Бенчмаркинг для оценки качества цифровизации отделений лучевой диагностики: разработка методологии. // Врач и информационные технологии. – 2019. – № 1.
7. Михеев А.Е., Фохт О.А., Хаткевич М.И. Один из подходов к формализации процесса внедрения МИС в медицинской организации. // Врач и информационные технологии. – 2018. – № 5. – С. 46–62
8. Хоуп Д., Фрейзер Р. За гранью бюджетирования. Как руководителям вырваться из ловушки ежегодных планов / Хоуп Д., Фрейзер Р. М.: Вершина, 2007. – 272 с.
9. Панов М.М. Оценка деятельности и система управления компанией на основе KPI / Панов М.М. Москва: Инфра-М, 2014. – 225 с.
10. Real ITSM. Стюарт Ренс. Как определить, измерить и отчитаться о доступности ИТ-услуг. <https://realitism.ru/2017/06/kak-opredelit-izmerit-i-otchitatsya-o-dostupnosti-it-uslug/> (Дата обращения: 10.11.2019).
11. Словари и энциклопедии на Академике. Высокая доступность. <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/192400> (Дата обращения: 10.11.2019).
12. СПб ГБУЗ МИАЦ. Г. Орлов. Практическая польза информатизации здравоохранения: опыт Петербурга. <http://spbmiac.ru/prakticheskaya-polza-informatizacii-zdravookhraneniya-opyt-peterburga/> (Дата обращения: 10.11.2019).
13. Копаница Г.Д., Цветкова Ж.Ю., Весели Х. Анализ метрик, используемых для оценки удобства использования медицинских информационных систем. // Врач и информационные технологии, 2012. – № 3. – С. 31–36.
14. Библиотека маркетолога. Т. Глушакова. Замеры удовлетворенности потребителей и управление предприятием. http://www.marketing.spb.ru/lib-research/satis_measure.htm (Дата обращения: 10.11.2019).
15. Gregory A. Daddis No Sure Victory: Measuring U.S. Army Effectiveness and Progress in the Vietnam War // Oxford University Press; 1 edition (June 1, 2011).
16. Письмо Минздрава СССР от 08.04.74 № 02-14/19 (вместе с «Методическими рекомендациями по повышению эффективности и анализу использования коечного фонда стационаров лечебно-профилактических учреждений», утв. Минздравом СССР 05.04.74).



А.Л. БИТОВА,

дефектолог-логопед, председатель Правления, РБОО «Центр лечебной педагогики», г. Москва, Россия, e-mail: bial@ccp.org.ru

Р.П. ДИМЕНШТЕЙН,

педагог, руководитель правовой группы, РБОО «Центр лечебной педагогики», г. Москва, Россия, e-mail: romdim@gmail.com.

Н.Г. ДОЛБЫШЕВА,

руководитель проектов, ООО «Интерин сервис», г. Москва, Россия, e-mail: natadol@interin.com

С.В. РУДЕЦКИЙ,

ведущий инженер-программист, ООО «Интерин технологии», г. Москва, Россия, e-mail: rsv@interin.ru

О.А. ФОХТ,

старший научный сотрудник Исследовательского центра медицинской информатики, Институт программных систем им. А.К. Айламазяна РАН, Россия, e-mail: oaf@interin.ru

М.И. ХАТКЕВИЧ,

к.т.н., заведующий лабораторией Исследовательского центра медицинской информатики, Институт программных систем им. А.К. Айламазяна РАН, Россия, e-mail: mark@interin.ru

ОСОБЕННОСТИ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ЛЕЧЕБНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ

УДК 61:007

Битова А.Л., Дименштейн Р.П., Долбышева Н.Г., Рудецкий С.В., Фохт О.А., Хаткевич М.И. Особенности информатизации лечебно-педагогических учреждений (Институт программных систем им. А.К. Айламазяна РАН, Россия; ООО «Интерин сервис», г. Москва, Россия; ООО «Интерин технологии», г. Москва, Россия; РБОО «Центр лечебной педагогики», г. Москва, Россия)

Аннотация. В статье описан подход к информатизации учреждения лечебной педагогики, основанный на опыте проекта информатизации РБОО «Центр лечебной педагогики», г. Москва (ЦЛП). Проанализированы особенности учреждения лечебной педагогики и его бизнес-процессов, сформулирован подход к построению Информационной системы управления (ИСУ) лечебно-педагогического учреждения, кратко описана структура и функциональные требования к ИСУ Центра лечебной педагогики, обозначены перспективы развития.

Ключевые слова: Информационная система управления, цифровизация здравоохранения, реабилитация, лечебная педагогика.

UDC 61:007 (Medical Cybernetics)

Bitova A.L., Dimenshtein R.P., Dolbysheva N.G., Rudetskiy S.V., Vogt O.A., Khatkevich M.I. Informatization features of curative pedagogics organization (Ailamazyan Program Systems Institute of RAS, Russia; Center for curative pedagogics, Russia; Ltd. Interin Servis, Russia; Ltd. Interin Technologies, Russia)

Abstract. An approach of informatization of curative pedagogics organization is proposed. Features of curative pedagogics organization and its business-processes is described. An approach for creation of Curative pedagogics information system (CPIS) is formulated, the structure and functional requirements CPIS are described, perspectives of future development CPIS are outlined.

Keywords: Information management system, healthcare digitalization, rehabilitation, curative pedagogics

ВВЕДЕНИЕ

Лечебная педагогика формируется на пересечении медицины, реабилитации, педагогики, образования и сферы социального обеспечения – в этом ее принципиальная особенность. Там, где чисто медицинские методы неэффективны, грамотное использование методов лечебной педагогики может давать поразительные результаты.



Столкнувшись с проблемами в развитии своего ребенка, семья решает вопрос: побороться за те возможности, которые ребенок получит при развитии в семье, и совместно с лечебно-педагогическим учреждением подарить такому ребенку шанс на достойную жизнь в сообществе или последовать советам отдать проблемного ребенка в учреждение социального обеспечения практически без надежды на его социальную адаптацию.

По статистике, за последнее время процент детей, требующих коррекции их психофизического состояния на ранних этапах развития, неуклонно возрастает, соответственно, возрастает и важность лечебной педагогики. При увеличении количества участников лечебно-педагогической деятельности – детей, родителей, законных представителей, педагогов, медиков, юристов потребность в упорядочивании бизнес-процессов возрастает, и на определенном этапе становится понятно, что без цифровой трансформации бизнес-процессов организации не обойтись.

Ввиду специфичности данной области подобрать готовый специализированный программный инструмент не удастся, использование универсальных офисных приложений тоже имеет свои ограничения. Бизнес-процессы лечебно-педагогического учреждения имеют свои характерные черты, их нельзя свести ни к медицинским, ни к школьным, ни к каким-то другим.

Наиболее близкой по общей концепции является область реабилитации [1]. Современная реабилитация так же, как и лечебная педагогика, переходит от медико-центрированности к социальному подходу. Именно на этом пути формируются пациент-центрированный и проблемно-ориентированный принципы, персонализированный подход, мультидисциплинарный принцип и биопсихосоциальная модель болезни и инвалидности. Эти базовые принципы сближают лечебную педагогику и реабилитацию, хотя в лечебной педагогике чаще всего приходится говорить об абилитации. Изменение подходов отразилось в том, что в качестве классификатора для описания состояний человека в недавние десятилетия специалистами разных сфер совместно была разработана «Международная классификация функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья» (МКФ) [3].

Соответственно, специфика лечебно-педагогической деятельности требует создания специализированной информационной системы управления (ИСУ) лечебно-педагогического учреждения.

В последнее время получили распространение идеи построения цифровой экосистемы медицинской помощи [4], как особой парадигмы информатизации, когда в единую систему на «взаимовыгодных» условиях объединяются медицинские организации различных профилей, а также страховые организации, органы управления здравоохранением, федеральные, муниципальные и ведомственные цифровые сервисы. Создаваемая ИСУ впоследствии должна иметь возможность органично вписаться в цифровую экосистему, а для этого необходимо уже на этапе ее построения закладывать возможности для обеспечения ее взаимодействия с различными участниками и процессами экосистемы цифрового здравоохранения.

В настоящей статье представлен опыт построения ИСУ Региональной благотворительной общественной организации «Центр лечебной педагогики» (РБОО «Центр лечебной педагогики») группой компаний (ГК) Интерин на базе платформенных решений Интерин [2, 5]. С учетом новизны предметной области проект построения ИСУ идет творчески, в сотрудничестве пользователей и разработчиков системы, видоизменяясь в зависимости от потребностей пользователей, от предоставляемых современными технологиями возможностей, учитывая все новейшие идеи и тенденции.

Центр лечебной педагогики

Центр лечебной педагогики занимается лечебно-педагогической помощью детям и молодым людям с нарушениями развития, поддержкой их семей, взаимодействием с профессиональным сообществом для распространения опыта лечебной педагогики, содействием созданию государственных механизмов помощи семье в интеграции детей и молодых людей с нарушениями развития в обществе.

За 30 лет работы в ЦЛП помогли более 24 000 детей и молодых людей с нарушениями развития и их семьям, более 30 000 специалистов прошли обучение.

ЦЛП – региональная благотворительная общественная организация с лицензиями на образовательную и медицинскую деятельность. С детьми и их семьями работают более 70 квалифицированных специалистов: педагоги, дефектологи, нейропсихологи, психологи, врачи, музыкальные и арт-терапевты, специалисты по двигательному развитию и другие специалисты.

Помощь осуществляется не только детям, но и их семьям. Родителям, у которых появился



ребенок с нарушениями развития, часто не хватает знаний о его особенностях, возможностях реабилитации, правах и интеграции в обществе – в ЦЛП родители могут получить психологическую и юридическую консультацию, обсудить с педагогами план занятий с ребенком дома, при поддержке социального адвоката научиться взаимодействовать с официальными государственными структурами. В процессе этой деятельности в ЦЛП накапливается множество важной информации о динамике состояния подопечных детей, об эффективности применяемых методик. Эта информация важна для последующей систематизации и анализа, формирования внутренней статистики и внутренней базы знаний, для дальнейшего совершенствования лечебно-педагогической помощи. Такая деятельность требует серьезной информационной поддержки, использование офисных приложений ограничивает возможности дальнейшего развития, поэтому руководством ЦЛП было принято решение о построении Информационной системы управления Центра лечебной педагогики.

Особенности бизнес-процессов учреждения лечебной педагогики на примере ЦЛП

Особенностью деятельности учреждения лечебной педагогики является то, что его бизнес-процессы охватывают типовую деятельность нескольких учреждений:

- лечебное учреждение амбулаторно-поликлинического типа;
- реабилитационный центр [1];
- детский сад;
- учреждение дополнительного образования,
- обучающий центр для специалистов.

При этом все эти бизнес-процессы взаимосвязаны и являются продолжением друг друга.

Хотя для лечебной педагогики чаще всего приходится говорить не о реабилитации, а об абилитации, наиболее близкой по общей концепции является область медицинской реабилитации [1].

«Международная классификация функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья», сокращенно МКФ (International Classification of Functioning, Disability and Health, сокращенно – ICF) – признанная во всем мире классификация составляющих здоровья и связанных со здоровьем факторов [3] была рекомендована для международного использования 54-й Всемирной ассамблеей здравоохранения в 2001 г.

Базовые принципы МКФ: пациент-центрированный и проблемно-ориентированный принципы, персонализированный подход, мультидисциплинарный принцип и биопсихосоциальная модель болезни и инвалидности – очень близкие лечебной педагогике принципы.

Согласно концепции МКФ – здоровье имеет следующие составляющие: деятельность (активность и участие), контекстуальные факторы (персональные факторы и факторы внешней среды), функции и структуры. Под понятием «функционирование» объединяют понятие деятельность, функции и структуры и подразумевают внутреннюю и внешнюю активность человека в конкретных социально-психологических, социальных, экономических и др. условиях.

В фокусе лечебно-педагогической деятельности находятся дети, с которыми работают медики, педагоги, волонтеры и др., а также их родители, которых поддерживают психологи и юристы.

Занятия с детьми могут быть групповыми и индивидуальными, на фоне групповых занятий для некоторых детей могут организовываться индивидуальные занятия.

Педагогов, ведущих групповое занятие, может быть несколько, на разных этапах могут подключаться волонтеры.

Для ряда групповых и индивидуальных занятий может быть составлено относительно устойчивое расписание занятий, при этом в реальности состав педагогов группы, а также (в виду болезненности контингента и возможностей родителей) состав детей группы может меняться.

На фоне относительно устойчивого расписания может возникать потребность в дополнительных индивидуальных занятиях, должна быть оперативная возможность запланировать занятие и занять свободный ресурс (помещение, время).

При первичном обращении в ЦЛП проводится первичный прием, основная цель которого – помочь семье сориентироваться в том, какая помощь нужна ребенку, дать рекомендации для дальнейших занятий, выявить наиболее актуальные проблемы и помочь родителям подобрать оптимальный образовательный маршрут внутри и вне Центра. Также принимаются заявки на консультации – для тех детей, которые уже были на первичном приеме. В зависимости от особенностей ребенка на первичный прием или консультацию приглашаются специалисты разного профиля, расписание каждого специалиста индивидуально, и сформированная заявка на первичный прием в итоге должна быть



передана в необходимую очередь или внесена в расписание, некоторые заявки откладываются на неопределенный период времени в силу каких-либо обстоятельств.

Информационная система должна помочь сотрудникам ЦЛП систематизировать заявки на первичный прием и консультацию, упростить процесс подбора специалистов необходимого профиля для ребенка.

Реестр событий – это перечень всех мероприятий, проводимых Центром лечебной педагогики, процесс плотно интегрирован с обработкой заявок, поступающих из личного кабинета, с формированием групп слушателей, с учетом сопутствующих документов и согласований при организации мероприятия.

В ЦЛП проводится много курсов повышения квалификации, семинаров, конференций. Участники этих событий также формируют заявки, образуются учебные группы, которые включаются в расписание – процесс управления такими учебными группами отличается от детских и занимает свое место в реестре событий, соответственно, информационная система должна отвечать этим требованиям.

В процессе обучения детей и участников курсов повышения квалификации педагоги формируют информационные материалы, и организация простого доступа к этим материалам должна обеспечиваться личными кабинетами педагогов и участников.

Многие сотрудники ЦЛП работают по совместительству, их время присутствия в ЦЛП обусловлено дополнительными требованиями, расписание консультаций и занятий требует долгосрочного планирования, но при этом остается очень динамичным, наличие удобного интерфейса является обязательным для анализа эффективности использования помещений, нагрузки на педагогов и детей в реальном времени.

Критическим ресурсом для деятельности ЦЛП являются помещения, одно помещение может быть разделено на зоны, в которых проводятся разные групповые и индивидуальные занятия одновременно.

Управление учебными группами является важной частью функционирования расписания, в составе учебной группы помимо прикрепленных детей (слушателей) есть еще прикрепленные кураторы, педагоги, волонтеры. При формировании расписания каждый конкретный педагог и ребенок (слушатель) группы прикрепляется к конкретному занятию.

Суммируя все сказанное, можно сказать, что ключевым функциональным блоком ИСУ ЦЛП является механизм ведения расписаний; от того, насколько он

адекватен бизнес-процессам и удобен в использовании, будет зависеть качество оказания лечебно-педагогических услуг, комфортность работы сотрудников, оперативность и гибкость управления ресурсами ЦЛП и эффективность работы ЦЛП в целом, будет возможность масштабирования деятельности на более широкий круг детей, сотрудников и помещений без увеличения количества менеджеров.

Вторым по значимости функциональным блоком является личный кабинет родителя (слушателя курсов). Как указывалось выше, лечебно-педагогическая практика требует большой вовлеченности родителей в процесс, поэтому средства информатизации должны предоставлять удобную возможность плановой и экстренной коммуникации сотрудников ЦЛП с родителями детей и слушателями курсов, обеспечивать простые и понятные процессы подачи заявок, просмотра персонального расписания и расписания подопечных детей. Также личный кабинет должен предоставлять доступ к информационным ресурсам и обучающим материалам, которые публикуют педагоги и кураторы учебных групп.

В процессе занятий и консультаций сотрудники центра формируют записи (осмотры) о состоянии ребенка и влиянии процесса на его развитие. Информационная система должна предоставить инструмент для формирования таких записей в различных формах, как в свободной, так и в структурированной. Инструмент должен обеспечивать простой интерфейс для создания шаблонов осмотров, для формирования отчетов и сводных показателей по структурированным шаблонам.

При проведении занятия производится отметка о присутствии детей, педагогов, слушателей курсов, волонтеров – таким образом формируется табель посещаемости и учёта рабочего времени педагогов, нагрузки волонтеров, а также учитывается прохождение программы детьми.

Поход к информатизации лечебно-педагогического учреждения

Наиболее простым решением представляется – взять промышленную медицинскую информационную систему (МИС), допускающую возможность глубокой специализации, и адаптировать ее для получения информационной системы управления лечебно-педагогического учреждения.

Однако при ближайшем рассмотрении оказалось, что так сделать невозможно, поскольку специфика лечебно-педагогического учреждения



затрагивает корневые понятия информационных систем:

- информационные сущности и модель данных;
- набор функциональных модулей и функционал;
- набор бизнес-процессов;
- требования к интерфейсу;
- последовательность внедрения модулей;
- акценты информатизации.

Анализ требований показал, что попытка адаптации МИС не даст искомого результата, необходимо заново проектировать систему для лечебно-педагогического учреждения. С другой стороны, понятийная и логическая близость между МИС, системой лечебной реабилитации и лечебно-педагогической информационной системой очевидна, этот факт тоже хотелось бы использовать и применять накопленные наработки.

Решение нашлось в особенностях технологии Интерин построения информационных систем: решения ГК Интерин являются платформенными [2, 5], т.е. информационная система поставляется вместе с программными средствами ее реализации и конфигурации, которые, вместе с большим количеством серверных и клиентских наработок, составляют предметно-ориентированную платформу. Платформа представляет следующие возможности:

- хранение слабоструктурированных данных;
- предоставление стандартизованного доступа к модели предметной области;
- предоставление палитры элементов управления;
- задание компоновки веб-приложения;
- предоставление инструментов для поддержки принятия решений.

Такая платформа позволяет строить спектр медицинских информационных систем различного масштаба и направленности, информационные системы учреждений реабилитации, может быть использована и для информатизации лечебно-педагогического учреждения с учетом его специфических требований.

Со стороны интерфейсной части используются распространенные фреймворки, которые дают возможность системе адаптивно работать на любых устройствах: от смартфонов и планшетов до больших мониторов настольных компьютеров и информационных панелей. Серверная часть разработана заимствованием библиотек, которые упрощают: задачи веб-разработки, маршрутизацию URL-адресов для соответствующих обработчиков,

взаимодействие с базами данных, поддержку сессий и авторизацию пользователей.

Информационная система управления Центра лечебной педагогики

Функциональным назначением ИСУ является реализация механизмов информационной поддержки лечебно-педагогического процесса Центра лечебной педагогики, а именно: сбор, хранение, обработка, выдача, передача данных, управление бизнес-процессами (лечебно-педагогический, организационно-диспетчерский, управление Центром, анализ деятельности Центра и пр.).

Целью построения ИСУ в Центре лечебной педагогики является мобилизация ресурсов и резервов Центра, прежде недоступных в силу ограниченности традиционных методов и средств управления лечебно-педагогическим процессом, для повышения качества и доступности лечебно-педагогической деятельности.

Для обеспечения информационного обмена компоненты ИСУ работают в составе единой вычислительной сети и в режиме удаленного доступа с использованием сети Интернет и осуществлением безопасного соединения удаленных пользователей с ресурсами информационной системы.

После анализа данных обследования было произведено моделирование ключевых бизнес-процессов деятельности Центра. Выделены следующие:

- Бизнес-процесс обработки заявки приведен на *рис. 1*.
- Бизнес-процесс управления очередью приведен на *рис. 2*.
- Бизнес-процесс оформления консультации приведен на *рис. 3*.

Спроектирована информационная система управления (ИСУ) ЦЛП. На *рис. 4* показана структурная схема подсистем ИСУ, отображающая основные потоки информации, передаваемые между подсистемами в рамках автоматизируемых бизнес-процессов.

С точки зрения реализации подсистемы ИСУ (см. *рис. 4*) можно разбить на группы:

- часть подсистем (подсистемы ведения физических и юридических лиц, реестра проектов и т.д.) представляют собой обычные формы ведения справочников и ввода данных, присущие любой информационной системе;
- часть подсистем (личный кабинет, подсистема рассылки писем/оповещений выбранным адресатам,



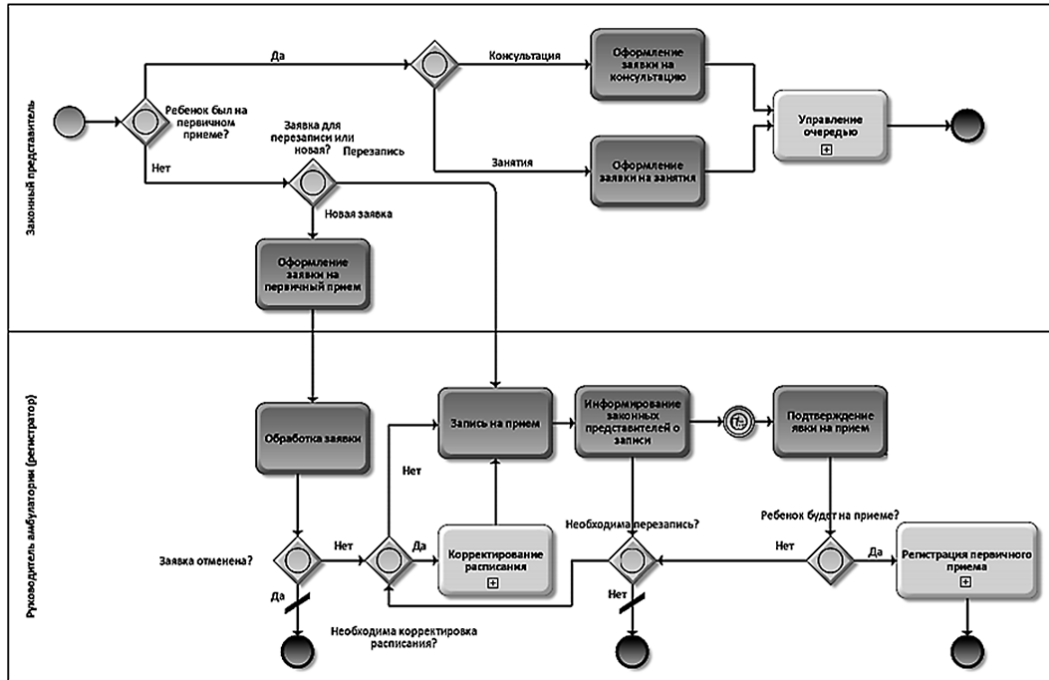


Рис. 1. Процесс обработки заявки

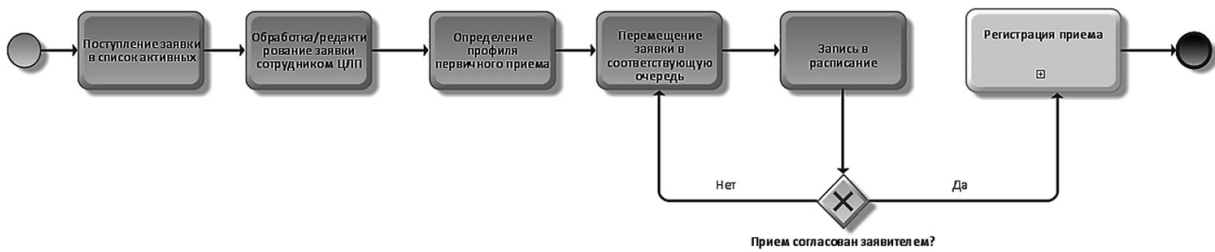


Рис. 2. Процесс управления очередью

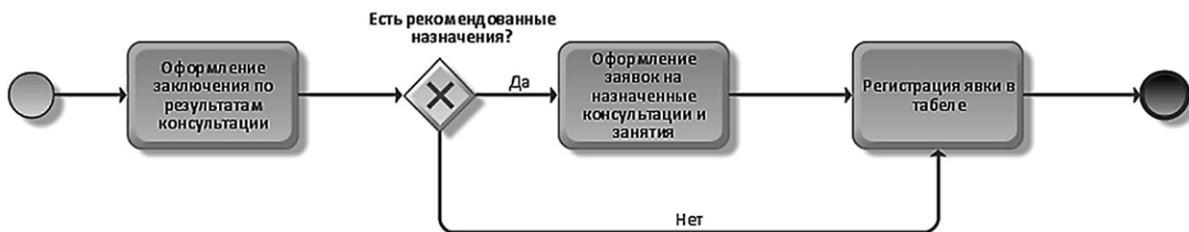


Рис. 3. Оформление консультации

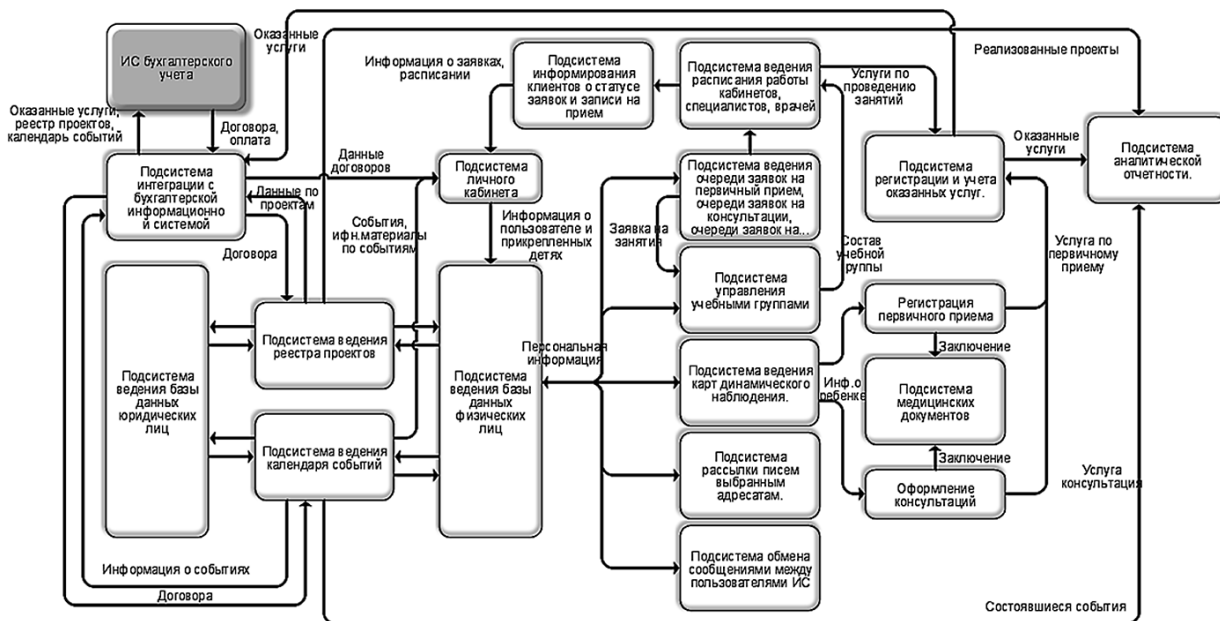


Рис. 4. Структурная схема взаимодействия подсистем ИСУ

подсистема обмена сообщениями между пользователями и пр.) также довольно распространена, но носит статус дополнительного функционала МИС (или в подобных МИС информационных системах). В случае же с ИСУ ЦЛП на этих подсистемах делается акцент, т.к. коммуникации играют ключевую роль для лечебно-педагогического процесса;

- часть подсистем (подсистема ведения карт динамического наблюдения, подсистема медицинских документов, подсистема оформления консультаций или регистрации первичного приема, аналитической отчетности и т.п.) практически в неизменном виде могут быть заимствованы из МИС (особенно подойдет МИС, ориентированная на процессы медицинской реабилитации), обладающей широкими конфигурационными настройками;

- часть подсистем (такие как подсистема ведения расписаний, ведения очереди, управления учебными группами, ведения календаря событий и пр.) должны в полной мере воплотить специфику работы ЦЛП с группами педагогов и учащихся – они нуждаются в разработке оригинальных интерфейсных решений и механизмов, позволяющих эффективно организовать работу.

Решения для Личного кабинета

Через Личный кабинет (ЛК) родителя (законного представителя) идет активное взаимодействие участников лечебно-педагогического процесса,

организационная деятельность, предоставление информационных ресурсов.

Базовый функционал:

- просмотр расписания занятий и работы специалистов Центра, предварительная запись на прием (очный или дистанционный), на занятие, взаимодействие по поводу консультаций, приемов специалистами и участия в занятиях;
- формирование и хранение необходимых формальных документов (например, согласие на обработку персональных данных);
- предоставление (индивидуально или группе учащихся) методических материалов и информационных ресурсов.

В дальнейшем данный функционал можно расширить следующими функциями:

- доступ родителя (законного представителя) к Карте динамического наблюдения, просмотр программы реабилитации;
- измерение и фиксация в базе данных мониторируемых показателей (тип, дата, значение) вручную или с помощью подключенных к системе персональных приборов (весы, шагомер, счетчик калорий, тонометр и т.д.) для последующего анализа показателей состояния здоровья;
- удаленного заполнения рассылаемых специалистами Центра опросников и анкет для скрининга;
- формирование и ведение дневника ребенка, в котором в наглядной и удобной для восприятия

форме представлены в динамике различные показатели здоровья, функционального состояния, образа жизни вместе с рекомендациями врачей и отметками педагогов о проведенных занятиях;

- проведение дистанционных приемов и консультаций (телеконсультаций) медицинским работником или педагогом.

Решения для механизмов оповещения

Важным для бизнес-процессов лечебной педагогики является как автоматическое, так и инициируемое автором оповещение участников.

Это могут быть известия о тех или иных изменениях в расписании или регламенте проведения занятий, оповещение учащегося о статусе его заявки, о появлении в расписании интересующего его занятия или новых методических материалов, оповещение педагога об изменении состояния ребенка, оценке его прогресса по той ли иной шкале и т.д.

Важно, чтобы система оповещения предоставляла возможности различных каналов поступления информации (запись в ЛК, СМС, e-mail, показываемые по расписанию или при входе в систему новости, онлайн-оповещения всплывающими окнами и пр.), а также предоставляла возможности подписки на интересующие события, механизмы автоматического оповещения при наступлении отмеченных событий, средства для коллективных рассылок, инструменты задания прав доступа к рассылаемым данным, сохранение историчности информационного обмена.

Решения для Карты динамического наблюдения

Карта динамического наблюдения в ИСУ Центра лечебной педагогики аналогична медицинской карте пациента в медицинской информационной системе.

При том, что процесс лечебной педагогики наиболее близок к процессу медицинской реабилитации (а не к традиционному лечебному процессу, реализуемому в большинстве МИС), Карта динамического наблюдения поддерживает парадигму реабилитационного диагноза и ведения реабилитационных мероприятий. Реабилитационный диагноз, в отличие от клинического, позволяет сформулировать цель, задачи и индивидуальную программу реабилитации, определить ее эффективность, а также вклад каждого специалиста в решение поставленных задач. В международной практике для формулировки реабилитационного диагноза с целью описания всех составляющих здоровья и связанных с ним проблем,

ограничивающих жизнедеятельность пациента, широко используется Международная классификация функционирования, ограничения жизнедеятельности и здоровья (МКФ) [3]. Реабилитационный диагноз по МКФ представляет собой описание возникших у пациента вследствие заболевания/повреждения нарушений функций органов и систем, приводящих к проблемам в повседневной деятельности, и факторов окружающей среды, которые могут облегчать или затруднять выполнение различных функций пациентом, проведенное с помощью МКФ.

Карта динамического наблюдения формируется автоматически после заполнения персональной информации по данным заявки на первичный прием, данным в подсистеме ведения базы данных физических лиц и регистрации первичного приема. Карта включает в себя общую цель лечебно-педагогических мероприятий и цель отдельных этапов лечения, а также осуществляет мониторинг достижения этих целей. В карте учитываются назначения занятий и консультаций, содержатся документы различной формы и статуса: осмотры специалистов, заключения и рекомендации педагогов, записи сотрудников относительно поведения, самочувствия, результатов занятий ребенка, оценка состояния ребенка по различным шкалам, дневник самонаблюдения и пр. Доступ к редактированию и просмотру документов регулируется в зависимости от уровня пользователя (врач, педагог, куратор).

Важно, чтобы Карта динамического наблюдения предоставляла удобный функционал для анализа динамики в развитии ребенка и результатов лечебно-педагогического процесса для педагогов и руководителей Центра. Для этого в ИСУ используются различные шкалы и медицинские калькуляторы, предоставляемые платформенными решениями.

Большое значение имеет и функционал для формирования шаблонов входящих в Карту документов. Такие шаблоны могут формироваться ответственными пользователями информационной системы, а затем они помогают другим пользователям эффективно и грамотно формировать нужные документы.

Решения для формирования расписания

Одной из основных проблем при построении ИСУ явилась необходимость удобного формирования расписания.

Задачи составления расписания традиционно решаются в информационных системах различной



тематической направленности. Так, есть много разработок в области формирования расписания школьных занятий, учитывающих как предпочтения педагогов, так и состав учебных групп, потребности обучаемых или наличие ресурсов (помещений школы) [6, 7]. Любая медицинская информационная система предоставляет функционал регистратуры, позволяющий с той или иной степенью удобства формировать расписания работы специалистов/служб и давая возможность записи пациента на прием, а также ее отмены, составление расписания работ диагностических служб и операционных, операционных бригад и бригад скорой помощи, составление расписаний в реабилитационных центрах и санаториях [8].

Но ни одно из имеющихся программных средств в готовом виде не подходит для нашего случая.

Подсистема ведения расписания работы кабинетов, специалистов, врачей обеспечивает диспетчеризацию и планирование ресурсов для организации лечебно-педагогического процесса. Расписание консультаций, занятий, учебных курсов, педагогических советов производится на базе имеющихся помещений (справочник помещений) и специалистов ЦЛП.

Расписание может быть представлено (на экране, выведено на печать, использовано для поиска) в следующих разрезах:

- Учебные группы.
- Педагоги.
- Кабинеты.
- Занятия и консультации.
- Ребенок (слушатель курсов повышения квалификации).
- День (на дату).

Для оперативного формирования расписания предусмотрено создание шаблонов расписания и генерация на нужный период времени расписания по выбранному шаблону.

В сетке расписания выделяются случаи пересечения занятий и консультаций у кого-либо из участников (педагогов или детей) или пересечения кабинетов. В рабочем расписании также указываются задействованные волонтеры, замены сотрудников, примечания к каждому занятию (при необходимости). По расписанию формируется отдельный отчет со списком возможных ошибок при составлении (конфликтов) – для упрощения его проверки и контроля. На расписание можно применить фильтры отбора.

Второй пример – представление расписания в разрезе занятий и консультаций с использованием цвета шрифта, подсветки, окантовки и пр. (см. рис. 5). Это позволяет одновременно показать

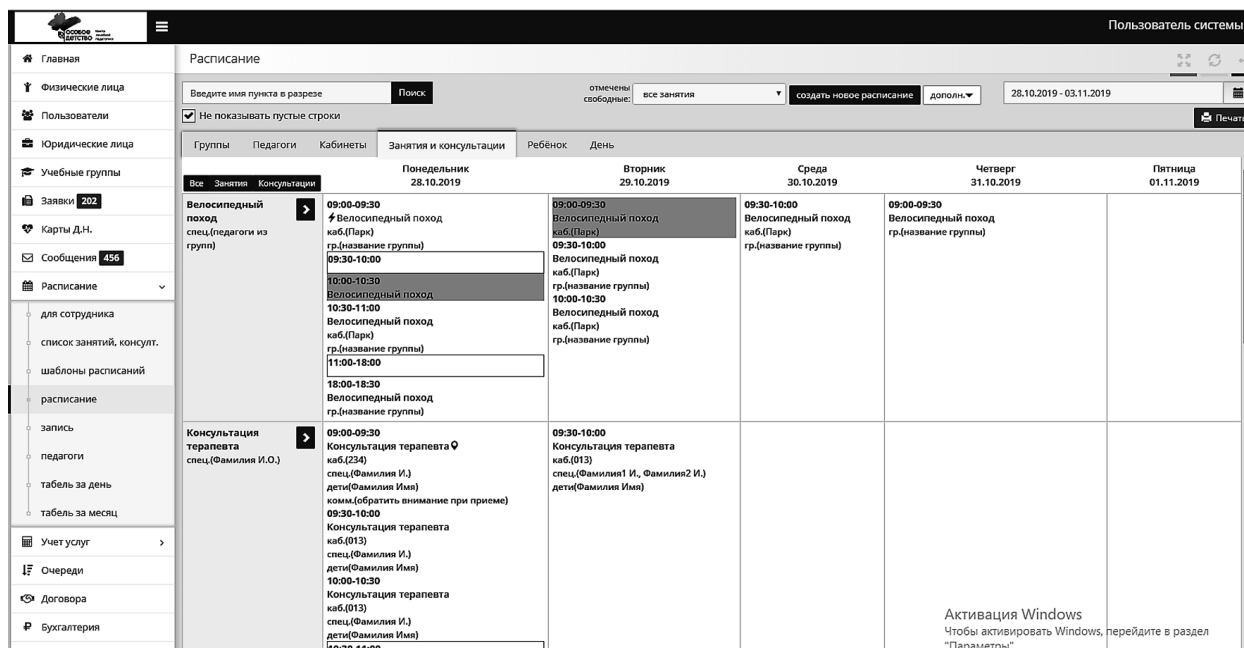


Рис. 5. Форма диспетчеризации ресурсов и ведения расписания в разрезе «Занятия и консультации». Вид экрана



целый ряд важных для планирования занятия параметров:

- пустые клетки с красной окантовкой – окна (показывают свободное время);
- зеленой заливкой выделены свободные для записи занятия (участники могут записываться в группу);
- красная молния и выделенное красным наименование занятия – является индикатором конфликта по ресурсам (состав участников пересекается: в одно время или в одном помещении запланированы разные занятия или консультации).

Подсистема ведения очереди заявок (на первичный прием, на консультации, на занятия в группе)

Первичный прием и консультация имеют различия только в том, что на первичном приеме ребенок впервые обращается в ЦЛП, консультации – это все последующие обращения в ЦЛП после первичного приема.

Первичное обращение в ЦЛП. В ИСУ осуществляется регистрация поступления заявки на первичный прием с сайта учреждения, регистрация первичных данных о ребенке и сути заявки. При обработке заявки сотрудником ЦЛП присваивается профиль необходимой консультации и, в соответствии с ним, информационная система помогает определить кого из педагогов следует приглашать на первичный прием. Из поступивших заявок на первичный прием формируется очередь. Дата проведения приема определяется расписанием задействованных педагогов и наличием необходимых помещений – производится запись на прием, после чего заявка из очереди исключается. В случаях, когда первичный прием не состоялся, заявка переносится в статус отложенных и при необходимости может быть актуализирована и снова передана в очередь.

Формирование очереди заявок на консультации из назначенных консультаций на приеме. Из назначенных консультаций на приеме формируется очередь заявок на консультации. Консультации специалистов могут быть назначены на первичном приеме, на консультации, регистратором по просьбе законных представителей ребенка, руководителя группы или куратора. Из назначенных консультаций формируется заявка, которая передается в соответствующую очередь – производится запись на прием, после чего заявка из очереди исключается.

Формирование очереди заявок на групповые занятия. Заявки на групповые занятия могут быть поданы на первичном приеме,

консультации, из личного кабинета законного представителя или регистратором по просьбе законных представителей. Очередь на групповые занятия формируется из заявок, при включении ребенка в учебную группу соответствующего типа заявка из очереди исключается, а у последующих заявок меняется номер в очереди.

Для всех очередей (первичный прием, консультации, занятия в группе, индивидуальные занятия) у заявки может быть проставлен признак приоритета «Срочно». Приоритет для заявок (назначений) устанавливает ответственный сотрудник ЦЛП, заявки с признаком «Срочно» устанавливаются в начало очереди.

Перспективы развития

В настоящее время работы по проекту находятся в активной фазе, реализация базового функционала создает фундамент для возможности дальнейшего развития системы. Возможны следующие направления развития:

1) Распространение ИСУ на другие организации. РБОО «Центр лечебной педагогики» – весьма авторитетная в сфере лечебной-педагогики организация, ее решения по цифровизации своих бизнес-процессов будут востребованы и в других профильных учреждениях, тем более, что вместе со схемой организации бизнес-процессов и соответствующим функционалом можно будет воспользоваться и такими бесценными ресурсами, как накопленный опыт – разработанные формы документов, шаблоны заполнения, используемые шкалы оценки состояний, систему поддержки принятия решений. Платформенные решения ГК Интерин позволяют развивать систему в этом направлении, предоставляя:

- механизмы настройки на использующую систему организацию;
- механизмы загрузки накопленных данных различного формата (из различного программного обеспечения, используемого в организациях ранее);
- механизмы набора и конфигурации нужного функционала в те или иные АРМ;
- редакторы бланков форм, документов и отчетов;
- возможности хранения и каталогизации шаблонов для заполнения различных документов (по организациям, по подразделениям, по профессиональным или иным группам, по пользователям и пр.);



- инструментов для поддержки принятия решений.

Создание «отчуждаемой» от Центра лечебной педагогики системы сопровождается разработкой комплекта технической и эксплуатационной документации, обучающих материалов для пользователей ИСУ, методических пособий по внедрению системы в работающем учреждении.

2) Реализация «облачного» варианта системы для предоставления информационного сервиса другим учреждениям лечебной педагогики. Это направление в настоящее время набирает все большие обороты, благодаря платформенности используемых в построении ИСУ решений, она может быть предоставлена для использования в виде веб-сервисов, что обеспечивается наличием:

- механизмов поддержки мультипликативности;
- биллинговой системы;
- фреймворков для работы на любых устройствах: от смартфонов и планшетов до больших мониторов настольных компьютеров и информационных панелей;
- механизмов маршрутизации URL-адресов для соответствующих обработчиков;
- механизмов взаимодействия с базами данных;
- палитры элементов управления;
- возможностей задания компоновки веб-приложения;
- механизмов поддержки сеансов и авторизации пользователей.

3) Развитие внешних коммуникативных возможностей до уровня, когда ИСУ ЦЛП может быть вписана в цифровую экосистему. Цифровая экосистема – сложная (по определению сложных систем) самоорганизующаяся, саморегулирующаяся и саморазвивающаяся система [3]. Участник экосистемы фокусируется на собственных преимуществах и сильных сторонах, отдавая другим членам экосистемы непрофильные направления деятельности. Таким образом, цифровая экосистема способна обеспечить непрерывное развитие своих частей за счет установления новых связей и предоставления новых данных. Платформенные решения Интерин позволяют развивать систему в этом направлении за счет:

- возможностей хранения слабоструктурированных данных, в том числе использования внешних по отношению к ИСУ хранилищ;
- предоставления стандартизованного доступа к модели предметной области;
- поддержки распространенных стандартов предоставления и передачи информации (в том числе медицинских карт);
- механизмов диспетчеризации пациента между медицинскими организациями, с обеспечением информационной преемственности;
- имеющихся коммуникативных возможностей и интеграционных модулей связи с федеральными сервисами.

ЛИТЕРАТУРА



1. Бельшев Д.В., Каплицов Д.Ю., Михеев А.Е., Романов А.И., Хаткевич М.И. Информационная система медицинской реабилитации в цифровой экосистеме медицинской помощи. // Врач и информационные технологии. – 2018. – № 5. – С. 34–45.
2. ООО «Интерин технологии». Отчет по проекту № 42691 Фонда содействия инновациям «Разработка ИТ-платформы поддержки персонализированного мониторинга здоровья и медико-социальной и психологической реабилитации». Москва, 2019.
3. Мельникова Е.В., Буйлова Т.В., Бодрова Р.А., Шмонин А.А., Мальцева М.Н., Иванова Г.Е. Использование международной классификации функционирования (МКФ) в амбулаторной и стационарной медицинской реабилитации: инструкция для специалистов // Вестник Восстановительной медицины. – 2017. – № 6 (82).
4. Бельшев Д.В., Гулиев Я.И., Михеев А.Е. Цифровая экосистема медицинской помощи. // Врач и информационные технологии. – 2018. – № 5. – С. 4–17.
5. Гулиев Я.И., Бельшев Д.В., Кочуров Е.В. Медицинская информационная система «Интерин PROMIS Alpha» – новые горизонты. // Врач и информационные технологии. – 2016. – № 6. – С. 6–15.
6. Социальная сеть работников образования. О. Дозморова, Расписание уроков как фактор эффективной организации образовательного процесса. <https://nsportal.ru/shkola/administrirovanie-shkoly/library/2015/03/19/raspisanie-urokov-kak-faktor-effektivnoy> (Дата обращения: 11.11.2019).
7. Первый Бит. Н. Бронникова, Проблемы составления расписания в ВУЗе. <https://www.pulsar.ru/prensa/2004/> (Дата обращения: 11.11.2019).
8. STUDME.ORG. Информационные системы для санаторно-курортного сервиса. https://studme.org/296114/informatika/informatsionnye_sistemy_sanatorno_kurortnogo_servisa (Дата обращения: 11.11.2019).

А.А. ОВАНЕСЯН,

аспирант, Институт программных систем им. А.К. Айламазяна РАН, Россия,
e-mail: ovanesyan@interin.ru

А.В. ЛЕВИЧЕВ,

аспирант, Институт программных систем им. А.К. Айламазяна РАН, Россия,
e-mail: levichev@interin.ru

Д.В. БЕЛЫШЕВ,

к.т.н., Институт программных систем им. А.К. Айламазяна РАН, Россия,
e-mail: belyshev@interin.ru

А.М. ЦИРЛИН,

д.т.н., профессор, Институт программных систем им. А.К. Айламазяна РАН, Россия,
e-mail: tsirlin@sarc.botik.ru

ЗАДАЧИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЕДИЦИНСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ

УДК 61:007 (Медицинская кибернетика)

Ованесян А.А., Левичев А.В., Бельшев Д.В., Цирлин А.М. *Задачи распределения медицинских направлений* (Институт программных систем им. А.К. Айламазяна РАН, Россия)

Аннотация. Обсуждаются постановки и алгоритмы решения задач о формировании маршрутов медицинских обследований и лечения. Рассмотрены задачи об оптимальном маршруте для конкретного пациента с учетом расписания работы врачей и о распределении направлений для группы пациентов с одинаковыми и различающимися требованиями к медицинскому обслуживанию.

Ключевые слова: медицинское обслуживание, выбор последовательности направлений, пункты обслуживания, оптимальный маршрут, обслуживание группы.

UDC 61:007 (Medical Cybernetics)

Ovanesyan A.A., Levichev A.V., Belyshev D.V., Tsirlin A.M. *Tasks of distribution of medical appointments* (Ailamazyan Program Systems Institute of RAS, Russia)

Abstract. The statements and algorithms for solving problems on the formation of routes for medical examinations and treatment are discussed. The problems of the optimal route for an individual patient are considered taking into account the doctors' work schedule and the distribution of appointments for a group of patients with the same and different medical care requirements.

Keywords: medical care, choice of sequence of appointments, service points, optimal route, group service.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важных задач обработки информации в медицинских информационных системах является задача о составлении расписаний обслуживания пациентов и распределении врачебных направлений.

Решение таких задач без привлечения информационных технологий может привести к неравномерной загрузке обслуживающего персонала и потерям времени пациентов на перемещение от одного пункта обслуживания (ПО) к другому и ожиданию приема.

Подобные задачи возникают в разных областях и наиболее близки к задачам составления расписаний, рассмотренными в [1, 2], коммивояжера (см. [3, 4]). Однако задачи распределения медицинских направлений имеют свою специфику, им посвящены исследования [8, 9].

В классической задаче коммивояжера требуется найти замкнутый маршрут между n пунктами, для каждой пары которых задана продолжительность перемещения δ_{ij} . При этом общая продолжительность маршрута $T(v^*)$ должна быть минимальна. Алгоритмы решения такой задачи детально отработаны.



В медицинской практике необходимо учесть не только продолжительность перемещения пациента, но и продолжительность ожидания приема, связанную с расписанием работы ПО. При этом продолжительность ожидания зависит от календарного времени прихода пациента в каждый i -й ПО, а значит, от его предыдущего маршрута.

ПО иногда частично упорядочены – бывает, что пациент не может пройти одни обследования, не пройдя предварительно какие-то другие, или нельзя выполнять некие процедуры сразу после других.

Второй важной особенностью задач формирования маршрутов обслуживания является то, что оптимальный маршрут часто нужно формировать не для одного пациента, а для группы или постоянного потока пациентов, поступающих в медицинское учреждение. Здесь нужно стремиться к минимальным потерям времени на обслуживание в среднем для группы пациентов. При этом сама группа может быть неоднородной, так как у одних пациентов список необходимых ПО может быть отличен от аналогичного списка для других.

В упомянутых выше работах применяется стохастическое моделирование, временные характеристики, универсальные методы планирования и эвристические алгоритмы. В данном исследовании рассмотрены две задачи: выбор маршрута обслуживания конкретного пациента, составление маршрутов для группы пациентов. В решении используется один алгоритм с различными исходными данными, что для информационных технологий является плюсом.

На рынке медицинских информационных систем предлагаются решения, которые предоставляют возможность обеспечить информационную поддержку процессам составления расписания обслуживания пациентов, автоматизацию бизнес-процесса: направление – диспетчеризация – исполнение. К ним относятся такие системы как «Здравница» [5], «Кинт: Управление санаторием» [6], «Санаториум» [7] и ряд других. Алгоритмы распределения медицинских направлений этих систем в открытом доступе недоступны, поэтому оценить их эффективность не представляется возможным. Однако интерес производителей показывает актуальность данной задачи.

Задача выбора маршрута обслуживания конкретного пациента

Пусть заданы:

$j = 1, \dots, n$ – ПО, которые должен пройти пациент;

τ_j – продолжительность обслуживания в каждом j -ом пункте;

t_j – моменты (расписание приема для каждого ПО), в которые j -ый ПО может принять очередного пациента;

t_0 – момент начала движения пациента;

δ_{ij} – продолжительность перемещения пациента из i -го в j -ый пункт. Если посещение j -го пункта невозможно (нельзя пройти j -й ПО после i -го, не проходя некоторого другого), то эта продолжительность сколь угодно велика; $\delta_{ii} = \infty$; $\delta_{ij} \neq \delta_{ji}$.

Обозначим через v – индекс маршрута, то есть последовательности прохождения ПО. Число возможных маршрутов равно $n!$ и уже для $n = 8$ составляет 40320.

Пусть T_{jv} – продолжительность достижения пациентом j -го пункта из заданного начального при выборе v -го маршрута, а T_{ov} – продолжительность ожидания приема в j -м ПО.

В качестве критерия оптимальности выберем общую продолжительность обслуживания пациента, зависящую от выбранного маршрута, T_v :

$$T(v^*) = \min_v T_v. \quad (1)$$

Управлением является вектор U с составляющими u_{ij} , который определяет в какой j -ый ПО должен направиться пациент, прошедший i -ый ПО. Эти составляющие принимают значение ноль, если пациент не направлен в j -ый ПО, и единицу, если он направлен. Поскольку для любого пройденного ПО пациент направляется только в один пункт, то:

$$\sum_i u_{ij} = 1 \forall j, \sum_j u_{ij} = 1 \forall i. \quad (2)$$

Величина T_v состоит из трех слагаемых:

1. Продолжительности перемещения пациента по всем заданным ПО при выбранном v -ом маршруте:

$$T_{dv} = \sum_{i,j=1}^n \delta_{ij} u_{ij}^v. \quad (3)$$

2. Суммарной продолжительности обслуживания во всех пунктах $T_0 = \sum_{j=1}^n \tau_j$, которая не зависит от выбора маршрута.

3. Суммарной продолжительности ожидания приема.

Продолжительность ожидания приема в j -м ПО v -го маршрута равна разнице между ближайшим моментом приема в этом ПО и моментом готовности пациента к обслуживанию (предполагается



отсутствие очереди). Календарный момент готовности к обслуживанию равен сумме момента начала обслуживания t_0 , суммарной продолжительности перемещения и обслуживания на предыдущих ПО $T_{j-1,v}$ и суммарной продолжительности ожидания на предыдущих ПО. Так что продолжительность ожидания приема удовлетворяет рекуррентному соотношению:

$$T_{0j}^v = \min_{t_j} \left[t_j - t_0 - T_{j-1,v} - \sum_{i=0}^{j-1} T_{oi}^v \right], T_{00}^v = 0 \quad \forall v. \quad (4)$$

Здесь величина

$$T_{j-1,v} = \sum_{i=1}^j \delta_{ij} u_{ij}^v + \tau_i. \quad (5)$$

Минимум в (4) ищется на множестве тех моментов t_j , для которых значение T_{0j}^v не отрицательно. Это множество зависит от выбранного маршрута. Множество возможных моментов приема включает только те моменты, которые не выписаны предыдущим пациентам, что исключает образование очереди.

Будем называть сумму продолжительностей перемещения и ожидания дополнительными затратами времени. Оптимальный маршрут предполагает достижение минимума этих дополнительных затрат.

Оценку снизу для минимального времени обслуживания $T(v^*)$ нетрудно получить, предположив, что время ожидания во всех ПО близко к нулю, и найдя маршрут v_0 , соответствующий минимуму суммарного времени перемещения между ПО. Расчет такого маршрута сводится к решению известной задачи коммивояжера [3, 4].

Задача коммивояжера допускает матричную интерпретацию. Пусть по столбцам и строкам матрицы направлений отложены ПО. На пересечении каждого столбца с каждой строкой содержится «расстояние» δ_{ij} между соответствующими ПО. Выделение элемента матрицы соответствует направлению пациента в j -ый ПО, если он прошел i -ый. Так как пациенту не нужно возвращаться в пройденный ПО, то $\delta_{ii} = \infty$.

Задача заключается в том, чтобы выделить в каждой строке матрицы по одному элементу, так, чтобы выделенные элементы находились в разных столбцах, и при этом условии сумма расстояний по всем выделенным элементам была минимальна. Выбор вектора управления оптимизирует матрицу направлений.

В качестве «расстояния» могут фигурировать продолжительность перемещения пациента, стоимость перемещения и прочее. В нашей задаче

расстояние соответствует затратам времени на переход в очередной ПО. В задаче с разомкнутым маршрутом, в которой задан начальный ПО (регистратура), выделенные элементы в матрице переходов должны располагаться во всех столбцах, кроме того, который соответствует начальному ПО, и во всех строках, кроме той, которая окажется соответствующей конечному ПО.

Алгоритмы решения задачи коммивояжера тщательно изучены и мы не будем здесь на них останавливаться. Кратко опишем лишь алгоритм «ветвей-границ», поскольку он применен для задач рассмотренных ниже.

Основные этапы алгоритма для задачи с заданным начальным ПО и разомкнутым маршрутом:

1. Строят матрицу переходов, исключив столбец, соответствующий начальному ПО.
2. В каждой строке находят минимальное расстояние d_i и вычитают этот минимум из всех элементов строки.
3. Получают редуцированную матрицу, в каждой строке которой стоят приросты расстояния по отношению к минимальному. Каждая строка содержит не менее одного нуля.
4. В каждом столбце редуцированной матрицы приростов находят минимальный элемент d_i и вычитают его из каждого элемента соответствующего столбца.
5. Получают вторую редуцированную матрицу, в каждой строке и в каждом столбце которой имеется не менее одного нуля.
6. Оценивают каждый из нулей. Оценкой нуля является сумма минимальных элементов второй редуцированной матрицы вычисленных по столбцу и по строке, в пересечении которых стоит оцениваемый нуль. Эта сумма является нижней оценкой прироста суммарного расстояния в том случае, если клетка, соответствующая положению оцениваемого нуля, не будет выбрана в качестве перехода.
7. Выбирают в качестве перехода ту клетку матрицы переходов, которой соответствует во второй редуцированной матрице нуль с максимальной оценкой.
8. Исключают из матрицы переходов строку и столбец, для которых выбран переход, а в клетке, соответствующей обратному переходу для выбранных ПО, ставят бесконечность.
9. Возвращаются к пункту 2.

Заметим, что величину минимального суммарного расстояния для разомкнутого маршрута легко



оценить снизу. Эта оценка равна сумме d_i по всем строкам матрицы, кроме той, которая окажется соответствующей последнему на оптимальном маршруте ПО:

$$L^* = \sum_{i=1}^n d_i - d_f. \quad (6)$$

Поскольку до решения задачи мы не знаем какой ПО окажется последним, то для получения несколько более грубой нижней оценки можно в правой части равенства (6) вместо d_f вычесть максимальное по i значение d_i .

Маршрут, найденный при допущении того, что время ожидания пренебрежимо мало, будем называть «идеальным». Продолжительность обслуживания на идеальном маршруте равна сумме минимальной продолжительности перемещения и T_0 .

Отметим, что приведенный алгоритм оптимизации матрицы направлений является общим и может быть использован и в том случае, когда эта матрица прямоугольная, а не квадратная.

Равенства (3), (4) позволяют для любого выбранного маршрута найти продолжительность обслуживания. Одним из таких маршрутов может быть «близорукий» маршрут v_b . При формировании этого маршрута в момент t_0 из всех потребных ПО выбирают в качестве первого тот, для которого дополнительные затраты времени на перемещение и ожидание из начального пункта (регистратуры) минимальны.

Вычисляют момент готовности пациента к дальнейшему обслуживанию t_i с учетом прохождения первого ПО и выбирают следующий пункт вновь по минимуму дополнительных затрат времени. Число перебираемых вариантов на первом шаге равно n , на втором $n-1$ и так далее. Для восьми ПО общее число расчетов дополнительных затрат времени составит 35. Продолжительность обслуживания на «близоруком» маршруте (суммарные дополнительные затраты плюс T_0) является оценкой сверху для искомой минимальной продолжительности обслуживания. Так что:

$$T(v_b) \geq T(v^*) \geq T(v_0). \quad (7)$$

Другим способом получения верхней оценки критерия оптимальности является расчет по формуле (4) суммарной продолжительности ожидания приема для выбранного «идеального» маршрута. Пусть она равна $\Delta T(v_0)$. Тогда неравенства (7) примут форму:

$$T(v_0 + \Delta T(v_0)) \geq T(v^*) \geq T(v_0). \quad (8)$$

Если в каком-либо из неравенств (7) или (8) оценки сверху и снизу отличаются не более, чем, например, на 5%, то маршрут, доставляющий более низкую оценку сверху, «близорукий» либо «идеальный», но с реальным ожиданием приема, может быть принят в качестве оптимального.

В противном случае может быть использован алгоритм поиска маршрута, уменьшающего суммарное время обслуживания. Для этого введем в «близорукий» алгоритм процедуру учета времени ожидания приема. А именно, на первом шаге для выбора первого пункта находим $l < n$ ПО, для которых дополнительные затраты времени минимальны. Число таких «перспективных» ПО может составлять выбранную долю от n . Каждому из выбранных ПО с учетом продолжительности обслуживания соответствует свой момент готовности пациента к новому обслуживанию $t_{ij}, j = 1, \dots, l$. Для каждого такого момента можно найти группу l «перспективных» ПО и среднюю для этой группы величину дополнительных затрат времени (вероятные дополнительные затраты).

Выбор первого пункта осуществляем так, чтобы сумма дополнительных затрат на первом шаге и вероятных дополнительных затрат, зависящих от выбора первого ПО, была минимальна. То есть в алгоритме с учетом времени ожидания приема выбирают ПО на первом шаге с учетом вероятной величины дополнительных затрат на втором шаге.

На следующем шаге расчет повторяют по тому же правилу, исключив выбранный на первом шаге пункт. При этом группа «перспективных ПО» уже найдена, так что требуется только для каждого из них найти вероятные дополнительные затраты на перемещение и ожидание приема на третьем шаге.

Прогнозируют дополнительные затраты на два шага, но реализуют только первый. Число перебираемых вариантов даже в случае, когда все пункты на каждом шаге рассматривают как «перспективные», для восьми ПО равно 168.

Задача распределения направлений при обслуживании группы пациентов

Результатом предыдущей задачи является маршрут для одного пациента. Во многих случаях необходимо составить расписание обслуживания для



группы пациентов. Например, для прохождения профосмотров, когда предприятие направляет своих сотрудников в лечебное учреждение. В этом случае все пациенты равноправны между собой и надо сократить средние дополнительные затраты времени для группы. Не является оптимальным решение, для которого первоначально выбирают оптимальный маршрут первого пациента с использованием изложенного выше алгоритма, затем делают то же для следующего пациента, исключив моменты приема, которые заняты первым, и так далее, так как выбор для первых влияет на возможности выбора маршрутов для последующих пациентов.

Естественным критерием для группы пациентов является минимум среднего времени обслуживания группы, чему соответствует максимум пропускной способности системы ПО. Эта пропускная способность ограничена «узким местом», то есть числом пациентов, которое может пропустить ПО, имеющий максимальное значение продолжительности обслуживания $\tau^* = \max_j \tau_j$. Назовем этот пункт «критическим». Если продолжительность работы ПО T_R часов в сутки, то пропускная способность каждого ПО равна:

$$C_j = \frac{T_R}{\tau_j}$$

пациентов в день. Для «критического» ПО пропускная способность C^0 минимальна. Если число пациентов в группе больше, чем C^0 , то обслуживание должно продолжаться больше одного дня. Если оно меньше, то нужно обеспечить такую выдачу направлений, чтобы «критический» ПО успел принять всех пациентов. Таким образом нужно, чтобы дополнительные суммарные затраты времени пациентов были минимальны и при этом «критический» ПО был полностью загружен.

Введем определения:

1. Состояние системы «Пациенты-ПО» характеризуется для каждого i -го пациента ($i=1, \dots, m$) моментом готовности к обслуживанию t_i , не пройденными им ПО с их моментами приема t_j , ближайшими и большими, чем t_i . Время ожидания приема $T_{oij} = t_j - t_i$. Еще одной составляющей вектора состояния является момент календарного времени начала стадии t_k . Таким образом, вектор состояния X_k имеет размерность $n_k + m_k + 1$ с неотрицательными составляющими.

2. Назовем k -ой стадией процесса обслуживания переход системы «Пациенты-ПО» из одного состояния в другое, при котором хотя бы один из

пациентов прошел один ПО. Начальное состояние задано.

3. Будем называть «расстоянием» $\delta_{ij}^k(t_k, X_k)$ между пациентом и непройденным пунктом суммарные дополнительные затраты времени на перемещение в ПО и ожидание приема в этом пункте. Расстояние зависит от состояния системы и меняется от стадии к стадии. Меняется и число пациентов m_k , не прошедших все ПО, и число ПО n_k , через которые не прошли все пациенты. Причем эти числа монотонно уменьшаются. Матрицу, в которой «расстояния» стоят на пересечении строки пациента и столбца ПО, называют матрицей направлений.

4. Вектором управления U_k на каждой стадии является вектор, определяющий в какой из ПО направлен на этой стадии каждый из пациентов. Он имеет размерность $m_k n_k$, его составляющие u_{ijk} принимают значение 1, если пациент направлен в данный ПО и ноль, если он не направлен. Так как каждый пациент на данной стадии направляется только в один ПО, то для вектора управления выполнены условия:

$$\sum_i u_{ijk} = 1 \forall j, k \quad \sum_j u_{ijk} = 1 \forall i, k. \quad (9)$$

Критерием оптимальности задачи является минимум суммарных затрат времени всеми пациентами на всех стадиях:

$$T = \sum_{k,i,j} \delta_{ij}^k(t_k, X_k) u_{ijk} \rightarrow \min / X_{k+1} = F(X_k, U_k). \quad (10)$$

Начальное состояние X_0 известно. Связь F между состояниями на соседних стадиях и вектором управления задана алгоритмически через матрицу направлений. При этом:

$$t_{i,k+1} = t_{ik} + \sum_j (\delta_{ij} + \tau_j) u_{ijk}, \quad t_{k+1} = \min_i t_{i,k+1}, \quad (11)$$

где продолжительность обслуживания τ_j предполагается одинаковой для всех пациентов. Моменты начала приема ближайшие и большие $t_{i,k+1}$ изменяются с изменением моментов готовности.

Если δ_{ij} бесконечно велико, а $u_{ijk} = 0$, то их произведение будем предполагать равным нулю.

Алгоритм распределения направлений

Упорядочим ПО по продолжительности обслуживания, так что критическому ПО соответствует последний столбец. На пересечении i -ой строки



и j -го столбца в матрице направлений стоит «расстояние» между соответствующим пациентом и ПО, равное сумме продолжительности перехода пациента из пройденного последнего ПО в j -ый и продолжительности ожидания в нем. Чтобы вычислить расстояние и построить матрицу переходов нужно знать пройденный пациентом последний ПО, все непройденные и момент готовности t_i . Для пройденных ПО или для тех, которые нельзя пройти, не пройдя предварительно некоторого другого, расстояние δ_{ij} , соответствующее элементу матрицы переходов, считается бесконечным.

Матрица направлений отличается от матрицы, использованной в предыдущем разделе, тем, что она не является квадратной и меняется от стадии к стадии. Некоторые направления могут быть заранее фиксированными по тем или иным причинам. В этом случае строку и столбец, соответствующие фиксированному направлению, исключают из матрицы, а расстояние, стоящее в фиксированном элементе матрицы, добавляют к минимальному расстоянию, найденному в результате решения.

Чтобы критический пункт был полностью загружен, алгоритм предполагает, что в любом состоянии первоначально выделяют минимальный по строкам элемент последнего столбца и соответствующий пациент получает направление в критический ПО. После этого число пациентов и число ПО уменьшается на единицу, за счет исключения из матрицы направлений строки, соответствующей выбранному пациенту и последнего столбца.

В терминах получившейся модифицированной матрицы задача заключается в том, чтобы в каждой ее строке выбрать один элемент, находящийся в столбце, не содержащем других выбранных элементов, так, чтобы сумма расстояний для всех выбранных элементов матрицы переходов была минимальной.

Такой выбор позволяет найти следующее состояние системы «Пациенты-ПО». При этом в новой матрице число элементов с бесконечным расстоянием возрастает, столбец или строку, в которых все элементы равны бесконечности, исключают, уменьшая размерность матрицы. Расчет заканчивается, когда все пациенты пройдут все предназначенные для каждого из них ПО.

Задача о выборе направлений для модифицированной матрицы совпадает с оптимизацией матрицы направлений в задаче выбора индивидуального маршрута обслуживания и может быть решена

с использованием тех же алгоритмов, в частности, изложенного выше алгоритма «ветвей-границ». В данном случае эту задачу приходится решать для каждого перехода от стадии к стадии. Справедлива и оценка δ), без вычитания d_j , для добавочных затрат времени на каждой стадии, а следовательно, и оценка затрат времени для всего процесса как суммы этих затрат по всем стадиям.

Результатом решения задачи является n взаимосвязанных маршрутов, для которых средняя продолжительность обслуживания пациента близка к минимуму.

Данный алгоритм не гарантирует получения оптимального решения, так как он игнорирует связь между состоянием на предыдущей и состоянием на текущей стадии, выбор управления на каждой стадии осуществляется только по минимуму суммарных дополнительных затрат на этой стадии. Поэтому полученное решение следует проверить на оптимальность, используя, как это было сделано для индивидуального маршрута, сравнение с нижней оценкой или варьирование траектории на двух соседних стадиях.

Пример решения задачи распределения направлений при обслуживании группы пациентов

Рассмотрим ситуацию, когда количество пациентов m равно количеству пунктов n . Данные о ПО представлены в *таблице 1*. Продолжительность передвижения между ПО указана в *таблице 2*.

Любой ответ на начальной стадии будет локально оптимальным, так как «расстояние» у всех пациентов одинаковое. Начальное (нулевое) состояние системы «Пациенты-ПО»:

1. 1-й пациент: P_5 (8:00–8:20);
2. 2-й пациент: P_4 (8:00–8:05);
3. 3-й пациент: P_1 (8:00–8:10);
4. 4-й пациент: P_3 (8:00–8:10);
5. 5-й пациент: P_2 (8:00–8:15).

Построим матрицу направлений для определения второго состояния системы «Пациенты-ПО» (*в таблице 3*). Для пройденных пациентами ПО расстояние считается бесконечным.

Оценка снизу по δ) при $d_j = 0$ равна 25 минутам.

Чтобы критический пункт (у него самая большая продолжительность обслуживания) был загружен, выделяем минимальный элемент по строкам в столбце критического ПО. В данном случае он будет у 3-го пациента.



Таблица 1

ПО

ПО P_j	τ_j	t_j
1. P_1 Врач-терапевт	10	(8:00, 8:10, 8:20, 8:30, 8:40, 8:50, 9:00, 9:10, 9:20, 9:30, 9:40, 9:50, 10:00, 10:10, 10:20)
2. P_2 Врач-оториноларинголог	15	(8:00, 8:15, 8:30, 8:45, 9:00, 9:15, 9:30, 9:45, 10:00, 10:15, 10:30, 10:45, 11:00, 11:15, 11:30)
3. P_3 Врач-психиатр	10	(8:00, 8:10, 8:20, 8:30, 8:40, 8:50, 9:00, 9:10, 9:20, 9:30, 9:40, 9:50, 10:00, 10:10, 10:20)
4. P_4 Врач-нарколог	5	(8:00, 8:05, 8:10, 8:15, 8:20, 8:25, 8:30, 8:35, 8:40, 8:45, 8:50, 8:55, 9:00, 9:05, 9:10, 9:15, 9:20, 9:25, 9:30, 9:35, 9:40, 9:45, 9:50, 9:55, 10:00, 10:05, 10:10, 10:15, 10:20, 10:25)
5. P_5 Врач-невролог	20	(8:00, 8:20, 8:40, 9:00, 9:20, 9:40, 10:00, 10:20, 10:40, 11:00, 11:20, 11:40, 12:00, 12:20, 12:40)

Таблица 2

Продолжительность передвижения между ПО

ПО	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
P_1	∞	5	3	4	2
P_2	5	∞	5	5	5
P_3	3	5	∞	2	4
P_4	4	4	2	∞	4
P_5	3	6	5	4	∞

Таблица 3

Матрица направлений

ПО \ Пациенты	P_4	P_1	P_3	P_2	P_5
1-й пациент	5	10	10	10	∞
2-й пациент	∞	5	5	10	15
3-й пациент	5	∞	10	5	10
4-й пациент	5	10	∞	5	10
5-й пациент	5	5	5	∞	15

Таблица 4

Редуцированная матрица направлений

ПО \ Пациенты	P_4	P_1	P_3	P_2
1-й пациент	5	10	10	10
2-й пациент	∞	5	5	10
4-й пациент	5	10	∞	5
5-й пациент	5	5	5	∞

Таблица 5

Поиск минимального расстояния по строке

ПО \ Пациенты	P_4	P_1	P_3	P_2	d_i
1-й пациент	5	10	10	10	5
2-й пациент	∞	5	5	10	5
4-й пациент	5	10	∞	5	5
5-й пациент	5	5	5	∞	5



Убираем строку и столбец выбранного элемента. Для оставшихся элементов матрицы решаем задачу выбора направлений (в таблице 4), используя алгоритм ветвей-границ.

1. Находим минимальное расстояние d_i в строке и вычитаем этот минимум из всех элементов строки (в таблицах 5, 6).

2. Находим минимальное расстояние d_i в каждом столбце и вычитаем этот минимум из всех элементов столбца (в таблице 7).

3. Оцениваем нули второй редуцированной матрицы (в таблице 8).

4. Выбираем в качестве перехода ту клетку матрицы переходов, которая соответствует во второй редуцированной матрице нулю с максимальной оценкой (у 1-го пациента).

5. Исключаем из матрицы направлений строку и столбец, соответствующие клетке перехода. Повторяем действия с 1-го пункта. В таблице 9 представлена матрица направлений после исключения строки и столбца выбранного элемента.

Таблица 6

Редуцированная по строкам матрица

Пациенты \ ПО	P_4	P_1	P_3	P_2	d_i
1-й пациент	0	5	5	5	5
2-й пациент	∞	0	0	5	5
4-й пациент	0	5	∞	0	5
5-й пациент	0	0	0	∞	5

Таблица 7

Редуцированная по столбцам матрица

Пациенты \ ПО	P_4	P_1	P_3	P_2	d_i
1-й пациент	0	5	5	5	5
2-й пациент	∞	0	0	5	5
4-й пациент	0	5	∞	0	5
5-й пациент	0	0	0	∞	5
d_j	0	0	0	0	

Таблица 8

Оценка нулей

Пациенты \ ПО	P_4	P_1	P_3	P_2	d_i
1-й пациент	0 (5)	5	5	5	5
2-й пациент	∞	0 (0)	0 (0)	5	5
4-й пациент	0 (0)	5	∞	0 (5)	5
5-й пациент	0 (0)	0 (0)	0 (0)	∞	5
d_j	0	0	0	0	

Таблица 9

Матрица направлений для поиска третьего элемента

Пациенты \ ПО	P_1	P_3	P_2
2-й пациент	5	5	10
4-й пациент	10	∞	5
5-й пациент	5	5	∞



В итоге после выбора всех элементов в матрице направлений первое состояние системы «Пациенты-ПО»:

1. 1-й пациент: P_5 (8:00–8:20) \rightarrow P_4 (8:25–8:30);
2. 2-й пациент: P_4 (8:00–8:05) \rightarrow P_1 (8:10–8:20);
3. 3-й пациент: P_1 (8:00–8:10) \rightarrow P_5 (8:20–8:40);
4. 4-й пациент: P_3 (8:00–8:10) \rightarrow P_2 (8:15–8:30);
5. 5-й пациент: P_2 (8:00–8:15) \rightarrow P_3 (8:20–8:30).

Время переходов равно 30 минут, что на 5 минут больше оценки снизу.

По аналогии с предыдущими шагами определяем следующие состояния системы.

Второе состояние системы «Пациенты-ПО»:

Оценка снизу равна 35 минут.

1. 1-й пациент: P_5 (8:00–8:20) \rightarrow P_4 (8:25–8:30) \rightarrow P_1 (8:40–8:50);
2. 2-й пациент: P_4 (8:00–8:05) \rightarrow P_1 (8:10–8:20) \rightarrow P_3 (8:30–8:40);
3. 3-й пациент: P_1 (8:00–8:10) \rightarrow P_5 (8:20–8:40) \rightarrow P_2 (8:45–9:00);
4. 4-й пациент: P_3 (8:00–8:10) \rightarrow P_2 (8:15–8:30) \rightarrow P_5 (8:40–9:00);
5. 5-й пациент: P_2 (8:00–8:15) \rightarrow P_3 (8:20–8:30) \rightarrow P_4 (8:35–8:40).

Время переходов равно 40 минут, что на 5 минут больше оценки снизу.

Третье состояние системы «Пациенты-ПО»:

Оценка снизу равна 50 минут.

1. 1-й пациент: P_5 (8:00–8:20) \rightarrow P_4 (8:25–8:30) \rightarrow P_1 (8:40–8:50) \rightarrow P_3 (9:00–9:10);
2. 2-й пациент: P_4 (8:00–8:05) \rightarrow P_1 (8:10–8:20) \rightarrow P_3 (8:30–8:40) \rightarrow P_5 (9:00–9:20);
3. 3-й пациент: P_1 (8:00–8:10) \rightarrow P_5 (8:20–8:40) \rightarrow P_2 (8:45–9:00) \rightarrow P_4 (9:05–9:10);
4. 4-й пациент: P_3 (8:00–8:10) \rightarrow P_2 (8:15–8:30) \rightarrow P_5 (8:40–9:00) \rightarrow P_4 (9:10–9:15);
5. 5-й пациент: P_2 (8:00–8:15) \rightarrow P_3 (8:20–8:30) \rightarrow P_4 (8:35–8:40) \rightarrow P_1 (8:50–9:00).

Время переходов равно 55 минут, что на 5 минут больше оценки снизу.

Четвертое состояние системы «Пациенты-ПО»:

Оценка снизу равна 50 минут.

1. 1-й пациент: P_5 (8:00–8:20) \rightarrow P_4 (8:25–8:30) \rightarrow P_1 (8:40–8:50) \rightarrow P_3 (9:00–9:10) \rightarrow P_2 (9:15–9:30);
2. 2-й пациент: P_4 (8:00–8:05) \rightarrow P_1 (8:10–8:20) \rightarrow P_3 (8:30–8:40) \rightarrow P_5 (9:00–9:20) \rightarrow P_2 (9:30–9:45);
3. 3-й пациент: P_1 (8:00–8:10) \rightarrow P_5 (8:20–8:40) \rightarrow P_2 (8:45–9:00) \rightarrow P_4 (9:05–9:10) \rightarrow P_3 (9:20–9:30);
4. 4-й пациент: P_3 (8:00–8:10) \rightarrow P_2 (8:15–8:30) \rightarrow

- P_5 (8:40–9:00) \rightarrow P_4 (9:10–9:15) \rightarrow P_1 (9:20–9:30);
5. 5-й пациент: P_2 (8:00–8:15) \rightarrow P_3 (8:20–8:30) \rightarrow P_4 (8:35–8:40) \rightarrow P_1 (8:50–9:00) \rightarrow P_5 (9:20–9:40).

Время переходов равно 50 минут, что соответствует оценке снизу.

Все маршруты найдены. Минимальное суммарное время переходов и ожидания для группы равно 175 минут, что на 15 минут больше суммарной оценки снизу.

Сравнение результатов при обслуживании группы пациентов

Ранее утверждалось, что для обслуживания группы пациентов неправомерно использовать алгоритм, при котором последовательно находят оптимальные маршруты для каждого пациента. Покажем это на примере.

С помощью алгоритма решения задачи выбора маршрута обслуживания конкретного пациента по таблице 1 найдем последовательно 5 маршрутов: определяем оптимальный маршрут для пациента, найденные моменты приема убираем из множества моментов t_j определяем следующий маршрут и так далее.

В итоге, найдены маршруты:

- 1-й пациент: P_2 (8:00–8:15) \rightarrow P_3 (8:20–8:30) \rightarrow P_5 (8:40–9:00) \rightarrow P_4 (9:05–9:10) \rightarrow P_1 (9:20–9:30);
- 2-й пациент: P_5 (8:00–8:20) \rightarrow P_3 (8:30–8:40) \rightarrow P_2 (8:45–9:00) \rightarrow P_4 (9:10–9:15) \rightarrow P_1 (9:30–9:40);
- 3-й пациент: P_2 (8:15–8:30) \rightarrow P_3 (8:40–8:50) \rightarrow P_5 (9:00–9:20) \rightarrow P_4 (9:25–9:30) \rightarrow P_1 (9:40–9:50);
- 4-й пациент: P_5 (8:20–8:40) \rightarrow P_3 (8:50–9:00) \rightarrow P_1 (9:10–9:20) \rightarrow P_4 (9:35–9:40) \rightarrow P_2 (9:45–10:00);
- 5-й пациент: P_2 (8:30–8:45) \rightarrow P_3 (9:00–9:10) \rightarrow P_5 (9:20–9:40) \rightarrow P_4 (9:45–9:50) \rightarrow P_1 (10:00–10:10).

Суммарное время переходов и ожидания равно 185 минут, что на 10 минут больше, чем при решении задачи обслуживания группы с помощью предложенного выше алгоритма.

Выводы

Приведены постановки и алгоритмы решения задач о формировании маршрутов обслуживания пациентов в медицинских информационных системах для конкретного пациента и для группы. Показано, что во многих случаях эти задачи могут быть решены с использованием алгоритмов близких к алгоритмам решения задачи коммивояжера и ее модификаций.



ЛИТЕРАТУРА



1. *Войтенков С.С., Денисов Е.С.* Применение теории расписаний в грузовых автомобильных перевозках // Развитие теории и практики автомобильных перевозок, транспортной логистики. – 2017. – С. 325–334.
2. *Коган Д.И., Сигал И.Х.* Учет временных характеристик для одного класса задач построения расписаний работы перемещающегося процессора // Автоматика и телемеханика. – 2015. – № 12. – С. 121–134.
3. *Жукова Г.Н., Ульянов М.В., Фомичев М.И.* Эффективный по времени точный комбинированный алгоритм для асимметричной задачи коммивояжера // Бизнес-информатика. – 2018. – № 3(45) – С. 20–28.
4. *Подшивалов С.Ф., Подшивалова К.С., Левицкая Л.В., Дунаев С.В.* Совершенствование алгоритма метода ветвей и границ в задаче коммивояжера для автомобильного транспортного графа // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2017. – № 1 (21). – С. 169–180.
5. Электронное расписание процедур. Сетевой программный комплекс «Здравница» (<http://resortsoft.ru/dispatcherzaciya.html>).
6. Документ «Назначение услуг». КинтВики ([http://wiki.kint.ru/index.php/Документ_«Назначение_услуг»_\(КУС\)](http://wiki.kint.ru/index.php/Документ_«Назначение_услуг»_(КУС))).
7. Санаториум (<http://sanatorium-is.ru/>).
8. *Zacharias C., Armony M.* Joint Panel Sizing and Appointment Scheduling in Outpatient Care // Management Science. – 2016. – № 11.
9. *Liu N.* Optimal Choice for Appointment Scheduling Window under Patient No-Show Behavior // Production and Operations Management. – 2016. – № 1.

Новости отрасли



В ПОИСКЕ НОВЫХ ГОРИЗОНТОВ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В МЕДИЦИНЕ

Секция, посвященная ИИ в медицине, состоялась 21 октября в рамках проходящего в технопарке «Сколково» VIII Международного форума инновационного развития «Открытые инновации». В заседании приняли участие эксперты Ассоциации разработчиков и пользователей систем искусственного интеллекта в медицине «Национальная база медицинских знаний» (НБМЗ).

Доклад директора центра развития комплексных проектов НТИ Андрея Алмазова был посвящен мета-проектной деятельности как закономерному этапу эволюции управления системными проектами. При этом происходит переход от управления ресурсами и временем к управлению культурой и ценностями, от изолированных продуктов проектов – к программам продуктов и консорциумам ответственности. А целью является воспроизводящееся сообщество лидеров рынка, закрепление и удержание позиций.

О том, что такой подход работает эффективно, рассказали руководители компаний-участников «НБМЗ» Александр Гусев и Сергей Сорокин. «Наш стартап увидел огромную пользу в объединении», – отметил эксперт компании «К-МИС» Александр Гусев, – «мы объединяемся с другими участниками и делаем новые сервисы». В то же время, по мнению Александра, поднятия волны ИИ-разработок в медицине России до уровня «цунами» еще далеко: «Для этого, по крайней мере, волна цунами должна стать выше существующих барьеров».

Впрочем, несовершенство законодательства не мешает достигать успехов в отдельных областях, как, например, в радиологии, о чем рассказал руководитель компании «Интеллоджик» Сергей Сорокин. Вдохновившись успехами региональных пилотов (прежде всего на Ямале), компания уже готовит для рынка новый продукт.

«Пора искать новые горизонты применения ИИ в медицине», – резюмировал итоги дискуссии на секции её ведущий Сергей Воинов, директор по акселерации, руководитель направления Digital Health фонда «Сколково».

Источник: ассоциация «Национальная база медицинских знаний»,
<http://nbmz.ru/2019/10/21/v-poiske-novyh-gorizontov-primenenija-ii-v-medicine/>

Е.К. ВЕРХОВСКАЯ,

консультант отдела внедрения ООО «Интерин технологии», г. Москва, Россия, e-mail: vek@interin.ru

А.Е. МИХЕЕВ,

к.т.н., старший научный сотрудник Исследовательского центра медицинской информатики Института программных систем им. А.К. Айламазяна РАН, Россия, e-mail: miheev@interin.ru

А.В. РОМАНОВ,

заместитель главного врача по медицинской части (по поликлинике) ФГБУ «ЦКБ с поликлиникой» Управления делами Президента Российской Федерации, г. Москва, Россия, e-mail: rav015332@cchp.ru

БЫСТРОЕ СОЗДАНИЕ ПРОТОТИПОВ ГРАФИЧЕСКИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ДАННЫХ (ДАШБОРДОВ) ДЛЯ АРМ РУКОВОДИТЕЛЯ В МИС

УДК 61:007 (Медицинская кибернетика)

Верховская Е.К., Михеев А.Е., Романов А.В. Быстрое создание прототипов графических представлений данных (дашбордов) для АРМ руководителя в МИС (ООО «Интерин технологии», г. Москва, Россия; Исследовательский центр медицинской информатики Института программных систем им. А.К. Айламазяна РАН, Россия; ФГБУ «ЦКБ с поликлиникой» Управления делами Президента Российской Федерации, г. Москва, Россия)

Аннотация. Статья посвящена методам быстрого создания прототипов графических представлений данных для мониторинга результатов деятельности объекта управления в процессе функционирования медицинских организаций, формируемых с применением инструментария Oracle Apex.

Ключевые слова: медицинская информационная система, визуализация данных, АРМ руководителя, Oracle Apex, дашборд, ключевые показатели деятельности.

UDC 61:007 (Medical Cybernetics)

Verhovskaya E.K., Mikheev A.E., Romanov A.V. Rapid prototyping of graphical representations of data (dashboards) for the head workstation in the HIS (Interin technologies LLC, Moscow, Russia; Research center of medical Informatics of the Institute of software systems A.K. Aylamazyan, Russian Academy of Sciences, Russia; Federal state budgetary institution «CCB with polyclinic» Of the office of the President Of the Russian Federation, Moscow, Russia)

Abstract. The article is devoted to the methods of rapid prototyping of graphical representations of data for monitoring the performance of the management object in the functioning of medical organizations formed with the use of tools Oracle Apex.

Keywords: medical information system, data visualization, Manager's workstation, Oracle Apex, dashboard, key performance indicators.

Введение

В здравоохранении любая деятельность имеет стоимость и обладает качеством, следовательно может быть представлена в виде значимых данных, которые могут быть использованы руководством больницы для понимания текущего состояния дел, также как, к примеру, физиологические данные могут свидетельствовать о наличии сердечного приступа или риска его возникновения. Наличие информационной системы, обеспечивающей сбор, обработку и представление различных срезов медицинской и прочей информации, необходимой для управления больницей, позволяет проводить регулярное и квалифицированное измерение технологических процессов и оценку результатов лечения, а значит и всей деятельности [1].

Современные медицинские информационные системы (МИС), призванные выполнять целый ряд важнейших задач медицинской организации (МО), помимо снижения трудозатрат врачей на оформление документов, обеспечения информационной поддержки лечебного процесса, оптимизации документооборота, должны обеспечивать всесторонний анализ эффективности учреждения и помогать принимать управленческие решения, что должно стать основой усилий по повышению качества и безопасности медицинского обслуживания [2].



Зачастую данные, необходимые руководителям лечебных учреждений, содержатся в довольно объемных статистических отчетах, формируемых системой, и, как правило, они представлены в табличном виде, что не всегда удобно анализировать, учитывая особенность экспоненциального роста объема хранимой информации. Возникает проблема интерпретации накопленных данных.

Задачи внедрения в практику управления деятельностью МО принятия управленческих решений по результатам онлайн-анализа системы ключевых показателей деятельности решаются хорошо известным методом контрольных панелей или дашбордов [3, 6–12]. В статье рассматриваются некоторые методы графического представления и детализации данных, наиболее точно и понятно отражающих текущее положение дел в МО, на контрольных панелях автоматизированного рабочего места (АРМ) руководителя в составе МИС.

Измерение и интерпретация данных в МИС

Первоочередной задачей любой больницы или лечебно-профилактического объединения всегда было и остается вылечивание пациентов посредством оказания им медицинской помощи. Немаловажной составляющей работы современной больницы являются оказание медицинских услуг, вопросы управления ресурсами, экономической эффективности и конкурентоспособности, удовлетворенность пациентов и персонала. Для решения этих вопросов требуется огромный объем ежедневных данных: число посещений и законченных случаев, пролеченных и госпитализированных больных, текучесть кадров, количество жалоб, нормативные требования, финансовые данные по платежам и денежным поступлениям. Приходится ориентироваться на стандарты и лучшие практики, а также уровень удовлетворенности пациентов.

Наличие информационной системы, обеспечивающий сбор, обработку и представление различных срезов медицинской и прочей информации, необходимой для управления больницей, позволяет проводить регулярное измерение технологических процессов и оценку результатов лечения, а значит и всей деятельности организации.

Но даже при использовании электронной истории болезни и наличии развитых средств автоматизации, медицинская помощь все труднее поддается повседневному оперативному управлению. В результате возникает переизбыток данных,

который в зарубежной литературе называется DRIP-синдромом (DRIP – сокращение от “data-rich, information-poor” – много данных, мало информации), не позволяющих руководителям сосредоточиться на главных целях и важнейшей информации. Возможным решением для преодоления DRIP-синдрома является сосредоточение на отдельных процессах и их непрерывное совершенствование, когда оцениваются лишь некоторые показатели деятельности, но, в то же время являющиеся ключом к пониманию работы отделения, больницы или лечебно-профилактического объединения в целом.

Измерение – это сбор количественных данных о процессе или его составляющих элементах, другими словами, сбор значимых и достоверных сведений, позволяющих точно оценить течение процесса. Измерение должно опираться на числовые показатели, отражающие состояние и динамику процесса. Оценка результатов деятельности – превращение результатов измерений процессов в информацию, которую можно использовать для формулировки выводов о течение процесса и вынесения решений о необходимых корректировках. Один из способов оценки деятельности – рассмотрение ее динамики, другой – сравнение с внешними стандартами. Основное средство для оценки деятельности – это статистические методы, создающие основу для интерпретации собранных данных.

Простое отображение статистических данных, полученных в ходе измерения, не дадут четкого понимания ситуации. Но если преобразовать многомерный поток данных, например, в диаграммы, процесс восприятия информации станет легче. Однако и на этом этапе полученная информация может быть не очень полезной. Отображение просто диаграмм с некими значениями не несет никакой семантической нагрузки. В идеале, любой показатель должен предлагать ответы на те вопросы, которые волнуют руководителей МО как в текущий момент времени, так и в перспективе. Чтобы не утонуть в потоке данных и диаграмм, необходимо выделить ключевые процессы и показатели, дающие интегрированную оценку деятельности в целом. Для этого в МИС должен быть инструмент для быстрого прототипирования представлений информации на уровне руководителей МО в соответствии с концепцией дашбордов, отображающих краткие показатели на одной экранной форме. По результатам анализа прототипов может быть уже построена подсистема контроля работы МО по ключевым показателям



деятельности и полноценный ситуационный центр, задачей которого является обеспечение эффективных управленческих решений [3].



Выбор технологии быстрого создания прототипов графических представлений данных (дашбордов) для АРМ руководителя в МИС

В соответствие со сложившейся практикой информатизации МО, в МИС выделяется конфигурируемый АРМ руководителя, предоставляющий различные возможности для быстрой оценки текущего состояния объекта управления и формализации управляющих воздействий, включая:

- агрегирование данных из разных подсистем и модулей МИС;
- сравнительный анализ деятельности структурных единиц подразделения за разные промежутки времени;
- поддержку принятия управленческих решений на основе анализа статистических данных;
- постановку задач для сотрудников подразделения;
- контроль исполнения задач.

Информация, визуализируемая в АРМ руководителя, должна отвечать ряду требований, таких как:

- представляться в удобном для пользователя виде;
- иметь возможность применения временных срезов;
- отображать данные в обобщенном и детализированном виде;
- иметь возможность представлять данные в виде диаграмм.

Целью измерения в рассматриваемом случае является получение значимых и достаточных сведений для того, чтобы в последующем дать ответы на такие вопросы:

- Как проходит процесс лечения?
- Какие улучшения можно внести?
- Какие показатели и в какую сторону будут меняться, если изменить то или иное значение?

И так далее.

Систематизация данных будет произведена успешно в случае, если построенная статистическая форма позволит оценить важные для МО факторы (см. таблицу 1).

Например, диаграмма, показывающая количество закрытых случаев диспансеризации, в чистом виде не очень информативна. А если рядом вывести значение, характеризующее количество закрытых случаев по плану за год, можно будет ответить на вопрос: хорошо или плохо работает больница в соответствии с планом, и на основании полученного знания делать выводы: например, штрафовать или поощрять сотрудников и т.д.

Одной из технологий, позволяющей создавать различные представления информации, характеризующуюся высокой степенью масштабируемости, работающей на большинстве аппаратных платформ и с любыми источниками информации, является технология Oracle Application Express, с помощью которой можно создавать аналитические системы с возможностью широкой адаптации.

Oracle Application Express (Oracle Apex) – среда быстрой разработки прикладного программного обеспечения, в основе которой лежит СУБД Oracle Database [4]. Данная среда полностью реализована как web-приложение, что согласуется с современными тенденциями развития МИС в направлении web-приложений. Так, например, платформенное решение для построения МИС «Интерин PROMIS Alpha» (производитель – ООО «Интерин технологии», г. Москва) [5] включает инструментарий конфигурирования дашбордов, основанный на механизмах Oracle Apex, что позволяет использовать некоторые подсистемы указанной МИС в качестве стенда для визуализации статистических данных,

Таблица 1

Факторы оценки показателей

	<i>Пациенты</i>	<i>Сотрудники</i>	<i>Больница</i>
хорошо / плохо лучше / хуже	происходит процесс лечения	справляются со своими обязанностями	работает то или иное отделение / в целом функционирует лечебное учреждение
надо что-то предпринимать / все и так хорошо / уже поздно что-то менять	воздействовать на объект управления		принять управляющее решение



собранных в процессе анализа медицинской деятельности крупных МО.

Преимущества используемой технологии:

- web-приложение работает с данными, хранящимися в Oracle Database, что позволяет изменять статистические формы в режиме реального времени в зависимости от накопления данных, не обращаясь к сторонним приложениям;
- в основном разработка состоит из работы с web-интерфейсом этой среды, что увеличивает скорость разработки, позволяя избежать создания пользовательского интерфейса «с нуля»;
- для разработки достаточно использовать PL/SQL или SQL;
- удобный формат ведения онлайн-отчётности, позволяющий представлять статистику в интерактивном режиме.

Визуализация данных в АРМ руководителя

С учетом требований руководителей МО к статистическим отчетам был составлен перечень структурных объектов, по которым необходимо предоставлять информацию в удобном для пользователя виде:

- Поликлиника,
- Аптека,
- Стационар,
- Система,
- Диагностика,
- Анализ данных.
- Экономика,

Каждый структурный объект, в свою очередь, может содержать другие подструктуры, отображаемые также в виде дашбордов. Например, объект «Поликлиника» включает элемент «Врачи», по которому

на данный момент реализована отчетность.

Поскольку диаграммы в чистом виде не очень информативны, особенно когда требуется посмотреть не только на общую картину, но и выявить причину возникновения того или иного показателя, необходимо дополнительно использовать методы детализации данных. Удачным решением является интерактивность представляемых данных, которая в реализации АРМа руководителя достигается применением следующих механизмов:

- фильтров по отделениям, услугам, врачам, времени, что позволяет отбирать необходимую информацию по заданным параметрам;
- указанием базовой информации при наведении курсора на объект;
- вывода детализированных данных при нажатии на столбец диаграммы.

Приведем в качестве примера некоторые из применяемых дашбордов (далее рассматриваются решения, проходящие апробацию в Центральной клинической больнице с поликлиникой Управления делами Президента Российской Федерации):

■ Услуги (врачебные приемы).

Дашборд представляет диаграммы, отображающие количество приемов по выбранной услуге из указанного отделения за указанный период. В данном дашборде, помимо фильтров по отделению, услугам, врачам и временному срезу, реализована технология множественного выбора для сравнения статистики по количеству приемов нескольких услуг между собой (см. рис. 1).

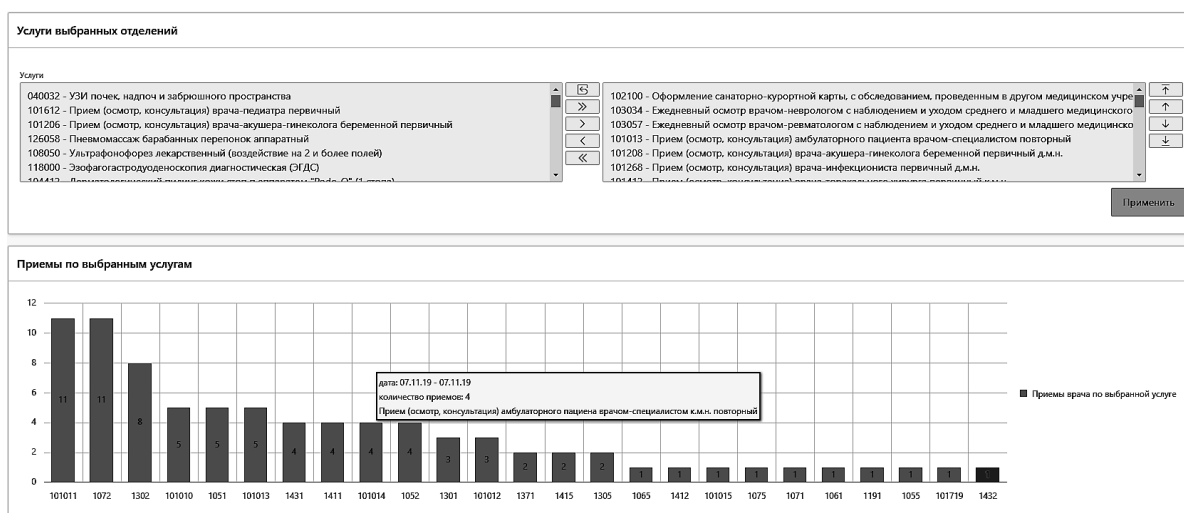


Рис. 1. Пример столбчатой диаграммы дашборда «Услуги (врачебные приемы)» с множественным выбором. Тестовый массив данных



■ **Услуги – динамика**

Дашборд представляет диаграммы, отображающие динамику оказанных услуг. Динамика реализована посредством применения временных фильтров с возможностью выбора периода. Таким образом предоставлена возможность наблюдать статистику изменения количества оказанных услуг за текущую, прошлую и позапрошлую недели (см. рис. 2).

■ **Посещения**

Данный дашборд представляет диаграммы, отображающие посещения за текущий день, неделю и выбранный период. Диаграммы позволяют выводить суммарное количество приемов, проведенных различными врачами, а также количество посещений по типу приема, цели приема, статусу документа, месту проведения приема (см. рис. 3).

■ **Врачебные приемы**

Данный дашборд представляет диаграммы, отображающие закрытые случаи по диспансеризациям и ежегодным профилактическим осмотрам за выбранный период, а также количество записанных и принятых пациентов на текущий день по отделениям (см. рис. 4).

В рамках МИС Интерин PROMIS Alpha M реализованы АРМы руководителей МО разного уровня, дающие возможность анализировать динамику изменений показателей в разных аспектах деятельности лечебного учреждения, а также детализировать

выбранную информацию с помощью интерактивности построенных отчетов. В статье представлена конфигурация для главного врача поликлиники, она помогает контролировать работу структурных подразделений, ведущих амбулаторную работу.

Дальнейшее усовершенствование и развитие подсистемы мониторинга деятельности лечебного учреждения предполагает:

- предоставление дополнительных фильтров для более гибкой настройки получаемой информации, не утяжеляющих восприятие интерфейса (чтобы у пользователя не возникло ощущения, будто система управляет им, а не на оборот);
- предоставление возможности вывода большего числа параметров в диаграммах;
- повышение скорости обработки большого числа данных;
- предоставление возможности вывода автоматически формируемых системой сообщений, содержание которых изменяется в зависимости от заданных правил.

Заключение

Руководство больницы всегда было вынуждено искать эффективные методы управления процессами. Контрольная панель или дашборд – инструмент, позволяющий достичь равновесия между качеством и доступностью медицинской помощи и существующими ограничениями. Он может применяться на всех уровнях деятельности больницы, но абсолютно

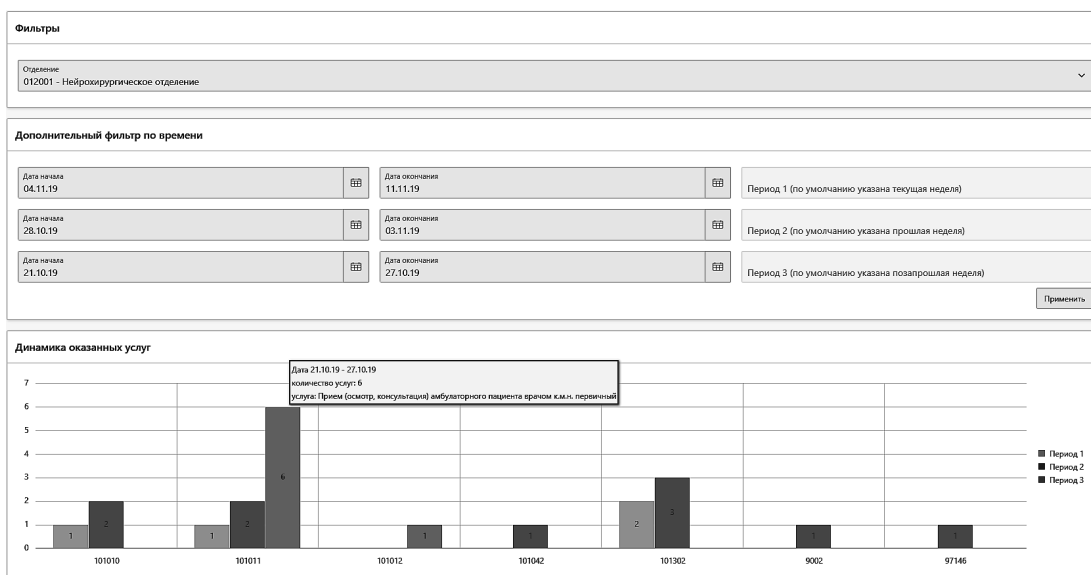


Рис. 2. Пример столбчатой диаграммы дашборда «Услуги – динамика». Тестовый массив данных

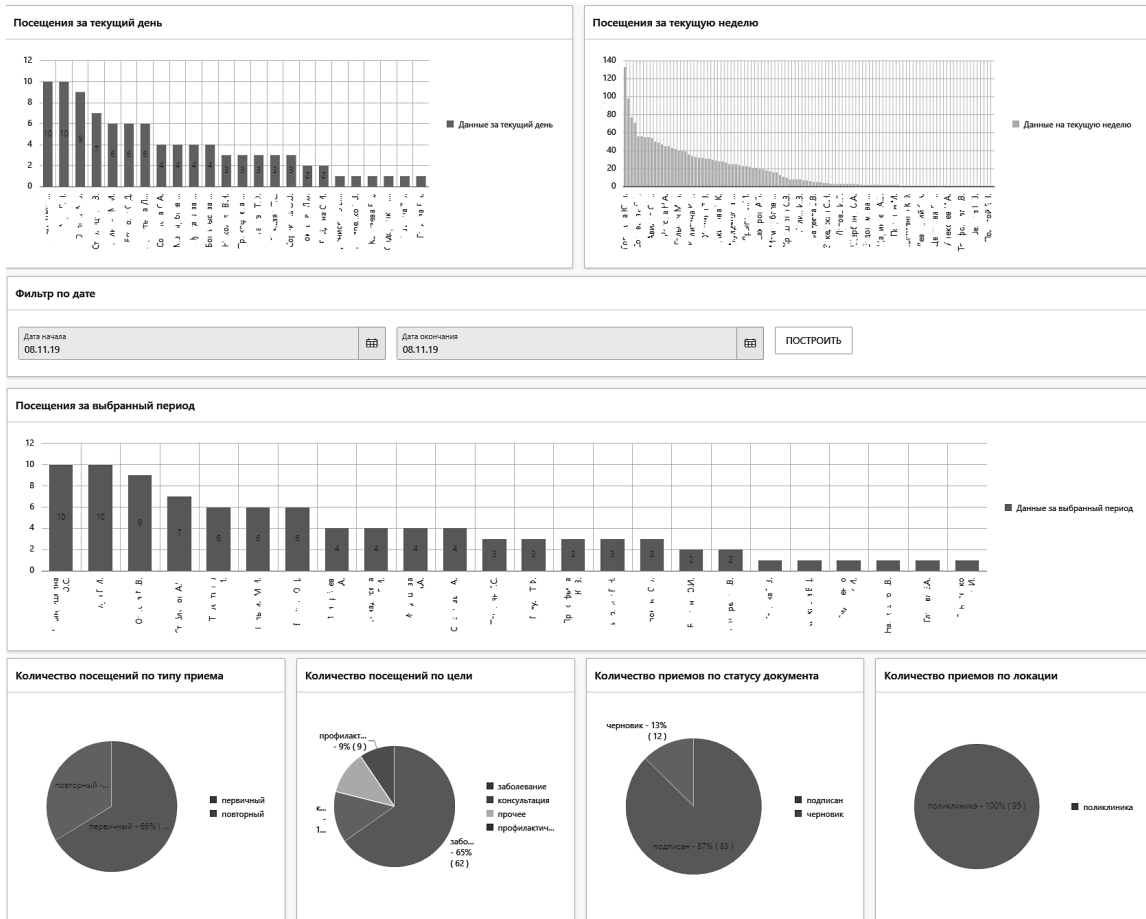


Рис. 3. Пример отчета в виде дашборда по посещениям. Тестовый массив данных

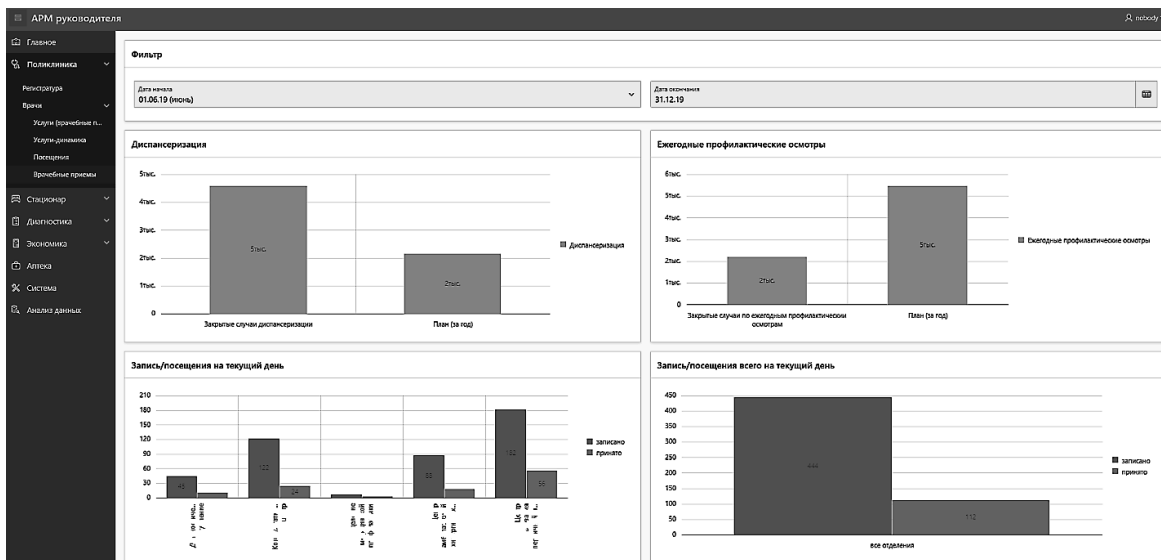


Рис. 4. Пример отчета в виде дашборда по врачебным приемам. Тестовый массив данных

необходимо руководителям МО для выбора направлений работы по повышению эффективности деятельности.

Необходимым условием корректного применения метода дашбордов является использование следующих принципов формирования ключевых показателей, отображаемых в АРМ руководителя [3]:

- анализ ведется с использованием данных, формируемых в процессе штатной работы пользователей МИС МО;
- вычисление и оценка внутренних ресурсов МО производится, исходя из объема автоматизации, обеспечиваемого МИС МО;
- сначала формируются простые показатели, дающие общую оценку процессам, затем они детализируются в более сложные, отражающие суть происходящих процессов;
- на основе простых показателей формируются агрегирующие показатели, показывающие интегральную оценку деятельности каждого подразделения МО, процесса или МО целом.

Дашборды в составе АРМ руководителя должны предлагать также следующие инструментальные средства онлайн-анализа деятельности МО в разрезе основных бизнес-процессов:

- средства формирования и визуализации показателей деятельности посредством отбора необходимых данных, дополняемых нормативными значениями;
- средства как агрегации, так и детализации (drill-down) показателей для анализа исходных данных;
- средства формирования из показателей ключевых индикаторов, группируемых в персональные информационные панели;
- средства конфигурирования информационных панелей и индикаторов для развития системы.

Описанные в статье методы быстрого создания прототипов графических представлений данных для мониторинга результатов деятельности объекта управления в процессе функционирования медицинских организаций, формируемых с применением инструментария Oracle Apex, позволяют быстро преобразовать данные в информацию для принятия управленческих решений и помогают создавать подсистемы контроля работы МО по ключевым показателям деятельности, соответствующие описанным выше требованиям, предъявляемым к инструментам такого уровня на современном этапе развития информатизации медицины.

ЛИТЕРАТУРА



1. *Михеев А.Е.* Автоматизация технологий управления лечебно-диагностическим процессом // Управление качеством медицинской помощи / Г.И. Назаренко, Е.И. Полубенцева. М., 2000. – С. 206–285.
2. *Михеев А.Е., Назаренко Г.И., Исамухамедов Ш.А., Хаткевич М.И., Гулиев Я.И.* Данные и информация в МИС: панели управления // Тр. междунар. конф. «Программные системы: теория и приложения», ИПС РАН, Переславль-Залесский, 2006: В 2 т. / Под ред. С.М. Абрамова. М.: Физматлит. – Т. 1. – С. 59–67.
3. *Белышев Д.В., Гулиев Я.И., Михеев А.Е.* Место МИС медицинской организации в методологии информатизации здравоохранения // Врач и информационные технологии. – 2017. – № 4. – С. 26–39.
4. Википедия. Oracle Application Express https://ru.wikipedia.org/wiki/Oracle_Application_Express (Дата обращения: 22.11.2019).
5. *Гулиев Я.И., Белышев Д.В., Кочуров Е.В.* Медицинская информационная система «Интерин PROMIS Alpha» – новые горизонты. // Врач и информационные технологии. – 2016. – № 6. – С. 6–15.
6. *Белышев Д.В., Куликов Д.Е., Безрук А.* Автоматизированное рабочее место руководителя Информационной системы управления ООО «МСЧ Славич» // Тр. междунар. конф. «Научное обеспечение информационных систем», Переславль-Залесский, 2010. – С. 17–24.
7. *Белышев Д.В., Куликов Д.Е., Хаткевич М.И.* Визуализация данных в автоматизированном рабочем месте руководителя лечебно-профилактического учреждения // Тр. междунар. конф. «Программные системы: теория и приложения», ИПС РАН, Переславль-Залесский. – 2010. – № 4. – С. 23–32.
8. МЕДИС. АРМ главного врача, заведующего отделением. http://medis-plus.ru/products/mis_infoklinika/arm_glavnogo_vracha_zaveduyushchego_otdeleniem/ (Дата обращения: 22.11.2019)
9. АйТи Системс. АРМ Главного врача. <https://айтисистемс.рус/arm-glavnogo-vracha/> (Дата обращения: 22.11.2019).
10. Коста. Дизайн дашборда медицинской системы. <https://sobakarav.ru/portfolio/costa> (Дата обращения: 22.11.2019).
11. *Eckerson W.W.* Performance Dashboards Measuring, Monitoring, and Managing Your Business / John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2006.
12. *Calof J., Richards G., Smith J.* Foresight, Competitive Intelligence and Business Analytics – Tools for Making Industrial Programmes More Efficient // Foresight Russia, Telfer School of Management, University of Ottawa vol. 9, №1, 2015.

**Е.Ю. НАДЕЖДИНА,**

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии» Минздрава России, г. Москва, Россия, e-mail: e.yu.nadezhdina@gmail.com

О.Ю. РЕБРОВА,

д.м.н., ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России; Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва, Россия, e-mail: o.yu.rebrova@gmail.com

М.С. АНТЮХ,

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва, Россия, e-mail: antuhmisha@gmail.com

А.Ю. ГРИГОРЬЕВ,

д.м.н., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии» Минздрава России, г. Москва, Россия, e-mail: medway@list.ru

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕЦИДИВА У ПАЦИЕНТОВ С БОЛЕЗНЬЮ ИЦЕНКО-КУШИНГА ПОСЛЕ УСПЕШНОЙ ЭНДОСКОПИЧЕСКОЙ ТРАНСНАЗАЛЬНОЙ АДЕНОМЭКТОМИИ: НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ И ЕЕ ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

УДК 004.94; 616-432; 519.688

Надеждина Е.Ю.¹, Реброва О.Ю.^{2,3}, Антюх М.С.³, Григорьев А.Ю.¹ *Прогнозирование рецидива у пациентов с болезнью Иценко-Кушинга после успешной эндоскопической трансназальной аденомэктомии: нейросетевая модель и ее программная реализация* (¹ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии» Минздрава России, г. Москва, Россия; ²ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, г. Москва, Россия; ³Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва, Россия)

Аннотация. Введение. В связи с высокой частотой возникновения рецидивов у пациентов с болезнью Иценко-Кушинга после эндоскопической трансназальной аденомэктомии (до 55% в период до 5 лет) актуальна разработка способа прогнозирования рецидива заболевания на основании совокупности факторов.

Материалы и методы. В исследование включены 219 пациентов, перенесших эндоскопическую трансназальную аденомэктомию в 2007–2014 гг. В течение 3 лет ремиссия сохранялась у 172 пациентов, рецидив развился у 47 пациентов. Выполнялось построение искусственных нейронных сетей различных топологий в ППП Statistica v. 13, и далее – программная реализация наилучшей сети.

Результаты. Построена высокоэффективная искусственная нейронная сеть (3-слойный перцептрон), позволяющая прогнозировать рецидив в срок до 3 лет либо ремиссию в течение не менее 3 лет. Диагностическая чувствительность модели составила 74%, специфичность – 97%, прогностическая ценность положительного результата (рецидива) – 85%, прогностическая ценность отрицательного результата (ремиссии) – 93%. Предикторами модели являются пол, возраст пациента на момент операции, длительность заболевания, тип аденомы по данным МРТ, уровни адренокортикотропного гормона и кортизола в крови в раннем послеоперационном периоде. На основе модели разработан онлайн-калькулятор, доступный врачам для бесплатного практического использования на <http://medcalc.appspot.com/>.

Заключение. Разработанная и программно реализованная нейросеть является эффективным инструментом для прогнозирования рецидивов болезни Иценко-Кушинга и позволит осуществлять персонализированный подход к ведению пациентов, перенесших нейрохирургическую операцию.

Ключевые слова: искусственная нейронная сеть, программный калькулятор, веб-приложение, прогнозирование, болезнь Иценко-Кушинга, рецидив.

UDC 004.94; 616-432; 519.688

Nadezhdina E.Y.¹, Rebrova O.Yu.^{2,3}, Antyukh M.S.³, Grigoriev A.Y.¹ *Prediction of recurrence in patients with Cushing's disease after successful endoscopic transnasal adenectomy: neural network model and its software implementation* (¹Endocrinology Research Centre, Moscow, Russia; ²National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia; ³Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia)



Abstract. Introduction. Due to the high frequency of recurrences in patients with Cushing's disease after endoscopic transnasal adenectomy (up to 55% in the 5 year period), it is important to develop a method for predicting recurrence of the disease based on a combination of factors.

Materials and methods. The study included 219 patients who underwent endoscopic transnasal adenectomy in 2007–2014. Over 3 years, remission persisted in 172 patients; relapse developed in 47 patients. The construction of artificial neural networks of various topologies was performed in the Statistica v. 13, and then software was developed for the best network.

Results. A highly efficient neural network (3-layer perceptron) was constructed, which allows predicting recurrence within 3 years or remission for at least 3 years. The sensitivity of the model is 74%, the specificity 97%, the positive predictive value 85%, the negative predictive value 93%. The predictors of the model are sex, age, duration of the disease, MRI type of adenoma, levels of adrenocorticotrophic hormone and cortisol in blood in early postoperative period. Web-calculator was developed and is available to doctors for free practical use on <http://medcalc.appspot.com/>.

Conclusion. The software implementing neural network is a quite effective tool for predicting recurrence and it will allow to perform personalized approach to management of patients who underwent neurosurgical treatment for the Cushing's disease.

Keywords: artificial neural network, software calculator, web-based application, prediction, Cushing Disease, recurrence.

ВВЕДЕНИЕ

Блезнь Иценко-Кушинга (БИК) – тяжелое многосистемное заболевание гипоталамо-гипофизарного происхождения, клинические проявления которого обусловлены гиперсекрецией кортизола корой надпочечников. Причиной заболевания чаще является опухоль гипофиза, приводящая к повышенной секреции адренокортикотропного гормона (АКТГ). Методом выбора в лечении БИК является эндоскопическая трансназальная транссфеноидальная аденомэктомия, ремиссия после которой по данным разных авторов составляет 60–90% [3–6]. Частота возникновения рецидивов заболевания после первоначально успешной (с развитием послеоперационной ремиссии) трансназальной аденомэктомии высока и варьирует от 10 до 47% [1, 7, 8].

Ранее при одномерном анализе многими авторами были выявлены факторы, ассоциированные с возникновением рецидивов после успешного нейрохирургического лечения – утренние уровни кортизола и АКТГ в раннем послеоперационном периоде [1, 6, 9, 10], однако какие-либо способы прогнозирования предложены не были. Практическое использование указанных факторов для построения прогноза у конкретного пациента с целью персонализации его послеоперационного ведения затруднено, т.к., в частности, у 58% пациентов показатели утренних послеоперационных уровней кортизола и АКТГ диссоциированы, а операционные характеристики каждого из этих двух показателей не являются приемлемыми [1, с. 77–78]. В связи с этим представлялось актуальным проведение многомерного анализа ряда прогностических факторов, потенциально влияющих на возникновение рецидива, с целью разработки инструмента индивидуального (персонализированного) прогноза

рецидивирования БИК в срок до 3 лет. Срок 3 года является критическим, т.к. именно в этот период возникает более 80% всех случаев рецидива [1, с. 77].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для включения в исследование скринировались все пациенты с подтвержденным диагнозом «болезнь Иценко-Кушинга» (МКБ E24.0), которые подверглись эндоскопической трансназальной аденомэктомии в 2007–2014 гг. в ФГБУ «НМИЦ эндокринологии» МЗ РФ. Критерии включения: возраст пациентов 15 лет и старше, лабораторно подтвержденная (нормализация и/или снижение обоих гормонов ниже референсных значений – для АКТГ 7–66 пг/мл, для кортизола 123–626 нмоль/л) послеоперационная ремиссия заболевания. Критерии исключения: наличие в анамнезе у пациентов патогенетических (лучевых и нейрохирургических) методов лечения, срок наблюдения пациентов с ремиссией менее 3 лет. Рецидив устанавливался в соответствии с критериями [2, с. 175–176].

В многомерный анализ в качестве предикторов были включены все показатели пациентов, по которым отсутствовали пропуски в данных:

- 1) пол (м/ж) – бинарный признак;
- 2) возраст на момент проведения нейрохирургической операции (число полных лет) – непрерывный признак;
- 3) длительность заболевания от начала первых симптомов болезни до проведения трансназальной аденомэктомии (число лет) – непрерывный признак;
- 4) МРТ-характеристики аденомы: микроаденома (при наибольшем размере аденомы до 10 мм по данным МРТ), макроаденома, невизуализируемая аденома. МРТ-исследование головного мозга выполнено на магнитно-резонансном томографе



General Electric 450 W 1,5 Тл – категориальный признак;

5) концентрация утреннего АКТГ плазмы крови – непрерывный признак;

6) концентрация утреннего кортизола сыворотки крови – непрерывный признак.

Взятие гормональных проб проводилось в послеоперационном периоде на 1 сутки, при нормализации показателей – через сутки вплоть до выписки пациента из стационара. Лабораторные исследования выполнялись электрохемилюминесцентным методом на автоматизированной системе Cobas 600 (Roche, Франция).

В качестве отклика (зависимого признака) при моделировании использовалось наличие рецидива в срок до 3 лет либо наличие ремиссии не менее 3 лет (бинарный признак).

Анализ данных выполнялся в пакете прикладных программ Statistica v.13 (ТВСО, США). Для сравнения ретроспективно сформированных групп использовались тесты Манна-Уитни (U-тест, для количественных признаков), двусторонний точный критерий Фишера (ТКФ) и χ^2 -тест по Пирсону (для качественных признаков). При проверке статистических гипотез пороговым уровнем значимости считался 0,05. 95% доверительные интервалы (ДИ) рассчитывались по методу Клоппера-Пирсона. При построении искусственных нейронных сетей в качестве топологий сети тестировались многослойные (3- и 4-слойные) перцептроны (МСП), радиальные базисные функции, байесовские и линейные нейронные сети. Качество моделирования оценивали путем проведения ROC-анализа и расчета операционных характеристик моделей (чувствительность, специфичность, прогностические ценности положительного (ПЦПР) и отрицательного результатов (ПЦОР)) и их 95% ДИ.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В исследование включены 219 пациентов (32 мужчины и 187 женщин) в возрасте от 15 до 66 лет на момент операции (медиана и квартили 37 [29; 48]) с длительностью заболевания (с момента появления его первых признаков и до постановки диагноза) от 4 месяцев до 22 лет. Ремиссия в течение не менее 3 лет сохранялась у 172 пациентов, рецидив развился в 47 случаях. Описательная статистика пациентов с ремиссией и рецидивом в течение 3 лет после операции представлена в *таблице 1*. Группы пациентов различаются по послеоперационным концентрациям АКТГ и кортизола, не различаются по полу, возрасту, длительности заболевания,

МРТ-характеристикам аденомы, причем диапазоны возраста и длительности заболевания являются весьма высокими.

В целях построения и валидации многомерных моделей исходная выборка 219 пациентов была случайным образом разделена на обучающую, контрольную и тестовую в соотношении 70:15:15 (155, 32 и 32 наблюдения, включавшие 36 (23%), 6 (19%) и 5 (16%) случаев рецидива соответственно).

При попытке использовать в качестве предикторов в моделях ИНС только два статистически различающихся показателя (уровни АКТГ и кортизола) функций удовлетворительного качества получить не удалось. В связи с этим нами были использованы все 6 показателей (*см. таблицу 1*), по которым не было пропусков в данных.

Наилучшие результаты моделирования были получены на топологии трехслойного перцептрона, разработанного с использованием следующих параметров: итерационный алгоритм обучения Бройдена-Флетчера-Голдфарба-Шанно 40, энтропийная функция ошибки, тангенсная функция скрытой активации, softmax функция выходной активации.

Точность прогнозирования рецидива на обучающей выборке составила 94%, на тестовой – 87,5%, на контрольной – 84%. ROC-анализ модели продемонстрировал ее значительную эффективность – площадь под ROC-кривой составила 0,912 (*рис. 1*), т.е. общая точность модели составляет 92% [87%; 95%]. Обобщенная матрица классификации модели и ее операционные характеристики приведены в *таблице 2*. Модель гипердиагностирует (прогнозирует рецидив при фактической ремиссии) в 15% случаев, гиподиагностирует (прогнозирует ремиссию при фактическом рецидиве) – в 7% случаев, т.е. ошибка гипердиагностики больше, чем ошибка гиподиагностики. Такая тактика соответствует высокой настороженности в отношении рецидивов.

Таким образом, на основании данной модели могут быть предложены следующие два правила прогнозирования:

- «Если математической моделью прогнозируется ремиссия, то пациент с вероятностью 93% [89%; 96%] будет иметь ремиссию в течение 3 лет».
- «Если математической моделью прогнозируется рецидив, то пациент с вероятностью 85% [71%; 94%] будет иметь рецидив в срок до 3 лет».

Далее нами была выполнена программная реализация полученной модели. Серверная



Таблица 1

Описательная статистика и сравнение пациентов с ремиссией и рецидивом в течение 3 лет после нейрохирургического удаления аденомы гипофиза

Признаки	Ремиссия (n=172)	Рецидив (n=47)	P, тест
Возраст*, годы	38 [29; 48] min=15 max=64	36 [29; 47] min=15 max=63	0,533, U-тест
Пол (муж.), n (%)	27 (16%)	5 (11%)	0,488, ТКФ
МРТ-характеристики аденомы, n (%)			
Микроаденома	109 (63%)	29 (62%)	0,505, χ^2 -тест
Макроаденома	44 (26%)	15 (32%)	
Невизуализируемая	19 (11%)	3 (6%)	
Длительность заболевания, годы	4 [2; 8] min=0,3 max=19	4 [2; 7] min=0,5 max=22	0,647, U-тест
Послеоперационный уровень АКТГ (утро), пг/мл	8 [3; 15]	21 [11; 29]	<0,001, U-тест
Послеоперационный уровень кортизола (утро), нмоль/л	56 [35; 96]	147 [48; 390]	<0,001, U-тест

*Для количественных признаков указаны медиана и интерквартильный интервал

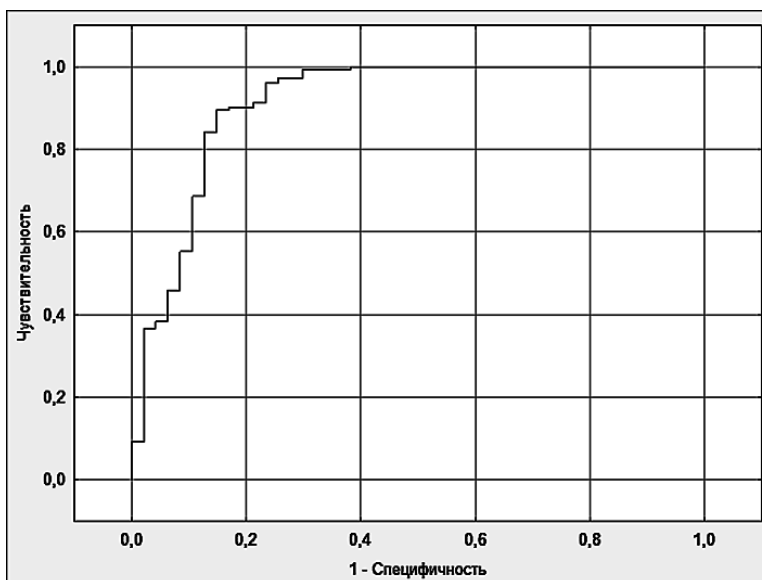


Рис. 1. ROC-кривая для искусственной нейронной сети (AUC=0,912), позволяющая дифференцировать пациентов с рецидивом болезни Иценко-Кушинга в течение 3 лет после операции и пациентов с ремиссией не менее 3 лет

часть написана на Python в совокупности с веб-фреймворком Bottle, клиентская сторона пользовательского интерфейса – на HTML с использованием Bootstrap шаблонов для создания дизайна формы и AJAX запросов для отображения информационных окон поверх главной страницы сайта. На главной странице представлено описание

сайта, поле для ввода пользовательских данных и три кнопки: для смены языка интерфейса, для очистки поля пользовательских данных и для расчета результата. Реализованы русско- и англоязычные версии, масштабирование для мобильных устройств, контроль входных данных. Приложение оттестировано на реальных данных, граничных



и недопустимых значениях. Вид интерфейса приведен на *рис. 2*. Приложение размещено на <https://medcalc.appspot.com>.

ОБСУЖДЕНИЕ

Несмотря на то, что ранее многими исследованиями было показано, что утренние послеоперационные уровни АКТГ и кортизола являются предикторами рецидива БИК после успешной трансанзальной аденомэктомии, ранее никем не был предложен какой-либо способ интерпретации их концентраций. Разработанный нами способ прогнозирования не вполне совершенен по своим операционным характеристикам, однако в случае продолжения сбора данных с большой вероятностью удастся построить более надежное правило. Тем не менее, на основе предложенного нами способа прогнозирования ремиссии, обладающего высокой вероятностью правильного ответа, мы считаем возможным предложить алгоритм ведения пациентов в течение первых 3 лет после успешной нейрохирургической операции: при прогнозе рецидива врач может применять усиленный контроль состояния пациента, заключающийся в более частых (1 раз в 3 месяца) лабораторных обследованиях больного после операции; при отрицательном прогнозе применяется рутинная тактика

ведения больных – контрольные обследования каждые 6 месяцев.

Ограничениями нашего исследования являются следующие. Из-за ретроспективного дизайна нельзя исключить историческое смещение в измерении гормональных показателей. Малое число позитивных случаев ограничивает эффективность разработанной модели, поэтому представляется необходимым дальнейшее накопление информации о пациентах, прооперированных после 2014 г., с целью увеличения объема выборки катамнестического наблюдения, что позволит в дальнейшем повысить точность прогнозирования.

ВЫВОДЫ

1) Искусственная нейронная сеть для прогнозирования рецидива БИК в срок до 3 лет, включающая в качестве входных параметров пол и возраст пациента, длительность заболевания, данные МРТ, послеоперационные утренние концентрации АКТГ и кортизола, правильно прогнозирует ремиссию сроком не менее 3 лет в 93% [89%; 96%] случаях, рецидив в срок до 3 лет – в 85% [71%; 94%] случаев.

2) Программная реализация искусственной нейронной сети позволит врачам применять разработанную математическую модель в своей врачебной практике.

Таблица 2

Матрица классификации ИНС (n=219)

		Наблюдаемые значения	
		Рецидив (n=47)	Ремиссия (n=172)
Прогнозируемые значения	Рецидив (n=41)	35	6
	Ремиссия (n=178)	12	166
Чувствительность, 95% ДИ		75% [60%; 86%]	
Специфичность, 95% ДИ		97% [93%; 99%]	
ПЦПР, 95% ДИ		85% [71%; 94%]	
ПЦОР, 95% ДИ		93% [89%; 96%]	
Общая точность, 95% ДИ		92% [87%; 95%]	



А

Calculator for Cushing's disease

Программный калькулятор на основе искусственной нейронной сети для прогнозирования рецидива болезни Иценко-Кушинга в течение 3 лет после эндоскопической трансназальной аденомэктомии

Введите данные пациента

Пол пациента:
мужской

Возраст на момент операции:
от 15 до 64 лет

Длительность заболевания пациента (в годах):
от 0.33 до 22 лет

Данные МРТ головного мозга:
Микроаденома (≤ 10 мм)

Концентрация утреннего кортизола в 1-10 сутки после операции в сыворотке крови (нмоль/л):
от 8 до 626 нмоль/л

Концентрация утреннего АКТГ в 1-10 сутки после операции в плазме крови (пг/мл):
от 1 до 55 пг/мл

ОЧИСТИТЬ РАСЧИТАТЬ

Б

Calculator for Cushing's disease

Программный калькулятор на основе искусственной нейронной сети для прогнозирования рецидива болезни Иценко-Кушинга в течение 3 лет после эндоскопической трансназальной аденомэктомии

Введите данные пациента

Пол пациента:
женский

Возраст на момент операции:
43

Длительность заболевания пациента (в годах):
5

Результат

ПРОГНОЗИРУЕТСЯ РЕМИССИЯ В ТЕЧЕНИЕ 3 ЛЕТ

Точность модели при прогнозировании ремиссии - 93% с 95% доверительным интервалом [89%; 96%].

Закреть

Рис. 2. Интерфейс веб-приложения, реализующего работу ИНС (А – окно ввода данных, Б – окно выдачи результатов)



ЛИТЕРАТУРА



1. Надеждина Е.Ю., Реброва О.Ю., Иващенко О.В., Азиян В.Н., Арапова С.Д., Григорьев А.Ю. Факторы, влияющие на вероятность возникновения рецидива болезни Иценко-Кушинга в течение 3 лет после успешного нейрохирургического лечения //Эндокринная хирургия. – 2018. – Т. 12. – № 2. – С. 70–80. doi: 10.14341/serg9761.
2. Российские клинические рекомендации. Эндокринология. Под ред. И.И. Дедова, Г.А. Мельниченко. М., Издательство «Гэотар-Медиа». – 2016. – С. 175–176.
3. Pivonello R., De Martino M.C., De Leo M., Lombardi G., Colao A. Cushing's syndrome. *Endocrinol Metab Clin North Am.* 2008; 37(1):135–149. doi: 10.1016/j.ecl.2007.10.010.
4. Biller B.M., Grossman A.B., Stewart P.M., Melmed S., Bertagna X., Bertherat J. et al. Treatment of adrenocorticotropin-dependent Cushing's syndrome: a consensus statement. *Clin Endocrinol Metab.* 2008; 93: 2454–2462. doi: 10.1210/jc.2007-2734.
5. Bochicchio D., Losa M., Buchfelder M. Factors influencing the immediate and late outcome of Cushing's disease treated by transsphenoidal surgery: a retrospective study by the European Cushing's Disease Survey Group. *J Clin Endocrinol Metab.* 1995; 80: 3114–3120 doi: 10.1210/jcem.80.11.7593411.
6. Hameed N., Yedinak C.G., Brzana J., Gultekin S.H., Coppa N.D., Dogan A. et al. Remission rate after transsphenoidal surgery in patients with pathologically confirmed Cushing's disease, the role of cortisol, ACTH assessment and immediate reoperation: a large single center experience. *Pituitary.* 2013; 16: 452–458, 2013 doi: 10.1007/s11102-012-0455-z.
7. Alexandraki K.I., Kaltsas G.A., Isidori A.M., Storr H.L., Afshar F., Sabin I. et al. Long-term remission and recurrence rates in Cushing's disease: predictive factors in a single-centre study. *Eur J Endocrinol* 168: 639–648, 2013. doi: 10.1530/EJE-12-0921.
8. Roelfsema F., Biermasz N., Pereira A. Clinical factors involved in the recurrence of pituitary adenomas after surgical remission: a structured review and meta-analysis. *Pituitary.* 2012; 15(1): 71–83. doi: 10.1007/s11102-011-0347-7.
9. Lonser R.R., Nieman L., Oldfield E.H. Cushing's disease: pathobiology, diagnosis, and management. *J Neurosurg.* 2017; 126(2): 404–417. doi: 10.3171/2016.1.JNS152.
10. Aranda G., Ensecat J., Mora M., Puig-Domingo M., Martinez de Osaba M.J., Casals G. et al. Long-term remission and recurrence rate in a cohort of Cushing's disease: the need for long-term follow-up. *Pituitary.* 2015; 18: 142–149. doi: 10.1007/s11102-014-0567-8.

Новости отрасли

**ЗДРАВООХРАНЕНИЕ И ЗЛОУМЫШЛЕННИКИ:
ДАННЫЕ МЕДИЦИНСКИХ КАРТ СТОЯТ ДОРОЖЕ БАНКОВСКИХ**

«Лаборатория Касперского» составила ряд прогнозов на 2020 год относительно киберинцидентов, связанных с медицинскими учреждениями.

По мнению экспертов, в даркнете будет появляться всё больше объявлений о продаже медицинских данных, в том числе информации из медицинских карт или страховых полисов. Уже сейчас иногда они стоят даже дороже, чем данные банковских карт, поскольку являются ценным ресурсом для злоумышленников, помогая им входить в доверие к пользователям, обманывать их самих или их родственников. Доступ к данным электронных медицинских карт нужен злоумышленникам не только для того, чтобы красть их. Они также могут вносить в них изменения, чтобы совершать целевые атаки и намеренно затруднять постановку диагнозов.

Источник: https://www.kaspersky.ru/about/press-releases/2019_zdravoohranenie-novyy-chyornyy-dlya-zloumyshlennikov-dannye-medicinskih-kart-stoyat-dorozhe-bankovskih

Н.А. БЛАГОСКЛОНОВ,

Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук, г. Москва, Россия, e-mail: nblagosklonov@gmail.com

Б.А. КОБРИНСКИЙ,

д.м.н., профессор, Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук, г. Москва, Россия, e-mail: kba_05@mail.ru

РАЗРАБОТКА ОСНОВАННОЙ НА ЗНАНИЯХ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ОРФАННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

УДК 004.891.3

Благосклонов Н.А., Кобринский Б.А. *Разработка основанной на знаниях системы диагностики орфанных заболеваний (Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук, г. Москва, Россия)*

Аннотация. В работе рассматриваются проблемы ранней диагностики у детей редких заболеваний наследственного генеза, представлена краткая характеристика созданных ранее систем, направленных на обеспечение поддержки врача при постановке диагноза больному. Представлен прототип экспертной диагностической системы, знания в которой объединяют библиографические данные по клиническим случаям, коэффициенты модальности признаков (на основе экспертных оценок) и факторы уверенности для манифестации и выраженности признаков по четырем возрастным периодам. Такой подход к формированию базы знаний позволяет повысить качество дифференциальной диагностики редкой патологии в раннем возрасте с целью своевременного начала лечения для предотвращения развития патологических проявлений, вызванных накоплением макромолекул в органах и тканях.

Ключевые слова: извлечение знаний, экспертные оценки, онтологии, интеллектуальная система, орфанные болезни, наследственные болезни.

UDC 004.891.3

Blagosklonov N.A., Kobrinskiy B.A. *Knowledge-based diagnostic system for orphan diseases development (Federal Research Center "Computer Science and Control", Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia)*

Abstract. The paper discusses the problems of early diagnosis of rare hereditary origin diseases in children, presents a brief description of previously created systems aimed at providing support for physician assistance in diagnosis. The prototype of an expert diagnostic system is presented, the knowledge which combines bibliographic data on clinical cases, the coefficients of modality of signs (based on expert evaluations) and certainty factors for manifestation and severity of signs over four age periods. Such an approach to the formation of a knowledge base allows improving the quality of differential diagnosis of a rare pathology at an early age in order to start treatment on time to prevent the development of pathological manifestations caused by the accumulation of macromolecules in organs and tissues.

Keywords: knowledge extraction, expert assessments, ontologies, intellectual system, orphan diseases, hereditary diseases.

ВВЕДЕНИЕ

Орфанные или редкие заболевания генетической природы, именуемые также «болезнями-сиротами» – это патология, встречающаяся с низкой частотой в популяции, отличающаяся прогрессирующим течением и без лечения приводящая к смерти или инвалидизации больного [1]. Патогенез их развития обусловлен мутациями в наследственном аппарате клеток. Симптомы орфанных заболеваний могут проявиться уже при рождении или развиться в детском возрасте [2, 3]. Эти болезни представляют серьезную социальную проблему [4].

Следует различать понятия наследственных и врожденных тератогенных заболеваний, так как первые возникают в результате нарушения на уровне ДНК, а вторые обусловлены внутриутробными повреждениями плода во время беременности. В настоящее время в мире насчитывается 6552 заболевания, для которых описан фенотип и генотип их проявлений [6].



В разных регионах мира принята своя трактовка «низкой встречаемости» или частоты заболеваний в популяции. В Российской Федерации заболевание относится к группе орфанных, если оно встречается не чаще, чем 10 случаев на 100 000 населения (в соответствии с Федеральным законом от 21.11.2011 № 323-ФЗ). В США редким считается заболевание, если им страдает 1 человек из 1 500, в Канаде – 1 из 2 000, в странах Европейского союза – 1 случай на 2 000 населения, в Японии – 1 человек из 2 500, в Китае – 1 больной из 10 000 населения.

Особая трудность идентификации редких нозологических форм определяется тем, что врачи редко встречаются с пациентами, страдающими орфанными заболеваниями. Исходя из этого еще в прошлом веке осуществлялась разработка информационных систем, помогающих врачам в диагностике наследственной патологии, однако большинство из них в настоящее время по различным причинам не используются. Современные средства интеллектуальной поддержки принятия клинических решений определяют целесообразность и актуальность разработки новых компьютеризированных систем распознавания заболеваний.

ПРОБЛЕМА ДИАГНОСТИКИ ОРФАННЫХ БОЛЕЗНЕЙ

Проблема диагностики во многом определяется тем, что при орфанных заболеваниях специфические признаки, с одной стороны, могут быть характерны для группы заболеваний, среди которых необходимо провести дифференциальную диагностику нередко по трудно выявляемым отклонениям, но, с другой стороны, имеет место выраженный полиморфизм клинической картины.

Относительно большую группу среди орфанных заболеваний составляют лизосомные болезни накопления. Они характеризуются отсутствием ферментов, необходимых для утилизации макромолекул, таких как мукополисахариды, муколипиды и другие [7]. Ферментная недостаточность обуславливает накопление в организме патологических веществ, что приводит к развитию заболевания. Клинические проявления включают в себя ранние неврологические признаки, соматические проявления (увеличение размеров внутренних органов), патологию костной системы и другие изменения, в том числе изменения внешнего вида (дисморфию).

К лизосомным болезням накопления относятся сфинголипидозы, ганглиозидозы, лейкодистрофии,

мукополисахаридозы, муколипидозы и болезни накопления гликопротеинов. Всего данную группу составляют около пятидесяти заболеваний. Несмотря на различные генетические повреждения и отличия в накапливаемых макромолекулах, фенотипически данные патологические состояния характеризуются определенным сходством. Это обусловлено тем, что накопление не утилизируемых веществ происходит в тех клетках, тканях и органах, которые характеризуются повышенной скоростью обновления этих макромолекул, сходных для всех лизосомных заболеваний. В свою очередь такая особенность проявлений болезней накопления создаёт трудности в дифференциальной диагностике, когда точный диагноз становится возможным определить только с помощью специальных лабораторных тестов. В настоящее время в клинической практике применяются биохимические (активность ферментов) или молекулярно-генетические тесты. Однако, ввиду высокой стоимости таких исследований, врач не имеет возможности назначить многочисленные лабораторно-диагностические тесты. Поэтому необходимо максимально сузить дифференциально-диагностический ряд до нескольких наиболее вероятных гипотез, которые можно выдвинуть на основе наблюдаемых внешних проявлений и доступных методов обследования (радиологических и др.).

При выдвигании гипотез врачу также необходимо учитывать текущий возраст пациента, время манифестации тех или иных симптомов и динамику прогрессирования различных признаков.

Диагностику лизосомных болезней накопления можно разделить на несколько этапов. Как и в других случаях, вначале ставится предварительный диагноз (осуществляется формирование первичной гипотезы), затем происходит расширение перечня гипотез, связанное с наличием той или иной симптоматики. Этап долабораторной дифференциальной диагностики, включающий анализ аргументов за и против, позволяет достигнуть сужения списка гипотез путём отбрасывания менее возможных в попытке уменьшения потенциально возможного круга до минимально возможного числа заболеваний. Выход на точный диагноз с одной нозологией невозможен для этой патологии и не является целью. Окончательный диагноз в настоящее время устанавливается в результате обнаружения специфического генного дефекта или дефицита специфического фермента.

В то же время, максимально ранняя и точная диагностика в настоящее время явилась залогом



эффективного лечения, предупреждения развития тяжелых инвалидирующих состояний [8]. Это определяется применением ферментозаместительной терапии, которая позволяет остановить прогрессирование заболевания.

В связи с этим целесообразно использование различных средств информационной поддержки врача в процессе диагностического поиска при орфанных наследственных заболеваниях.

ПОДХОДЫ К ДИАГНОСТИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ

Системы поддержки принятия решений

Рассмотрим вначале ряд систем поддержки принятия решений в диагностике наследственных болезней, получивших в прошлом широкое признание врачей, хотя и не используемых в настоящее время ввиду смены использовавшихся платформ.

ДИАГЕН

Одной из наиболее известных отечественных систем была разработанная в 80-х годах прошлого века экспертная система ДИАГЕН. База знаний системы ДИАГЕН включала 1200 синдромов наследственной патологии, проявляющихся клинически в детском возрасте и описываемых более чем 1500 признаками [9]. В базе знаний системы ДИАГЕН знания, полученные от группы врачей-специалистов по клинической генетике, были организованы в виде ассоциаций. Помимо непосредственно фактов над пространством симптомов были введены отношения, определяющие их основные свойства: частотные, причинные, фенотипические и другие. Затем строилась функция близости, описывающая принадлежность симптома некоторому множеству признаков. На основе этой функции были построены графы: структурный – содержащий морфо-физиологические отношения признаков, причинно-следственный для отражения патогенетических механизмов заболеваний и граф фенотипического сходства для рассмотрения близких в содержательном смысле понятий (синонимичных). Путем дополнения, формировался единый «результатирующий» граф. Данный подход строился на понятиях нечеткой логики. По результатам диагностики врач получал список предполагаемых гипотез-диагнозов, имел возможность ознакомиться со списком признаков, характеризующих эти заболевания, специфических дефектах и просмотреть фото больных с аналогичными диагнозами.

GENDIAG

Разработанная во Франции экспертная система GENDIAG включала свыше 2000 наследственных заболеваний и синдромов [10]. В базе данных системы содержалась информация о 3000 различных признаков. Для каждого такого признака в системе использовались весовые коэффициенты, характеризующие частоту встречаемости и важность для диагностики. База знаний была организована в виде древовидной структуры. В системе использовались методы теории нечетких множеств.

POSSUM

Первоначально созданная в Австралии в 20 веке система POSSUM (Pictures of Standard Syndromes and Undiagnosed Malformations) – информационно-поисковая и диагностическая база данных наследственных метаболических болезней, множественных пороков развития, тератогенных и хромосомных синдромов была впоследствии реализована на новом программном обеспечении. В настоящее время в системе содержатся описания более, чем 4000 синдромов, которые сопровождаются более, чем 30000 изображений [11]. Существует в виде настольного приложения, а также облачного решения с доступом через веб-версию. POSSUM содержит ссылки на публикации в PubMed и привязку заболеваний к кодам OMIM.

London Dysmorphology Databases

London Dysmorphology Database – LDDB (Лондонская база данных по дисморфологии), также называемая Winter-Baraitser Dysmorphology Database (WBDD) по именам создавших её исследователей, изначально была исключительно настольным приложением [12]. Затем был осуществлён переход на веб-архитектуру, что позволило использовать её с устройств с разными операционными системами, а также резко увеличить скорость обновления базы, что особенно актуально с учетом того, что новые синдромы описываются непрерывно, и гены для существующих синдромов быстро идентифицируются и картируются.

Система была направлена на помощь в выявлении и классификации у детей дисморфических проявлений различных заболеваний. В системе имеется привязка синдромов к дефектным генам, также для всех синдромов указываются коды OMIM.

Из списка предложенных системой врач может выбрать интересующий синдром и получить подробное его описание, тип наследования и ссылки на литературу. Библиотека фотографий LDDB доступна локально на клиентском компьютере.



Помимо LDDB тем же коллективом исследователей была создана система Baraitser-Winter Neurogenetics Database (BWND) или London Neurogenetics Database (LNDB), ориентированная на нейрогенетические болезни и функционирующая на тех же принципах, что и дисморфологическая база данных. В настоящее время LDDB и LNDB распространяются через подписку Face2Gene в составе London Medical Databases (LMD) [13].

Face2Gene

Face2Gene [13] – динамично развивающаяся диагностическая система, которая включает в себя поиск заболеваний по признакам, а также вспомогательно использует распознавание специфических для заболеваний масок (дисморфологических проявлений) на фотографиях больных.

При работе с изображениями используются методы искусственного интеллекта. Для каждого заболевания создаются специфичные классификаторы – гештальты синдромов. Фотография каждого пациента преобразуется в обезличенный дескриптор лица, который затем сравнивается с гештальтами синдромов с количественным определением сходства (балльная оценка).

Для более подробного ознакомления с заболеваниями в систему интегрированы LDDB и LNDB.

Информационно-справочные системы

Наряду с системами поддержки принятия решений, применяются справочно-информационные системы (справочные ресурсы), обеспечивающие врачей необходимой в процессе диагностики информацией, но не предлагающие решений.

OMIM

Online Mendelian Inheritance in Man (OMIM) [6] – свободно доступная в сети база данных о генетически-обусловленных заболеваниях и их фенотипических проявлениях. Основой для этой базы данных послужил каталог генетических болезней (Mendelian Inheritance in Man, MIM), начатый в 1960-х годах известным американским генетиком Виктором МакКьюсиком (V. McKusick). Двенадцать постоянно пополняемых изданий MIM были осуществлены в период с 1966 по 1998 год. Онлайн-версия (OMIM) была создана в 1985 году, общедоступной она стала в 1987 году. Обновление OMIM ведется постоянно, и по состоянию на 9 декабря 2019 года количество фенотипов, для которых изучен молекулярный механизм их возникновения, составляет 6552 заболевания. Особенностью данной системы

является то, что заболевания представлены полнотекстовыми описаниями со ссылками на первоисточники информации.

GARD

The Genetic and Rare Diseases Information Center (GARD) [14] – информационный центр по генетическим и редким заболеваниям. Является программой Национального центра развития трансляционных наук США. GARD предоставляет доступ к актуальной, надежной информации о редких или генетических заболеваниях на английском и испанском языках. Данная система ориентирована как на исследователей (студентов, ученых, генетиков, врачей), так и на пациентов и их родственников. С помощью данного сервиса можно ознакомиться с описаниями заболеваний, а также найти учреждения, специалисты которых занимаются их лечением или изучением. Присутствует возможность поиска по названиям заболеваний, описания которых содержат коды OMIM.

HPO

The Human Phenotype Ontology (HPO) [15] – онтология человеческого фенотипа, представляет собой стандартизированный словарь фенотипических нарушений, встречающихся при заболеваниях человека. Каждый термин в HPO описывает фенотипическую аномалию. В настоящее время HPO разрабатывается в сотрудничестве с Orphanet, DECIPHER и OMIM, которые используются в информационной системе GARD для стандартизованного представления признаков заболеваний. В настоящее время HPO содержит более 13 000 терминов и более 156 000 аннотаций к наследственным заболеваниям.

OrphaNet

Orphanet [16] – европейский ссылочный портал с информацией о редких заболеваниях – был основан во Франции в 1997 году с целью собрать знания о редких заболеваниях, для того чтобы улучшить качество диагностики и лечения пациентов. Эта инициатива стала европейской инициативой с 2000 года при поддержке грантов Европейской комиссии.

За последние 20 лет Orphanet стал справочным источником информации о редких заболеваниях. Orphanet стремится обеспечить всем заинтересованным возможность доступа к качественной справочной информации и предоставить инструмент для выявления пациентов с редкими заболеваниями и внести свой вклад в генерирование знаний.



РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ОРФАННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

В отличие от большинства ранее создававшихся систем необходимо создание новой отечественной системы по орфанным наследственным болезням. Это определяется растущим вниманием к раннему выявлению таких больных, для части из которых появилась возможность патогенетической терапии, которую нужно начинать максимально рано.

В отличие от большинства существующих решений в области поддержки диагностического процесса орфанных заболеваний такая система должна учитывать повозрастную динамику изменений в клинических проявлениях болезни, нечеткость и динамику выраженности признаков у пациентов, чего нет и в недавно созданной системе компьютерной поддержки по редким болезням [17]. Это послужило причиной для работы над такой системой, прототип которой находится в стадии тестирования.

В возрастном аспекте были определены четыре возрастные группы детского возраста: с рождения до достижения одного года, от одного года до трёх лет включительно, от четырёх до шести лет включительно, от семи до восемнадцати лет включительно. Такая повозрастная разбивка обусловлена и стадиями развития болезней, сроками манифестации признаков различных заболеваний. Прототип реализуется на основе дифференциальной диагностики лизосомных болезней накопления.

Разработка экспертной системы в отношении извлечения знаний осуществлялась с использованием текстологического анализа и экспертных оценок. Разрабатываемая система использует знания как из литературных источников (статьи, монографии), так и знания экспертов. Формирование признакового пространства проходило в несколько этапов.

Анализ литературных источников

Особенностью процесса формирования пространства знаний являлось использование комплексного анализа литературных источников (на предварительном этапе извлечения знаний) и оценок врачей-экспертов. Были отобраны российские и зарубежные литературные источники по лизосомным болезням накопления.

Извлечение знаний осуществлялось с использованием комплексного подхода к анализу текстов,

включавшего в себя семантический, текстологический и лингвистический методы анализа текстов. Семантический анализ позволил оценить смысл текстов; текстологический, основываясь на сравнительном методе, позволил сравнить различные публикации по одной и той же нозологии, а лингвистический анализ позволил соотнести разноязычные термины, выявить термины-метафоры.

Полученные таким образом из литературы знания были представлены в структурированном виде – в форме текстологической карты [18].

Текстологическая карта для каждой нозологической формы включала перечень признаков с их степенью выраженности и частотой встречаемости в разные возрастные периоды с указанием на литературный источник. Особенностью такой формы представления литературных знаний является то, что в одном структурированном документе становится возможным представить знания из любого количества специальных публикаций. Фамилии авторов являются дополнительной информацией для экспертов, так как позволяют косвенно оценить достоверность информации по различным системам организма с учетом специальности автора (неврология, офтальмология, ортопедия, радиология и др.).

Когнитолог при заполнении текстологической карты использовал возрастную шкалу, содержащую четыре градации; ранговую пятиуровневую шкалу лингвистических оценок проявления признаков (очень сильно выражен, сильно выражен, умеренно выражен, слабо выражен, очень слабо выражен); шкалу частоты встречаемости признаков – от очень часто (более 80%), часто (в 60–80%), сравнительно часто (от более 30% до 60%), редко (от более 15 до 30%) до очень редко (менее 15%).

Текстологические карты используются экспертами и когнитологом в процессе формирования матрицы «болезни – признаки».

Извлечение знаний у экспертов

На следующем этапе разработки прототипа системы эксперты, используя свой опыт диагностики орфанных заболеваний и описания заболеваний из текстологических карт, заполняли специально разработанную матрицу «болезни-признаки» по четырём возрастным группам, выставляя коэффициент модальности и два фактора уверенности: манифестации признака в данном возрастном периоде и выраженности признака в данном возрасте [18]. Необходимо отметить, что модальность



признаков, помимо лингвистической характеристики, представленной тремя градациями (главные, необходимые, второстепенные), характеризующими диагностическую значимость каждого из признаков в конкретном возрастном периоде, имеет также и числовое значение.

Значительная часть субъективного знания определяется предрасположенностью эксперта, в том числе модифицированной под влиянием личного опыта [19]. Следствием личного опыта является мера доверия к собственным и чужим знаниям. Мера доверия (или фактор уверенности эксперта), которая впервые была реализована в Стэнфордской модели [20], представляет собой неформальную оценку, присоединяемую к его заключению. В диагностике прогрессирующих заболеваний факторы уверенности экспертов специфичны для разных возрастных групп в отношении сроков их манифестации и выраженности признаков.

В клинической картине прогрессирующих болезней признаки являются в большинстве случаев устойчивыми понятиями, но значения атрибутов, характеризующие выраженность и время проявления, определяются возрастной динамикой патологического процесса. Факторы уверенности значительно повышают вероятность дифференциации между отдельными заболеваниями. Особенно важно введение мер доверия к признакам, характеризующим клинические формы одного заболевания.

Суждения о правдоподобности признаков, сопровождаемые коэффициентом модальности и факторами уверенности в выраженности и манифестации, служат для повышения эффективности выдвигаемых экспертной системой гипотез.

Архитектура системы

Для реализации разрабатываемой интеллектуальной системы был выбран онтологический подход на платформе IASPaas [21], обеспечивающей использование синонимии, что позволяет учитывать различные названия одних и тех же терминов, использующихся в информационных генетических системах (OMIM, HPO), и сравнивать результаты работы решателя [22].

В прототипе разрабатываемой системы реализуются два пользовательских сценария: (1) выдвижение гипотез на основе введенных признаков или (2) анализ предполагаемых врачом диагнозов с его подтверждением или отклонением.

В системе на этапе разработки было установлено ограничение на количество выдаваемых гипотез – не более 5.

На основе введенной информации о заболевании, учитывающей возрастную группу и признаки с их коэффициентами модальности и факторами уверенности манифестации и выраженности признаков, алгоритм, используя иерархическую семантическую сеть, подтверждает или отвергает гипотезы, выдавая ряд гипотез. При объяснении сформированного множества гипотез врачу выводится перечень признаков, упорядоченный по степени важности для диагностики по каждому предложенному заболеванию. Также в объяснении содержится информация о том, какие признаки не характерны для клинической картины каждого из предложенных заболеваний, а также сообщается каких признаков не хватает для повышения достоверности каждой из гипотез, мотивируя врача провести дополнительный осмотр пациента с целью уточнения диагноза.

В настоящее время проводится тестирование системы на примерах – клинических описаний случаев мукополисахаридозов в отечественных и зарубежных публикациях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учитывая современные возможности лечения детей с редкими заболеваниями, ранняя и своевременная диагностика таких заболеваний является приоритетным направлением. В то же время проблемы идентификации нозологических форм являются по-прежнему трудными для врачей. В связи с этим понятна актуальность применения для дифференциальной диагностики орфанных наследственных болезней возможности современных интеллектуальных систем поддержки принятия клинических решений.

В предложенном прототипе применяется комплексный подход к процессу извлечения знаний из литературы с последующими экспертными оценками для разных возрастных периодов, соответствующих развитию заболеваний.

В отличие от используемых в практике аналогичных систем в создаваемой системе учитывается возрастная динамика прогрессирующих наследственных болезней в сочетании с количественной экспертной оценкой их проявления.

Разрабатываемая интеллектуальная система позволит сделать раннюю диагностику орфанных заболеваний точнее и своевременнее.



ЛИТЕРАТУРА



1. *Новиков П.В.* Проблема редких (орфанных) заболеваний в Российской Федерации: медицинские и нормативно-правовые аспекты ее решения // *Терапевтический архив*. – 2014. – № 12. – С. 3–12.
2. *Das S.K.* Inborn Errors of Metabolism: Challenges and Management // *Indian J Clin Biochem*. – 2013. – Vol. 28. – № 4. – P. 311–313.
3. *Косякова Н.В.* Медико-социальные аспекты больных орфанными заболеваниями // *Здоровье и образование в XXI веке*. – 2018. – Т. 20. – № 2. – С. 50–54.
4. *Schieppati A., Henter J.I., Daiana E., Aperia A.* Why rare diseases are an important medical and social issue // *Lancet*. – 2008. – № 371 (9629). – P. 2039–2041.
5. OMIM – Online Mendelian Inheritance in Man [Электронный ресурс] URL: <https://omim.org/> [Дата обращения: 10.12.2019].
6. *Winchester B., Vellodi A., Young E.* The molecular basis of lysosomal storage diseases and their treatment // *Biochem Soc Trans*. – 2000. – Vol. 28. – № 2. – P. 150–154.
7. *Parini R., Andria G.* Lysosomal storage diseases: early diagnosis and new treatments. Mariani Foundation paediatric neurology. Vol.23. Chicago: John Libbey Eurotext, 2010. – 195 p.
8. *Кобринский Б.А.* Ретроспективный анализ медицинских экспертных систем. // *Новости искусственного интеллекта*. – 2005. – № 2. – С. 6–17.
9. *Аyme S., Caraboenf M., Gouvernet J.* GENDIAG: A computer assisted syndrome identification system // *Clinical Genetics*. – 1985. – Vol. 28. – № 5. – P. 410–411.
10. Pictures Of Standard Syndromes and Undiagnosed Malformations (POSSUMweb) [Электронный ресурс] URL: <https://www.possuim.net.au/> [Дата обращения: 03.12.2019].
11. *Baraitser M., Winter R.M.* London Dysmorphology Database, London Neurogenetics Database & Dysmorphology Photo Library on CD-ROM. 3rd ed. Oxford: Oxford University Press, 2001.
12. Face2Gene [Электронный ресурс] URL: <https://www.face2gene.com/> [Дата обращения: 02.12.2019].
13. Genetic and Rare Diseases Information Center (GARD) [Электронный ресурс] URL: <https://rarediseases.info.nih.gov/> [Дата обращения: 02.12.2019].
14. Human Phenotype Ontology (HPO) [Электронный ресурс] URL: <https://hpo.jax.org/app/> [Дата обращения: 03.12.2019].
15. Orphanet [Электронный ресурс] URL: <https://www.orpha.net/consor/cgi-bin/index.php> [Дата обращения: 02.12.2019].
16. *Alves R., Picol M., Vilaplana J., Teixidy I., Cruz J., Comas J., Vilapriño E., Sorribas A., Solsona F.* Computer-assisted initial diagnosis of rare diseases // *Peer J*. – 2016. – № 4: e2211.
17. *Kobrinский В.А., Demikova N.S., Blagosklonov N.A.* Knowledge Engineering in Construction of Expert Systems on Hereditary Diseases // *Artificial Intelligence. 16th Russian Conference, RCAI 2018, Moscow, Russia, September 24–27, 2018, Proceedings*. – 2018. – Vol. 934. – P. 35–45.
18. *Popper K.* Knowledge and the Body-Mind Problem: In Defence of Interaction. London: Routledge, 2013. 170 p.
19. *Shortliffe E.H., Buchanan B.G.* A Model of Inexact Reasoning in Medicine // *Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project / B.G. Buchanan and E.H. Shortliffe (Eds.)*. Reading, London, Amsterdam, Sydney: Addison-Wesley Publishing Company. – 1984. – P. 233–262.
20. IACPaas [Электронный ресурс] URL: <https://iacpaas.dvo.ru/> [Дата обращения: 02.12.2019].
21. *Грибова В.В., Петряева М.В., Окунь Д.Б., Шалфеева Е.А.* Онтология медицинской диагностики для интеллектуальных систем поддержки принятия решений // *Онтология проектирования*. – 2018. – Т. 8. – № 1(27). – С. 58–73.



УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ В 2019 Г.

■ ВИТ-№ 1-2019

Региональные проекты информатизации

- Суетина Т.А., Китаева Э.А., Китаев М.Р., Абдулганиева З.А.* Мобильное приложение «Дневник самоконтроля» 6-11
Коган Е.И. Интегральный анамнез пациента и опыт его создания в ЭМК петербуржца 12-16

Медицинские информационные системы

- Новицкий В.О., Галчёнков А.С., Малкоч А.В., Чемерис А.Н.* Интеллектуальная информационно-аналитическая система Maximus для медицины и здравоохранения 17-24
Владовская М.Д., Коробенков Е.С., Саенко Л.Ф., Алянский А.Л., Головачева А.А., Иванова Н.Е., Бабенко Е.В., Голощапов О.В., Станевич О.В., Бакин Е.А., Михайлова Н.Б., Бондаренко С.Н., Моисеев И.С., Кулагин А.Д. Информатизация в трансплантационной клинике на примере НИИДОГиТ им. Р.М. Горбачевой ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова 25-39
Морозов С.П., Владимирский А.В., Сафронов Д.С. Бенчмаркинг для оценки качества цифровизации отделений лучевой диагностики: разработка методологии 40-45

Системы поддержки принятия решений

- Наркевич А.Н., Виноградов К.А.* Автоматизированная система бактериоскопической диагностики туберкулеза 46-53
Бережной А.Г., Винник Ю.С. Прогнозирование развития воспалительных осложнений у больных мочекаменной болезнью в послеоперационном периоде 54-58
Карнаухов Н.С., Ильяхин Р.Г. Возможности технологий «Big Data» в медицине 59-63
Фролов С.В., Дубровин В.В., Куликов А.Ю., Куликов Р.А. Система поддержки принятия врачебных решений для формирования протокола ультразвуковых исследований 64-72

Телемедицина

- Иванилова Т.Н., Прокопенко С.В., Попов А.А., Демидюк В.Д., Буслов И.А., Субочева С.А.* Проектные решения портала дистанционной нейрореабилитации «Нейродом» 73-80

■ ВИТ-№ 2-2019

ИТ и экономика здравоохранения

- Курбесов А.В., Мирошниченко И.И.* О возможности применения технологии блокчейн при регистрации граждан в системе медицинского страхования 6-10

Системы поддержки принятия решений

- Карпов О.Э., Субботин С.А., Шишканов Д.В.* Использование медицинских данных для создания систем поддержки принятия врачебных решений 11-18
Портнов Н.М., Розанов В.Б. Практическое использование базы данных гликемических индексов для расчёта гликемической нагрузки продуктов в компьютерной программе оценки фактического питания 19-28

Искусственный интеллект в здравоохранении

- Зиновьев Д.А., Новицкий В.О., Малкоч А.В.* Применение нейросетевых методов машинного обучения в лечении осложнений у пациентов на гемодиализе 29-37

Особое мнение

- Гусев А.В., Плисс М.А., Левин М.Б., Новицкий Р.Э.* Тренды и прогнозы развития медицинских информационных систем в России 38-49

Телемедицина

- Гумерова Г.И., Шаймиева Э.Ш.* Процессная интеграция в системе электронного здравоохранения на основе Индустрии 4.0: разработка бизнесмодели для российской практики (теоретический аспект) 50-66
Морозов С.П., Владимирский А.В., Ледихова Н.В. Телерадиология в Российской Федерации: достигнутый уровень 67-73

Медицинские информационные системы

- Михайлова Ю.В., Пономарев С.Б., Полищук В.Е.* К вопросу о разработке концепции информатизации медицинской службы уголовно-исполнительной системы Российской Федерации 74-79



Региональные проекты информатизации

Тезина Н.Н. Маркировка лекарственных препаратов от производителя до конечного потребителя 6-13

Медицинские информационные системы

Огнева Е.Ю., Гуров А.Н. Применение клинико-информационной системы для обеспечения порядка отбора пациентов с болезнями системы кровообращения на получение высокотехнологичной медицинской помощи. 14-21

Столбов А.П. О классификации рисков применения медицинского программного обеспечения в Евразийском экономическом союзе 22-31

Искусственный интеллект в здравоохранении

Аветисян М.С., Егоров К.С., Кох В.Н., Кошкарлов А.А., Мурашко Р.А., Собченко К.В., Шаров С.В., Халафян А.А. Разработка алгоритма поиска клинически однородных пациентов по слабоструктурированным текстовым данным электронной медицинской карты онкологического профиля. 32-40

Гусев А.В., Гаврилов Д.В., Корсаков И.Н., Серова Л.М., Новицкий Р.Э., Кузнецова Т.Ю. Перспективы использования методов машинного обучения для предсказания сердечно-сосудистых заболеваний 41-47

Дрокин И.С., Еричева Е.В., Бухвалов О.Л., Пилюс П.С., Малыгина Т.С., Синицын В.Е. Опыт разработки и внедрения системы поиска онкологических образований с помощью искусственного интеллекта на примере рентгеновской компьютерной томографии легких 48-57

Блокчейн в здравоохранении

Кошечкин К.А., Преферанский Н.Г., Преферанская Н.Г. Применение блокчейн-технологии для ведения реестра лекарственных препаратов 58-61

Системы поддержки принятия решений

Грибова В.В., Петряева М.В., Шалфеева Е.А. Облачный сервис поддержки принятия диагностических решений в гастроэнтерологии 65-71

Информационные технологии в образовании

Николаиди Е.Н., Зарубина Т.В. Медицинская информатика в современном высшем медицинском образовании 72-80

Медицинские информационные системы

Бельшев Д.В., Гулиев Я.И., Малых В.Л., Михеев А.Е. Новые аспекты развития медицинских информационных систем 6-12

Бельшев Д.В., Гулиев Я.И., Комаров А.Н., Мартюшев-Поклад А.В., Михеев А.Е., Пантелеев С.Н., Романов А.И. Стационар-замещающие технологии в цифровой экосистеме управления здоровьем 13-20

Комаров С.И. Механизм многокомпонентности МИС: области применения 21-26

Фохт О.А. Применение КРП при информатизации медицинских организаций 27-36

Битова А.Л., Дименштейн Р.П., Долбышева Н.Г., Рудецкий С.В., Фохт О.А., Хаткевич М.И. Особенности информатизации лечебно-педагогических учреждений 37-47

Ованесян А.А., Левичев А.В., Бельшев Д.В., Цирлин А.М. Задачи распределения медицинских назначений 48-57

Верховская Е.К., Михеев А.Е., Романов А.В. Быстрое создание прототипов графических представлений данных (дашбордов) для АРМ руководителя в МИС 58-64

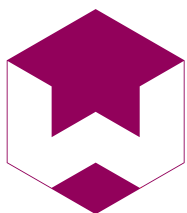
Искусственный интеллект в здравоохранении

Надеждина Е.Ю., Реброва О.Ю., Антюх М.С., Григорьев А.Ю. Прогнозирование рецидива у пациентов с болезнью Иценко-Кушинга после успешной эндоскопической трансназальной аденомэктомии: нейросетевая модель и ее программная реализация 65-71

Системы поддержки принятия решений

Благосклонов Н.А., Кобринский Б.А. Разработка основанной на знаниях системы диагностики орфанных заболеваний 72-78

Указатель статей, опубликованных в журнале в 2019 г. 79-80



WEBIOMED

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ

принятия врачебных решений
с использованием методов
искусственного интеллекта



Возможности WebioMed



Автоматический анализ
медицинских данных,
в том числе электронных
медицинских карт



Выявление факторов
риска развития
заболеваний,
риск-стратификация
пациентов



**Формирование
индивидуального прогноза**
наступления фатальных
и нефатальных осложнений
заболеваний по различным нозологиям



Формирование рекомендаций
по тактике ведения пациента
на основании национальных
клинических рекомендаций,
медицинских стандартов
и доказательной медицины



**Популяционный анализ
и прогнозы**



**Содействие клиническим
исследованиям и поиску
неизвестных зависимостей**
в электронных медицинских данных

Наш сервис могут использовать:

Медицинские
информационные
системы

для оценки пациента
и формирования
подсказок врачу

Региональные
системы

для популяционного
исследования
и выявления факторов
риска в регионе

Сервисы
для пациентов/
персональные
электронные карты

для автоматической
оценки данных
пациента
и формирования
индивидуальных
рекомендаций

Телемедицинские
сервисы

для помощи
в поддержке принятия
решений во время
телемедицинских
консультаций

Сервисы
удаленного
мониторинга
пациентов

для выявления
подозрений
на наличие
или развитие
заболевания

1

2

3

4

5



E-mail: info@kmis.ru



vk.com/webiomed



facebook.com/webiomed



twitter.com/webiomed

Врач

и информационные
ТЕХНОЛОГИИ

