

### **Уважаемые читатели!**

На сегодняшний день искусственный интеллект (ИИ) считается важнейшей сферой ИТ-исследований и ведущим драйвером прорывного индустриального роста, который в последнее время называют «Индустрией 4.0». Как электричество изменило и резко ускорило промышленную революцию в конце 19-го века, так искусственный интеллект воспринимается сейчас как следующий рынок в развитии жизнедеятельности человека в 21 веке.

Согласно данным IDC, объём рынка когнитивных систем и технологий ИИ в 2016 г. в денежном выражении составил приблизительно 7,9 млрд. долл. В 2017 г., как ожидается, он вырастет на 59,3% и достигнет 12,5 млрд. долл. Аналитики полагают, что до конца текущего десятилетия среднегодовой темп роста (CAGR) окажется на уровне 54%. В результате, в 2020 г. объём отрасли превысит 46 млрд. долл.

Направление медицины и здравоохранения считается одним из наиболее интересных и перспективных с точки зрения эффективности ИИ. Уже сейчас применение ИИ позволяет серьезно повысить точность диагностики, облегчить жизнь пациентам с различными заболеваниями, повысить скорость разработки и выпуска новых лекарств и т.д.

Начиная с этого номера, мы открываем в журнале «Врач и информационные технологии» новую рубрику «Искусственный интеллект в здравоохранении», в которой публикуем работу Дюжева Е.В., Сенько О.В., Кузнецова А.В. «Определение факторов риска сердечно-сосудистой летальности в учреждениях уголовно-исполнительной системы с использованием методов машинного обучения».

Также хотим обратить Ваше внимание на работу «Нормативно-справочная информация при построении электронного здравоохранения в России: взгляд на проблему», авторы: Стародубов В.И., Зарубина Т.В., Сидоров К.В., Швырёв С.Л., Раузина С.Е., Королева Ю.И. В статье говорится о значении нормативно-справочной информации (НСИ) при организации электронного здравоохранения, задачах и структуре созданного центра управления НСИ Минздрава России. Описаны модули, службы и сервисы Системы ведения НСИ. Определены понятия и приведена классификация справочников.

*Редакция журнала «ВиИТ»*

**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:**

Стародубов В.И., академик РАН, профессор

**ШЕФ-РЕДАКТОР:**

Куракова Н.Г., д.б.н., главный специалист ФГБУ ЦНИИОИЗ  
Министерства здравоохранения РФ

**ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:**

Зарубина Т.В., д.м.н., профессор, заведующая кафедрой медицинской кибернетики  
и информатики Российского ГМУ

Столбов А.П., д.т.н., профессор кафедры организации здравоохранения, медицинской  
статистики и информатики факультета повышения профессионального образования  
врачей Первого Московского государственного медицинского университета  
им. И.М. Сеченова

**ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР:**

Гусев А.В., к.т.н., заместитель директора по развитию, компания «Комплексные  
медицинские информационные системы»

### МЕДИЦИНСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

*Ю.В. Старичкова, М.И. Персианцева, Ж.Б. Шеховцова,  
Л.Н. Шелихова, М.А. Масчан, А.Г. Румянцев*

**Применение информационных технологий  
для планирования оказания медицинской помощи  
в области трансплантации гемопоэтических  
стволовых клеток**

6-18

### ТЕРМИНОЛОГИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ

*В.И. Стародубов, Т.В. Зарубина, К.В. Сидоров,  
С.Л. Швырев, С.Е. Раузина, Ю.И. Королева*

**Нормативно-справочная информация  
при построении электронного здравоохранения  
в России: взгляд на проблему**

19-28

### ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ

*Е.В. Дюжева, А.В. Кузнецова, О.В. Сенько*

**Определение факторов риска  
сердечно-сосудистой летальности  
в учреждениях уголовно-исполнительной системы  
с использованием методов машинного обучения**

29-45

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

#### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

## СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

*М.А. Тараник, Г.Д. Копаница*

### Система оценки уровня приверженности пациента

46-54

*А.Г. Немков, А.Г. Санников*

### Автоматизация дифференциальной диагностики черепно-мозговой травмы

55-59

*А.В. Гусев, Т.В. Зарубина,*

### Поддержка принятия врачебных решений в медицинских информационных системах медицинской организации

60-72

## ТЕЛЕМЕДИЦИНА

*Н.А. Кочергин, А.М. Кочергина, И.Р. Килина,  
А.С. Клещенко, В.О. Леонова*

### Возможность использования мобильного приложения в качестве инструмента повышения приверженности пациентов кардиологического профиля

73-80

#### «ВРАЧ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

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

Издается с 2004 года.

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

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

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

За содержание рекламы ответственность несет рекламодатель.

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

#### Адрес издателя и редакции:

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

#### Главный редактор:

академик РАН, профессор  
В.И. Стародубов, idmz@mednet.ru

#### Зам. главного редактора:

д.м.н. Т.В. Зарубина, t\_zarubina@mail.ru  
д.т.н. А.П. Столбов, stolbov@mcramn.ru

#### Ответственный редактор:

к.т.н. А.В. Гусев, agusev@kmis.ru

#### Шеф-редактор:

д.б.н. Н.Г. Куракова, kurakov.s@relcom.ru

#### Директор отдела распространения и развития:

к.б.н. Л.А. Цветкова  
(495) 618-07-92

idmz@mednet.ru, idmz@yandex.ru

#### Автор дизайн-макета:

А.Д. Пугаченко

#### Компьютерная верстка и дизайн:

ООО «Допечатные технологии»

#### Литературный редактор:

С.В. Борисенко

#### Подписные индексы:

Каталог агентства «Роспечать» — 82615

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

Дата выхода в свет 01 июня 2017 г.  
Общий тираж 2000 экз. Цена свободная.

© ООО Издательский дом  
«Менеджер здравоохранения»



# Physicians and IT

**№2  
2017**

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

## **MEDICAL INFORMATIONAL SYSTEMS**

*Yu.V. Starikova, M.I. Persiantsev,  
J.B. Shekhovtsova, L.N. Shelikhova,  
M.A. Maschan, A.G. Rumyantsev*



**Planning of medical care in the field  
of hematopoietic stem cell transplantation  
with the use of information technology**

**6-18**

## **TERMINOLOGY AND STANDARDIZATION**

*V.I. Starodubov, T.V. Zarubina, K.V. Sidorov,  
S.L. Shvyrev, S.E. Rauzina, Y.I. Koroleva*



**Reference data for creating e-Health  
in Russia: problem overview**

**19-28**

## **ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN HEALTH CARE**

*E.V. Dyuzheva, A.V. Kuznetsova, O.V. Senko*



**Determination of risk factors of cardiovascular  
mortality in institutions of the penitentiary  
system using the machine learning methods**

**29-45**

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

## **MEDICAL DECISION SUPPORT SYSTEMS**

*M.A. Taranik, G.D. Kopanitsa*

**46-54**

*Patient adherence level evaluation system*

*A.G. Nemkov, A.G. Sannikov*

**55-59**

*Automation of differential diagnostics  
of craniocerebral trauma*

*A.V. Gusev, T.V. Zarubina*

**60-72**

*Clinical Decisions Support in medical information  
systems of a medical organization*

## **TELEMEDICINE**

*N.A. Kochergin, A.M. Kochergina, I.R. Kilina,  
A.S. Kleshchenogov, V.O. Leonova*

**73-80**

*Possibility of mobile app usage as a tool to improve  
compliance for patients with cardiovascular  
disease, Federal State Budgetary Scientific  
Institution Research Institute for Complex Issues  
of Cardiovascular Diseases*



**Ю. В. СТАРИЧКОВА,**

кандидат технических наук, заведующий отделом математических методов и информационных технологий ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева» Минздрава России, г. Москва, Россия

**М. И. ПЕРСИАНЦЕВА,**

кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела оптимизации лечения и профилактики осложнений трансплантации ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева» Минздрава России, г. Москва, Россия

**Ж. Б. ШЕХОВЦОВА,**

научный сотрудник отдела оптимизации лечения и профилактики осложнений трансплантаций гемопоэтических стволовых клеток ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева» Минздрава России, г. Москва, Россия

**Л. Н. ШЕЛИХОВА,**

кандидат медицинских наук, заведующий отделением трансплантации гемопоэтических стволовых клеток № 1 ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева» Минздрава России, г. Москва, Россия

**М. А. МАСЧАН,**

доктор медицинских наук, профессор, заместитель генерального директора, директор «Высшей школы молекулярной и экспериментальной медицины» ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева» Минздрава России, г. Москва, Россия

**А. Г. РУМЯНЦЕВ,**

доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, генеральный директор ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева» Минздрава России, г. Москва, Россия

## ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ОКАЗАНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ В ОБЛАСТИ ТРАНСПЛАНТАЦИИ ГЕМОПОЭТИЧЕСКИХ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК

УДК 004.9:616-006.6

Старичкова Ю. В., Персианцева М. И., Шеховцова Ж. Б., Шелихова Л. Н., Масчан М. А., Румянцев А. Г. *Применение информационных технологий для планирования оказания медицинской помощи в области трансплантации гемопоэтических стволовых клеток (Федеральный научно-клинический центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева Минздрава России, г. Москва, Россия)*

**Аннотация.** В настоящее время в России организация и развитие трансплантационной службы требует решения ряда крупных задач на уровнях медицинских учреждений и системы здравоохранения в целом. Одной из таких задач является комплексный учёт и регистрация группы пациентов, которым показано проведение трансплантации гемопоэтических стволовых клеток, и организация планирования оказания данного вида высокотехнологичной помощи на уровне медицинских учреждений. Сложность и многокомпонентность процесса планирования и проведения трансплантаций гемопоэтических стволовых клеток на уровне медицинского учреждения, высокая значимость

© Ю. В. Старичкова, М. И. Персианцева, Ж. Б. Шеховцова, Л. Н. Шелихова, М. А. Масчан, А. Г. Румянцев, 2016 г.



компонента международного донорства и необходимость хранения клинических и лабораторно-диагностических данных пациентов и доноров требуют разработки и внедрения специализированных программных средств. Текущий высокий уровень развития медицинских информационных систем различного назначения, комплексный подход к формализации процессов и требований к представлению, накоплению и обработке клинических и лабораторно-диагностических данных позволяют развивать существующие и внедрять новые подходы к разработке и внедрению программных средств в различные области здравоохранения. Приведем основные результаты разработки и внедрения программных средств планирования трансплантаций гемопоэтических стволовых клеток в процессы крупнейшего федерального учреждения системы здравоохранения Российской Федерации, оказывающего данный вид высокотехнологичной медицинской помощи.

**Ключевые слова:** медицинская информатика, информационные системы и технологии в здравоохранении, организация оказания высокотехнологичной медицинской помощи, трансплантация гемопоэтических стволовых клеток.

UDC 004.9:616-006.6

Starikova Yu. V., Persiantsev M. I., Shekhovtsova J. B., Shelikhova L. N., Maschan M. A., Rumyantsev A. G. **Planning of medical care in the field of hematopoietic stem cell transplantation with the use of information technology** (Federal research and clinical center for pediatric Hematology, Oncology and immunology named after Dmitry Rogachev Ministry of health of Russia, Moscow, Russia)

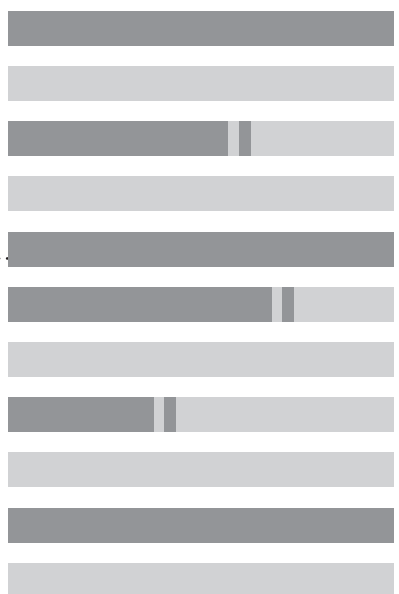
**Abstract.** Currently in Russia the organization and development of transplant services requires the solution of a number of major tasks at the levels of medical institutions and the healthcare system as a whole. One such task is a comprehensive accounting and registration of a group of patients who are transplantation of hematopoietic stem cells and organization of planning of provision of this kind of high-tech care at the level of medical institutions. The complexity and multicomponent nature of the process of planning and carrying out transplantations of hematopoietic stem cells at the level of medical institutions, the high importance of the international component of organ donation and the need of clinical and laboratory and diagnostic data of patients and donors require the development and implementation of specialized software. The current high level of development of medical information systems for various purposes, an integrated approach to the formalization of processes and requirements for reporting, storing and processing clinical and laboratory diagnostic data allow us to develop existing and introduce new approaches to the development and implementation of software tools in different areas of health. We will present the main results of the development and implementation of software tools for planning transplantation of hematopoietic stem cells in the processes of major Federal agencies of health of the Russian Federation, providing this type of high-tech medical care.

**Keywords:** organization of high-technology medical assistance, information systems and technology in health care, transplants of hematopoietic stem cells, medical Informatics.



## МЕЖДУНАРОДНЫЙ И РОССИЙСКИЙ ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ ТРАНСПЛАНТАЦИОННОЙ СЛУЖБЫ

**В** качестве основной области исследования и последующего внедрения информационных систем (ИС) выбрана трансплантация гемопоэтических стволовых клеток (ТГСК), которая является одним из основных компонентов организации высокотехнологичной медицинской помощи (ВМП) и важным этапом терапии при многих онкологических, гематологических и иммунологических заболеваниях [1]. Основным источником стандартизации и систематизации процессов организации трансплантационной службы на международном уровне являются глобальный глоссарий и руководящие принципы трансплантации человеческих клеток, тканей и органов Всемирной организации здравоохранения [2], международные и национальные стандарты качества и безопасности доноров, заготовки, обработки и хранения человеческих тканей и клеток [3] и множество государственных стандартов и законодательных актов. Помимо международных и национальных стандартов с целью предоставления качественной и безопасной медицинской помощи пациентам и донорам активно применяются клини-





ческие рекомендации, научно-обоснованные практики и результаты длительных научно-клинических исследований. В настоящее время организовано и активно развивается два крупнейших мировых сообщества профильных специалистов в области ТГСК – Европейская группа по трансплантации крови и костного мозга (EBMT) и Центр международных исследований крови и пересадки костного мозга (CIBMTR), основной задачей которых является повышение качества и распространение клинических рекомендаций и научно-обоснованных практик на мировом уровне. В EBMT входит 680 научно-клинических и медицинских учреждений Европы [4], в CIBMTR – более 175 медицинских центров США и более 42 из других стран [5]. На базе EBMT и CIBMTR организованы мультицентровые реестры трансплантаций, включающие данные международных и национальных реестров доноров костного мозга и пуповинной крови. В мультицентровом реестре CIBMTR зарегистрировано около 74000 трансплантаций костного мозга и пуповинной крови [5]. По данным реестра трансплантаций EBMT на 2013 г. в 648 медицинских учреждений Европы проведено 39 209 ТГСК [4]. Другим важным компонентом оказания данного вида ВМП является международный регистр поиска неродственного донора, который объединяет данные более чем 25 миллионов волонтеров из десятков стран. В странах с развитыми регистрами эффективность поиска неродственного донора достигает 85%, а медиана длительности поиска – 45 дней [1,6,7]. Вышеперечисленные факторы позволяют не только повышать качество, эффективность и безопасность ТГСК для пациентов и доноров, но и обеспечить доступность метода на уровне медицинских центров.

В настоящее время в России организация и развитие трансплантационной службы требует решения ряда крупных задач на уровнях медицинских учреждений и системы здравоохранения в целом, включая развитие норматив-

но-законодательной базы в области развития клеточных технологий [8–12], разработку и реализацию комплексного подхода к организации национального реестра неродственных доноров [14] и обеспечение доступности данного метода лечения пациентам [1, 4–7]. На сегодняшний день в России существуют серьезные ограничения доступности ТГСК – 6 учреждений здравоохранения имеют возможность проводить ТГСК, при этом количество пациентов детского и подросткового возраста с онкологическими, гематологическими и иммунологическими заболеваниями, которые нуждаются в оказании этого вида ВМП, составляет несколько сотен в год [15]. Вышеперечисленные факторы требуют решения задач организации комплексного планирования оказания ВМП в части ТГСК на уровне медицинских учреждений, включая организацию учёта и регистрацию данных группы пациентов, которым необходимо проведение ТГСК, что требует комплексного решения задач организационного и информационного сопровождения [16].

На текущий момент количество медицинских информационных систем (МИС) различного назначения, предназначенных для автоматизации процессов оказания ВМП в области онкологии и гематологии на уровне учреждений здравоохранения, предлагаемых зарубежными разработчиками около 300 [17], российскими разработчиками представлено около 30 МИС [18]. Уровень систематизации и стандартизации МИС очень высок и охватывает их разработку, внедрение и смежные области. На международном уровне разработано и внедрено более 170 стандартов ISO серии «Медицинская информатика» [19]. В дополнение к международным стандартам ISO серии «Медицинская информатика» в различных странах используются государственные стандарты и руководящие принципы применения информационных технологий в здравоохранении. В России основным источником систематизации и стандартизации являются ГОСТы серии





«Информатизация здоровья» (более 156) и рекомендации Министерства здравоохранения Российской Федерации [15].

Проведенный анализ функциональности представленных на международном и российском рынке ИТ-услуг МИС показал наличие возможностей хранения клинических и лабораторно-диагностических данных о проведении ТГСК с низким уровнем их структуризации, что дает возможность использовать эти данные в клинической работе, но затрудняет их последующий анализ и применение в научно-клинических исследованиях. Во всех МИС отсутствует функционал формирования очереди, учёта и регистрации данных пациентов, нуждающихся в ТГСК, но не являющихся пациентами учреждения здравоохранения, в котором оказывается данный вид ВМП.

В результате проведенного анализа области организации на международном и российском уровне трансплантационной службы и оценки уровня текущего развития МИС сделаны выводы о необходимости обобщить существующие и внедрить новые подходы к формализации и систематизации процессов оказания данного вида ВМП, сбору и накоплению медицинских данных с учетом особенностей области ТГСК и сформировать требования к программному средству автоматизации процессов планирования оказания данного вида ВМП в учреждениях здравоохранения Российской Федерации.

### **1. Структуры медицинских данных и модели процессов планирования трансплантаций гемопоэтических стволовых клеток**

Формирование очереди пациентов, госпитализированных в различные медицинские учреждения, и планирование проведения ТГСК на уровне одного учреждения системы здравоохранения Российской Федерации требует решения нескольких задач:

1. Организация учета и регистрации данных пациентов на основе запросов на проведение ТГСК.
2. Организация сбора и накопления определенного среза идентификационных и медицинских данных пациентов, которым необходима ТГСК.
3. Организация сбора и накопления идентификационных и медицинских данных предполагаемых доноров с возможностью их последующей агрегации с данными пациента.
4. Планирование проведения ТГСК, включая формирование очереди на госпитализацию и приоритизацию пациентов в зависимости от различного набора параметров.
5. Реализация аналитической обработки в разрезе медицинских данных пациентов и предполагаемых доноров, параметров и сроков ТГСК.

В Федеральном государственном бюджетном учреждении «Федеральный научно-клинический центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБУ «ФНКЦ ДГОИ имени Д. Рогачева» Минздрава России) [20] для решения вышеперечисленных задач и последующего внедрения информационных технологий проведена формализация и детализация основных процессов планирования ТГСК и выделены структуры данных.

Основным информационным объектом процессов планирования ТГСК является документ, содержащий определенный срез идентификационных и медицинских данных пациента, сформированный на основании данных истории болезни (ИБ) медицинского учреждения, где проходит текущая госпитализация. Помимо медицинских данных пациента в «Заявке на ТГСК» лечащий врач указывает базовые данные ТГСК: показания к проведению ТГСК, наличие сиблингов, вид и оптимальный срок ТГСК, что при первичном рассмотрении позволяет провести экспертную оценку показаний,



Таблица 1

**Структура данных первичного документа «Заявка на ТГСК»**

Атрибут данных заявки и их типы			
Идентификационные данные пациента		Данные о ТГСК	
ID МИС / Номер истории болезни	Строка	Номер ТГСК	Число
Фамилия	Строка	Показания к ТГСК	Текст
Имя	Строка	Дата установления показаний к ТГСК	Дата
Отчество	Строка	Вид ТГСК	Список
Дата рождения	Дата	Оптимальный срок ТГСК	Дата
Пол	Перечисление	Наличие сиблингов	Булево значение
Клинические и лабораторно-диагностические данные			
Дата создания документа	Дата	Протокол терапии	Список
Клинический диагноз по МКБ	Список	Даты начала / окончания протокола	Дата
Дата установления диагноза	Дата	Этап протокола терапии	Дата
Клинический диагноз	Текст	Даты начала / окончания этапа	Список
Статус заболевания	Текст	Вес пациента	Число
Осложнения	Текст	Группа крови	Список
Сопутствующие диагнозы	Текст	Анти-CMV IgG статус	Список

возможностей проведения ТГСК и ее «экстренность» для конкретного пациента (таблица 1).

Приведенный срез данных «Заявки на ТГСК» позволяет комиссии учреждения здравоохранения, которое проводит ТГСК, оценить клиническое состояние пациента и подтвердить наличие показаний к ТГСК, анализируя данные о ТГСК, сиблингах и других родственных донорах, принять решение о выборе вида аутологичной или аллогенной ТГСК. Отметим, что при выборе аутологичной ТГСК существенно сокращает время ожидания пациента в очереди на ТГСК за счет отсутствия необходимости работы с донором. Если же видом является аллогенная ТГСК, далее происходит процесс определения выбора типа родственного или неродственного донора. Отметим, что в первую очередь рассматривается родственный тип донора. Результатом подбора донора является дополнение первичного набора данных «Заявки на ТГСК» результатами HLA-типирования пациента, данными обследования и результатами HLA-

типирования его предполагаемых доноров. В результате анализа данных пациента и его предполагаемых доноров «Заявка на ТГСК» дополняется атрибутами:

1. При утверждении одного из родственных доноров – дополнение типом донора и предварительной датой проведения ТГСК, которая при планировании госпитализации в отделения ТГСК уточняется.

2. При отклонении всех вариантов родственных доноров и наличии решения о поиске неродственного донора «Заявка на ТГСК» дополняется результатами предварительного поиска и данными неродственных доноров.

Процесс поиска неродственного донора является сложным процессом, включающим взаимодействие координатора поиска из медицинского учреждения, которое проводит ТГСК, с российскими и международными банками доноров [4–7,13,14]. На первом этапе поиска неродственного донора выполняется «предварительный поиск» в банке неродственных доноров, что позволяет определить на



Таблица 2

**Структура данных предполагаемого неродственного донора**

<i>Атрибут данных и их типы</i>			
<i>Идентификационные данные пациента и донора</i>		<i>Клинические и лабораторно-диагностические данные донора</i>	
Международный ID реципиента	Строка	Количество беременностей	Число
Результаты предварительного поиска	Число	Тип донора	Перечисление
Дата начала поиска	Дата	Вес донора	Число
Дата окончания поиска	Дата	Группа крови	Список
Международный ID донора	Строка	Анти-CMV IgG статус	Список
Дата рождения	Дата	Дата забора материала	Дата
Пол	Перечисление	Результаты HLA-типирования	
<i>Расчетные данные пациента и донора</i>			
Групповая совместимость		HLA-совместимость	

основе данных первичного документа «Заявка на ТГСК» количество возможных неродственных доноров [7]. В случае положительного результата «предварительного поиска» происходит детализация данных оптимальных неродственных доноров. Структура данных о предполагаемых неродственных донорах приведена в *таблице 2*.

Описание некоторых компонентов процесса учета регистрации пациентов, которым необходимо ТГСК, и структур клинических и лабораторно-диагностических данных, которыми в процессе планирования ТГСК дополняются «Заявки ТГСК», требуют формализации структуры изменения ее статусов [21]. Структура статусов «Заявки ТГСК» и их последовательное изменение используется для идентификации положения пациента в очереди на ТГСК и фиксации дальнейших действий с пациентом и/или донором (ми). Диаграмма изменения статусов «Заявки на ТГСК» и соответствующий перечень добавляемых в ее структуру данных при изменении статуса приведена на *рис. 1*.

Формализация компонентов процесса учета регистрации пациентов, которым необходимо ТГСК, и структур клинических и лабораторно-диагностических данных первичного

документа пациента «Заявка на ТГСК», параметров ТГСК, данных предполагаемых доноров, диаграмма изменения статусов «Заявка на ТГСК» дают возможность разработки и внедрения ИС управления данными учета и регистрации запросов на проведение ТГСК.

**2. Информационная система планирования трансплантаций гемопоэтических стволовых клеток**

Цель разработки и внедрения ИС «Планирование трансплантаций гемопоэтических стволовых клеток» (ИС «Планирование ТГСК») – сбор и накопление клинических и лабораторно-диагностических данных пациентов, предполагаемых и утвержденных доноров, полученных в процессе планирования ТГСК, формирование плана и очереди на госпитализацию в учреждении здравоохранения, включая и аналитическую обработку этих данных [22]. Приведем основные задачи и особенности реализации:

1. Надёжное версионированное хранилище данных с возможностью гибкой первоначальной настройки и изменение схемы данных без потери ранее внесённых данных.



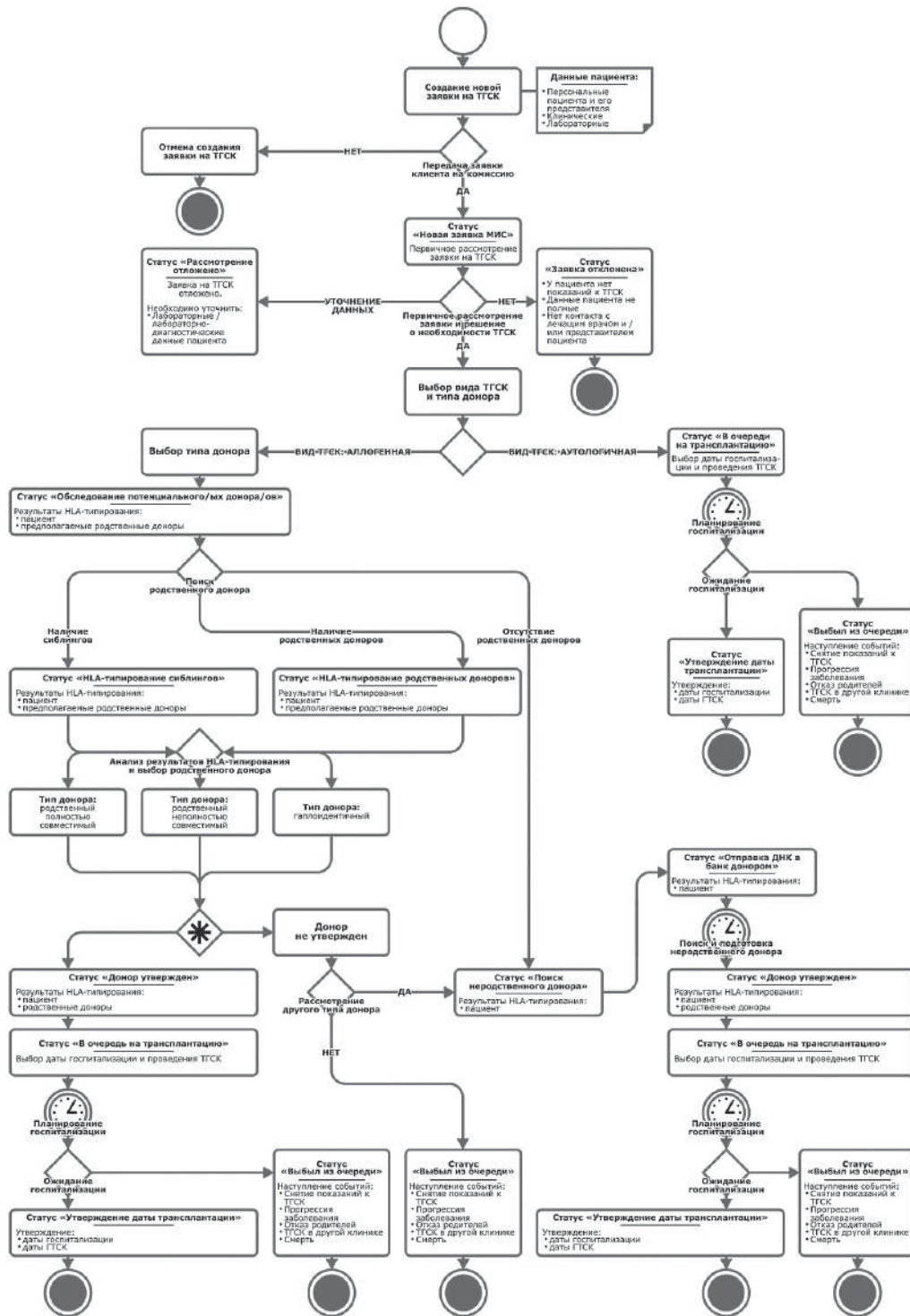


Рис. 1. Диаграмма изменения статусов «Заявки ТГСК»



2. Обеспечение накопления и агрегации клинических и лабораторно-диагностических показателей пациентов и предполагаемых доноров.

3. Интеграция с внешними ИС медицинскими и лабораторными информационными системами, включая «Управление клиническими данными трансплантаций гемопоэтических стволовых клеток» [23] и «Лабораторная информационная система биологии трансплантации гемопоэтических стволовых клеток» [24].

4. Механизмы аналитической обработки данных, генераторы отчетов, графическое представление.

5. Инструменты импорта/экспорта данных.

Для решения вышеперечисленных задач в структуре ИС «Планирование ТГСК» была выбрана архитектура *web*-приложения, включающая в себя хранилище данных, серверное приложение и доступный через *web*-браузер

интерфейс доступа к ИС. Архитектура ИС «Планирование ТГСК» приведена на *рис. 2*, технологии реализации приведены в *таблице 3*.

Выбранная архитектура и технологии реализации ИС «Планирование ТГСК» (*таблица 3*) позволяет реализовать гибкую первоначальную настройку схемы данных и ее изменение на уровне каждого из компонентов без потери ранее внесённых данных. К основной функциональности компонента «Планирование ТГСК» относится:

1. Создание, хранение и редактирование данных первичного документа пациентов («Заявка на ТГСК») из различных учреждений системы здравоохранения Российской Федерации на проведение ТГСК на уровне ФГБУ «ФНКЦ ДГОИ имени Д. Рогачева» Минздрава России.

2. Накопление и агрегация клинических и лабораторно-диагностических показателей пациентов и предполагаемых доноров.

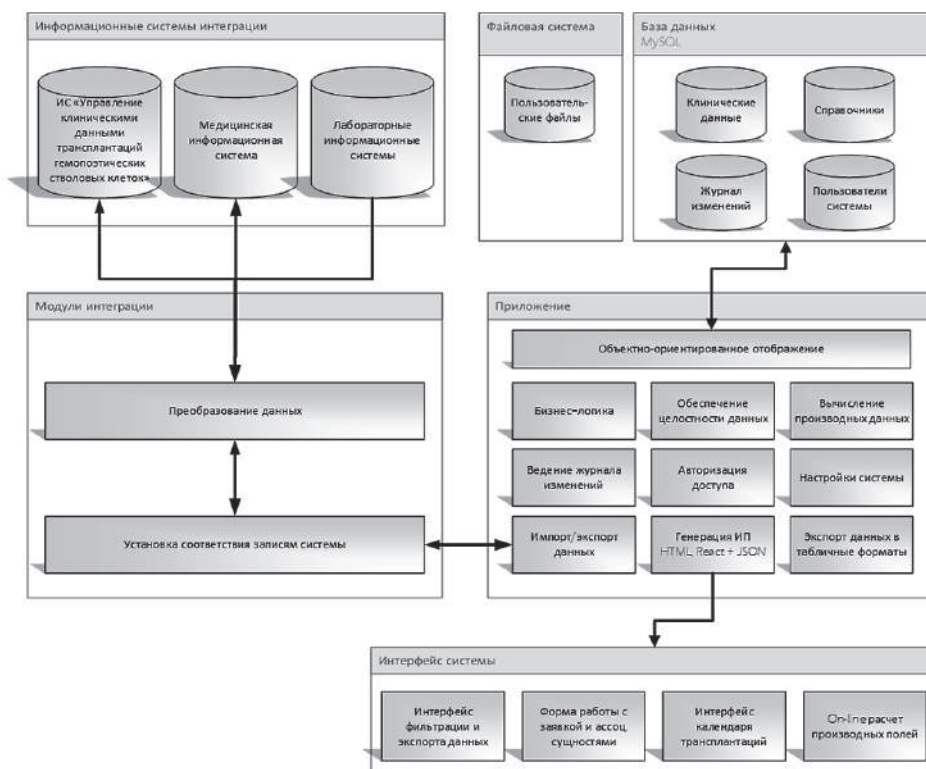


Рис. 2. Архитектура и компоненты ИС «Планирование ТГСК»





Таблица 3

**Технологии реализации ИС «Планирования ТГСК»**

Назначение	Технологии
Языки разработки	Ruby 2.2.2, JavaScript (EcmaScript 5.1)
Базовая платформа разработки	Ruby on Rails 4.2
Базовая среда разработки	JetBrainsRubyMine7
Front-end сервер	Nginx
СУБД	MySQL 5.7
Сервер приложения	Puma 3.4

3. Автоматизация процессов формирования очереди на ТГСК и плана госпитализаций в отделения в соответствии изменениям данных статуса «Заявка на ТГСК».

4. Аналитическая обработка параметров «Заявка на ТГСК», данных предполагаемых и утвержденных доноров, параметров ТГСК.

5. Выгрузка отчетов и формы первичного документа «Заявка на ТГСК».

На рис. 3 приведен пример интерфейса с пользователем ИС «Планирование ТГСК» в части данных пациента «Заявки на ТГСК».

На рис. 4 приведена реализация интерфейса с пользователем календаря запланированных ТГСК и сводных данных статусов «Заявок на ТГСК» в ИС «Планирование ТГСК» в соответствии с диаграммой статусов на рис. 1.

**Рис. 3. Интерфейс формы представления данных «Заявки на ТГСК»**

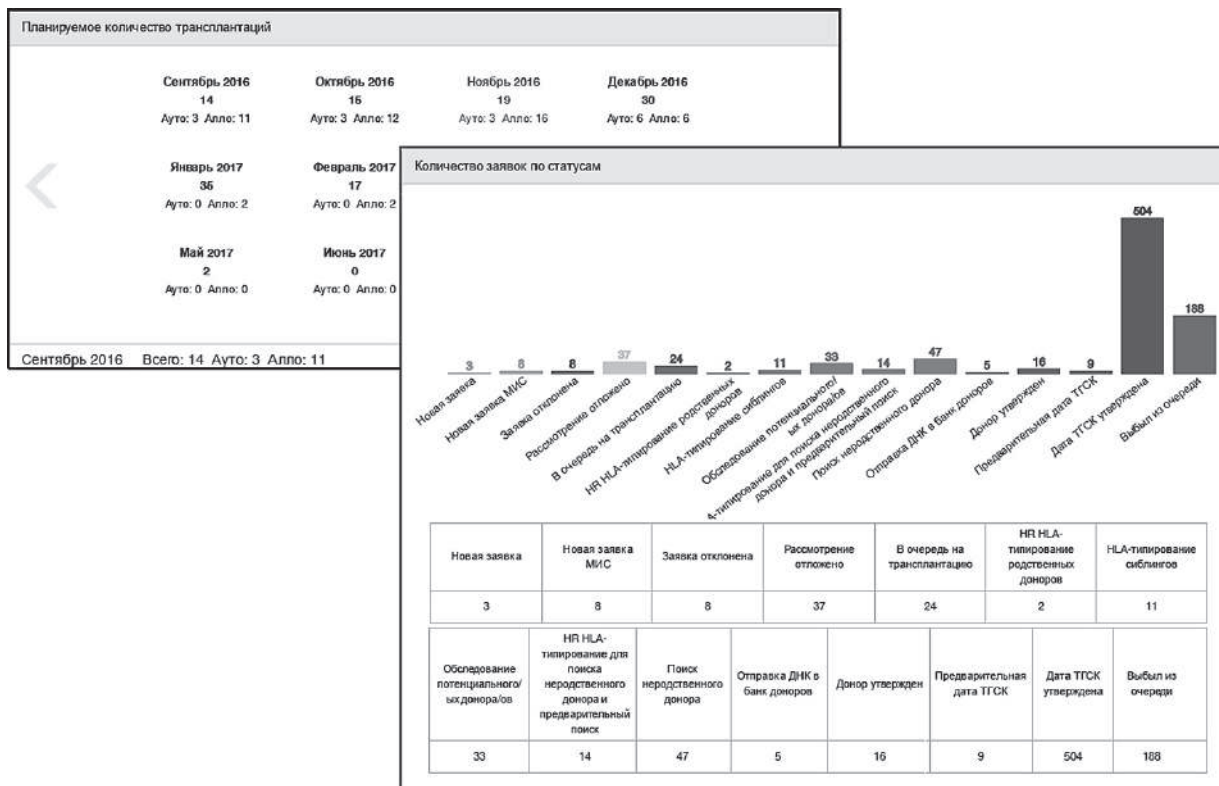


Рис. 4. Интерфейс календаря запланированных ТГСК и представления сводных данных статусов «Заявок на ТГСК»

Приведем основные результаты внедрения «Планирования ТГСК» в процессы работы подразделений ФГБУ «ФНКЦ ДГОИ имени Д. Рогачева» Минздрава России [22].

### 3. Результаты внедрения информационной системы «Планирование ТГСК» в ФГБУ «ФНКЦ ДГОИ имени Д. Рогачева» Минздрава России

Структура данных, накапливаемых в ИС «Планирование ТГСК», позволяет не только получать аналитические данные процесса планирования ТГСК и госпитализаций в ФГБУ «ФНКЦ ДГОИ имени Дмитрия Рогачева» Минздрава России, но и проводить оценку различных параметров оптимальности организации работы службы в части поиска не-

родственных доноров. Приведем примеры некоторых постановок задач, их исходные данные и результаты применения к ним методов описательной статистики. Постановка задачи: оценить длительность срока поиска неродственного донора и ее влияние на результат проведения ТГСК. Исходные данные: даты начала поиска неродственного донора в банке доноров (даты проведения второго HLA-типирования пациента), даты утверждения неродственного донора, даты проведения ТГСК пациенту. Необходимо определить:

1. медиану длительности процесса от даты начала поиска неродственного донора в банке доноров до даты утверждения неродственного донора с учетом;
2. медиану длительности процесса от даты начала поиска неродственного донора в банке



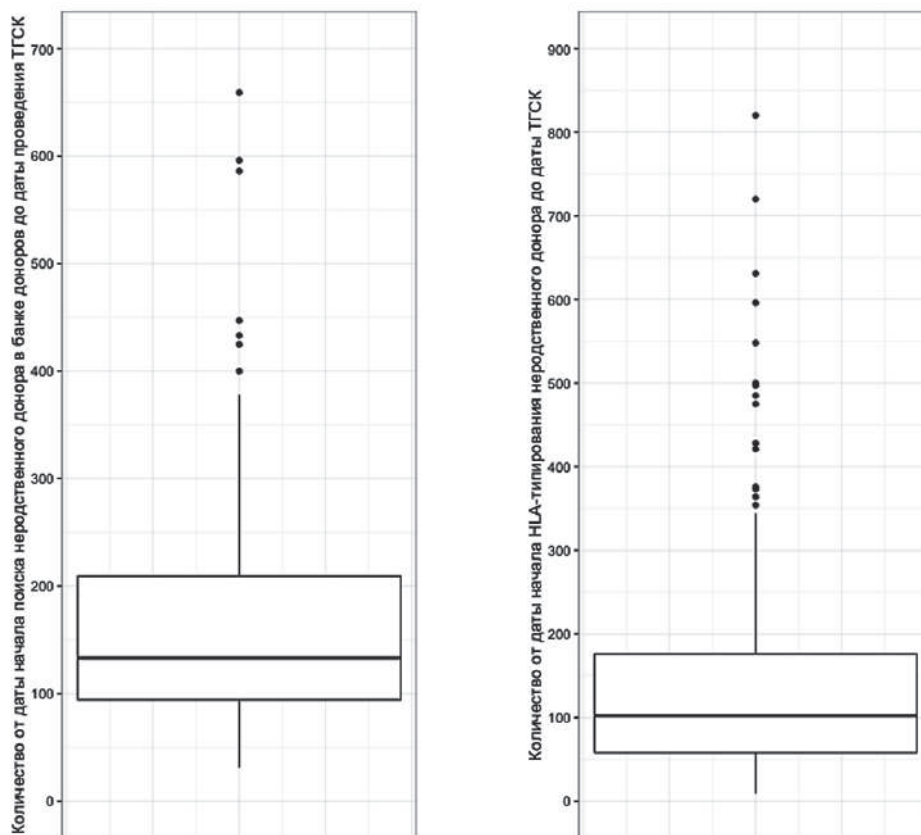


Рис. 5. Медианы сроков поиска и подбора неродственных доноров до даты ТГСК

доноров до даты забора материала донора;

3. медиану длительности процесса от даты начала поиска неродственного донора в банке доноров до даты проведения ТГСК;

4. медиану длительности процесса от даты утверждения неродственного донора с учетом до даты проведения ТГСК и др.

Приведем примеры результатов, полученных на текущем наборе данных: медиана от даты отправки HLA-типирования пациента в банк доноров до даты проведения ТГСК составляет 134 дня, медиана от даты начала HLA-типирования неродственного донора до даты ТГСК – 107 дней (рис. 5). Соответственно с момента подбора неродственного донора время ожидания пациентом госпитализации и проведения ТГСК составляет 27 дней.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведен обзор международного и российского опыта организации трансплантационной службы, выделены основные задачи, требующие разработки и внедрения программных средств в соответствии с текущим состоянием развития области применения информационных систем и технологий в здравоохранении. Проведена формализация компонентов процесса учета регистрации пациентов, которым необходимо ТГСК, структур медицинских данных первичного документа пациента и диаграмма изменения и дополнения его данных, включающего параметры ТГСК и предполагаемых доноров. Разработана оригинальная информационная система «Планирования ТГСК», основное на-





значение которой – управление данными учета и регистрации запросов на проведение ТГСК и процессами планирования данного вида ВМП. Отличительной особенностью разработки является формализация информационных потоков медицинских данных пациентов и их доноров как предполагаемых, так и утвержденных, реализация надежного версионированного хранилища этих данных

и результатов их обработки, интеграции информационной системы «Планирования ТГСК» с медицинскими информационными системами и их компонентами. Приведены примеры результатов внедрения информационной системы «Планирования ТГСК» в процессы работы подразделений ФГБУ «ФНКЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева» Минздрава России.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Румянцев А.Г., Масчан А.А. Трансплантация гемопоэтических стволовых клеток у детей: Руководство для врачей. – М.: Медицинское информационное агентство, 2003. – 912 с.
2. Blood: authorisations and safety reporting. The Medicines and Healthcare products Regulatory Agency (MHRA). URL: <https://www.gov.uk/guidance/blood-authorisations-and-safety-reporting> (дата обращения 11.10.2016).
3. Transplantation. World Health Organization. URL: <http://www.who.int/> (дата обращения 06.10.2016).
4. European Group for Blood and Marrow Transplantation (EBMT). URL: <http://www.ebmt.org/> (дата обращения 07.10.2016).
5. Center for International Blood and Marrow Transplant Research (CIBMTR). URL: <https://www.cibmtr.org/> (дата обращения 06.10.2016).
6. National Marrow Donor Program /Be the Match 23rd Edition Standards And Glossary, 2016. URL: <https://www.cibmtr.org/> (дата обращения 06.10.2016).
7. Bone Marrow Donors Worldwide (BMDW). URL: <https://www.bmdw.org/> (дата обращения 10.09.2015).
8. Закон РФ «О трансплантации органов и (или) тканей человека» от 22.12.1992 № 4180-1 (ред. от 23.05.2016).
9. Закон РФ «О донорстве крови и ее компонентов» от 9 июня 1993 г. № 5142-1.
10. Приказ Минздрава РФ «О развитии клеточных технологий в Российской Федерации» от 25 июля 2003 года № 325.
11. Приказ Департамента здравоохранения «Об организации сбора стволовых клеток» г. Москвы от 11 ноября 2003 года № 659.
12. Федеральный закон «О биомедицинских клеточных продуктах» от 23.06.2016 № 180-ФЗ.
13. Кобзева И.В., Астрелина Т.А., Яковлева М.В., Карпова Е.Э., Круглова Я.А., Боякова Е.В., Лебедева Л.Л., Пухликова Т.В., Шахпазян Н.К., Гомзяков А.Е. Результаты работы регистра доноров пуповинной крови Московского банка стволовых клеток. Гематология и трансфузиология, 2013, т. 58, № 3, 13–18.
14. Масчан М.А. Деpletion альфа/бета-Т-лимфоцитов – надежная платформа для развития трансплантации гемопоэтических стволовых клеток от гаплоидентичных доноров. Российский журнал детской гематологии и онкологии 2015; 3(2): 34–38.





- 15.** Министерство здравоохранения Российской Федерации. URL: <https://www.rosminzdrav.ru/> (Дата обращения: 14.10.2016).
- 16.** Международная ассоциация медицинской информатики (IMIA). URL: <http://www.imia-medinfo.org> (дата обращения: 11.10.2016).
- 17.** Compare Medical Office Software. URL: <http://www.softwareadvice.com/> (Дата обращения: 10.01.2016).
- 18.** Ассоциация Развития Медицинских Информационных Технологий (АРМИТ). URL: <http://www.armit.ru/> (Дата обращения: 10.09.2015).
- 19.** Международная организация по стандартизации (ISO). URL: [www.iso.org/](http://www.iso.org/) (Дата обращения: 10.09.2015).
- 20.** Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научно-клинический центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева» Министерства здравоохранения Российской Федерации. URL: <http://www.fnkc.ru> (Дата обращения: 10.02.2016).
- 21.** Абросимов А.В., Илюшина М.А., Шеховцова Ж.Б., Старичкова Ю.В., Масчан М.А., Румянцев А.Г. Формализация процессов планирования и формирования функциональных требований к медицинским информационным системам // Информационные и телекоммуникационные технологии, 2015. № 27. С. 10–21.
- 22.** Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ Планирование трансплантации гемопоэтических стволовых клеток / Персианцева М.И., Старичкова Ю.В., Шеховцова Ж.Б., Воронин К.А., Шелихова Л.Н., Масчан М.А., Румянцев А.Г. – № 2016660931; опубл. 23.09.2016.
- 23.** Абросимов А.В., Илюшина М.А., Шеховцова Ж.Б., Никонов Р.О., Старичкова Ю.В., Масчан М.А., Румянцев А.Г. Программный комплекс управления клиническими данными трансплантации гемопоэтических стволовых клеток // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки, 2016. № 1 (37). С. 65–78.
- 24.** Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ Лабораторная информационная система биологии трансплантации гемопоэтических стволовых клеток / Боякова Е.В., Старичкова Ю.В., Воронин К.А., Глушкова С.Ю., Масчан М.А., Румянцев А.Г. – № 2016615303; опубл. 19.05.2016.

**В. И. СТАРОДУБОВ,**

Академик РАН, д.м.н., профессор, директор ФГБУ ЦНИИОИЗ Минздрава России

**Т. В. ЗАРУБИНА,**

д.м.н., профессор, заместитель директора ФГБУ ЦНИИОИЗ Минздрава России по информатизации в здравоохранении, zarubina@mednet.ru

**К. В. СИДОРОВ,**

руководитель Регламентной службы ФГБУ ЦНИИОИЗ Минздрава России, kirill.sidorov.68@gmail.com

**С. Л. ШВЫРЕВ,**

к.м.н., заместитель руководителя Регламентной службы ФГБУ ЦНИИОИЗ Минздрава России, sergey.shvyrev@gmail.com

**С. Е. РАУЗИНА,**

к.м.н., доцент кафедры медицинской кибернетики и информатики РНИМУ им. Н.И. Пирогова, rauzina@mail.ru

**Ю. И. КОРОЛЕВА,**

к.м.н., руководитель подразделения регламентного сопровождения НСИ Регламентной службы ФГБУ ЦНИИОИЗ Минздрава России, julsht@yandex.ru

## НОРМАТИВНО-СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ЭЛЕКТРОННОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ В РОССИИ: ВЗГЛЯД НА ПРОБЛЕМУ

**УДК 614.2**

*Стародубов В.И., Зарубина Т.В., Сидоров К.В., Швырёв С.Л., Раузина С.Е., Королева Ю.И. Нормативно-справочная информация при построении электронного здравоохранения в России: взгляд на проблему (Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения» Минздрава России, г. Москва, Россия)*

**Аннотация.** В статье говорится о значении нормативно-справочной информации (НСИ) при организации электронного здравоохранения, задачах и структуре созданного центра управления НСИ Минздрава России. Описаны модули, службы и сервисы Системы ведения НСИ. Определены понятия и приведена классификация справочников. Утвержденная унифицированная структура (паспорт) справочников устанавливает единый подход к их построению и применимость типовых регламентных процедур, связанных с ведением, хранением, мониторингом и актуализацией, включая версионный учет изменений. На основе опыта сформулирована последовательность разработки справочников, полнота этапов которой и трудозатраты зависят от сложности создаваемого или модернизируемого справочника. В разделе, посвященном реестру международных уникальных идентификаторов объектов (OID) и Центру ведения и управления идентификацией объектов Минздрава России, формулируется принцип построения «дерева OID» от корневого уникального идентификатора МЗ РФ, а также процедура регистрации объекта идентификации. Платформой для обеспечения задач Системы ведения НСИ служит программный комплекс, к которому изложены современные требования. В заключении авторы выдвигают наиболее существенные проблемы в реализации Системы НСИ и пути их решения.

**Ключевые слова:** нормативно-справочная информация, медицинская информационная система, электронное здравоохранение, справочник, международный уникальный идентификатор объектов (OID).

**UDC 614.2**

*Starodubov V.I., Zarubina T.V., Sidorov K.V., Shvyrev S.L., Rauzina S.E., Koroleva Y.I. Reference data for creating e-Health in Russia: problem overview (Federal Research Institute for Health Organization and Informatics of Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia)*



**Abstract.** The article is about the importance of reference data (RD) at the e-health foundation, about the aims and structure of newly created Russian Ministry of Health (MOH) RD Control Center. The modules, services of the RD Support System have been described and key terms have been defined.

Based on the experience authors formulate the development stages of references, and the unified reference structure (certificate) is introduced that defines common approaches for the reference development and support.

The article section is dedicated to the tasks of the Object Identifier (OID) Control Center of Russian MOH objects. Principles of the OID Tree architecture built from the MOH root unique identifier are introduced.

In conclusion, the authors state the most significant problems in the implementation of the Reference data System and propose ways of their solution.

**Keywords:** *reference data, medical information system, e-health, reference, Object Identifier (OID).*

Одним из главных условий реализации совместимости (интероперабельности) медицинских информационных систем (МИС) при создании электронного здравоохранения является соблюдение единых подходов и форматов электронного взаимодействия, что предполагает ведение унифицированных справочников. Обеспечение унификации и контроля над справочниками позволяет создавать непротиворечивое информационное пространство, обеспечивать семантическую интероперабельность федеральных и региональных компонентов единой государственной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ), сохранять целостность и достоверность передаваемой информации, качество и безопасность медицинской помощи, имеет огромную ценность для анализа и принятия решений. Общепринятая терминология в перспективе позволит также преодолеть барьер совместимости медицинской информации на международном уровне [1, 3].

Непрерывный процесс информатизации отрасли неизбежно ведет к развитию и расширению нормативно-справочной информации (НСИ). Постоянно требуется разработка новых справочников, актуализация имеющихся как по структуре, так и по внутреннему содержанию, перевод в неактивное, архивное состояние устаревших. Некоторые справочники являются уникальными при использовании, многие – однотипными, необходимыми в разных информационных системах, что требует наличия механизма защиты от дублирования. Часть справочников является основополагающей для обеспечения документирования лечебно-диагностического процесса, часть – для деятельности врачебных комиссий, формирования медико-статистической информации, ведения медицинских и ресурсных отраслевых регистров и т.д. [2, 5, 6]. Справочники бывают простыми и сложными, для их разработки необходимы научно-исследовательские работы и привлечение экспертного сообщества.

Таким образом, современным требованием является наличие гибкого, постоянно функционирующего механизма управления НСИ с единой точкой доступа для всех участников и уровней взаимодействия в сфере здравоохранения (федерального, регионального, учрежденческого, клинического) и ответственной за ее ведение организацией [4].

**Система ведения НСИ в сфере здравоохранения** – специализированный федеральный информационный ресурс для формирования единого централизованного справочно-информационного пространства,



организованный в форме объектов НСИ (номенклатуры, кодификаторы, классификаторы, терминологические системы), поддерживаемый специализированной службой ведения НСИ на постоянной основе. Система ведения НСИ (далее – система НСИ) включает как внутренние объекты, обеспечиваемые Министерством здравоохранения РФ, так и внешние объекты, обеспечиваемые иными ведомствами и учреждениями.

Задачи системы НСИ можно сгруппировать по следующим основным направлениям:

- обеспечение формирования, систематизации, унифицированного хранения, актуализации НСИ, применяемой в сфере здравоохранения;
- обеспечение жизненного цикла и регламентного сопровождения НСИ;
- методическое и методологическое обеспечение ведения НСИ;
- предоставление доступа пользователям к НСИ и их техническая и технологическая поддержка;
- интеграция с медицинскими информационными системами в части применения НСИ;
- мониторинг (систематический сбор и обработка информации о процессах ведения и использования НСИ) и управление НСИ;
- уникальная идентификация справочников и других объектов системы здравоохранения.

На основе имеющихся нормативных документов и с учетом представленных профессиональным сообществом материалов в области системы НСИ [7, 9, 10, 11] предлагается использование следующих основных терминов и определений:

**Реестр** – список (перечень) объектов, составляемый в целях их учета или справочно-информационных целях.

**Справочник** – выделенная совокупность объектов, имеющих уникальные идентификаторы, для формализованного описания предметной области.

**Номенклатура** – справочник, содержащий перечень наименований предметной области, разработанный согласно установленным правилам.

**Кодификатор** – справочник, содержащий набор закодированных терминов или наименований без учета их взаимосвязей.

**Классификатор** – справочник, содержащий набор закодированных терминов или наименований с учетом их иерархических взаимосвязей.

Структура Системы НСИ образует совокупность взаимосвязанных компонентов, включающих Подсистемы:

- Реестр НСИ: Справочники.
- Реестр уникальных идентификаторов объектов (OID) Минздрава России.

Работа Системы НСИ обеспечивается Службами:

- Регламентная служба ведения нормативно-справочной информации:
  - подразделение разработки и модернизации НСИ;
  - подразделение регламентного сопровождения НСИ.
- Центр ведения и управления (ЦВУ) идентификацией объектов Минздрава России (его функции шире; среди прочих он обеспечивает уникальную идентификацию справочников).

Сервисом:

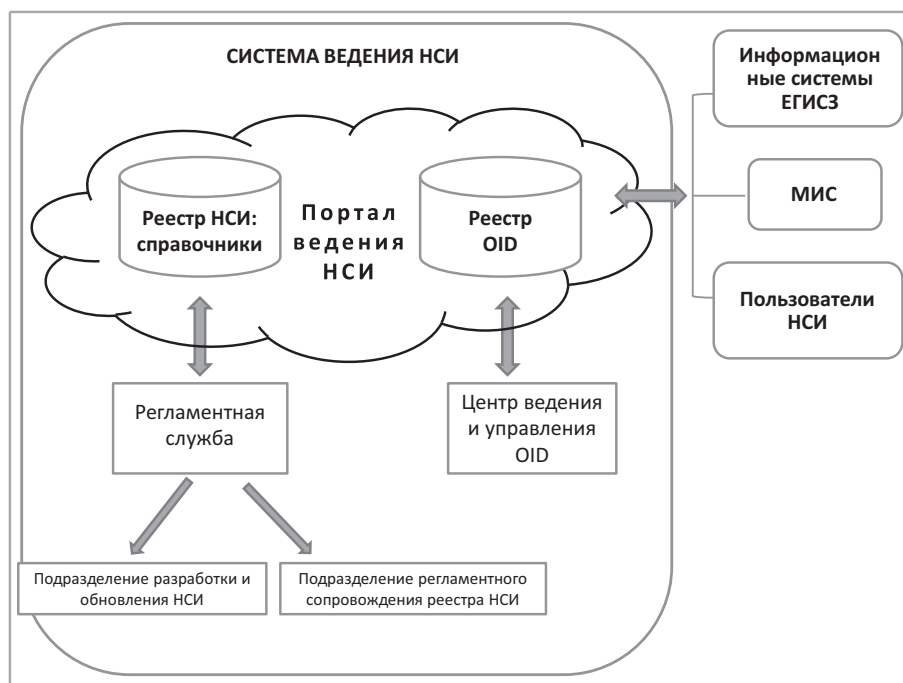
- Программный комплекс (портал) «Реестр НСИ системы здравоохранения».

Функциональная структура Системы ведения НСИ представлена на рис. 1.

### **Реестр НСИ Справочники. Регламентная служба ведения**

Ревизия находящихся на ресурсах НСИ справочников в конце 2013 г. (из них 353 принадлежали компонентам ЕГИСЗ) показала, что около 45% справочников подлежали существенной переработке или полной замене; 25% справочников требовали небольших





**Рис. 1. Элементы Системы ведения НСИ**

доработок (исправления орфографических ошибок, добавления некоторых пропущенных значений, корректировки терминов); 30% справочников могли быть использованы в разработках (при уточнении нормативно-правовых актов). Многие из этих справочников появились при решении локальных задач. При этом, как правило, во время их разработки не уделялось должного внимания уже представленным ранее в данной предметной области системам кодирования и не производилось действий по их системному анализу. Многие из вновь созданных справочников имели существенные проблемы.

Далее, в процессе развития подсистем ЕГИСЗ количество справочников лавинообразно увеличивалось. В сентябре 2015 г. их уже насчитывалось 496, из них около 390 имели медицинскую направленность. Накапливались и проблемы ведения НСИ. Проведенная ревизия в этот период времени выявила следующие наиболее существенные замечания:

- Отсутствие ссылок на нормативно-правовые акты в описании большинства справочников.
- Несоответствие имеющимся нормативно-правовым актам.
- Отсутствие указания ответственной организации за разработку и обновление.
- Некорректная классификация справочников. Например, «Справочник донорской крови» был расположен в группе «Справочники сведений о деятельности МО», наряду со справочниками «Классификатор видов топлива» и «Классификатор видов канализации».
- Неклассифицированные справочники – 86 из 496 (группа «Прочие справочники»).
- Недостаточная полнота справочника с точки зрения предметной области.
- Наличие однотипных справочников с разными названиями (более 30 справочников имели дубли). Например, для кодирования групп инвалидности – 5, для кодирования единиц измерения – 4, льгот – 3.



- Пустые, не содержащие никаких данных справочники.

- Наличие орфографических ошибок, обрывов слов, неоправданных сокращений (например, «выздоров.»), «похондрически», «реляпартомия») или сомнительного смысла некоторых значений (например, «Выздоровление с полным нарушением физиологического процесса»).

- Отсутствие описания полей в инструкции к некоторым справочникам.

- Смешение разных категорий понятий в одном справочнике. Например, в классификаторах групп инвалидности, помимо самих групп, содержатся сведения о причинах и статусе инвалидности, признаках отсутствия инвалидности.

Стала очевидной необходимость создания единого центра разработки, сопровождения и управления системой НСИ. По инициативе Департамента информационных технологий и связи МЗ РФ с этой целью в июне 2015 г. в ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения» (ЦНИИОИЗ) был создан отдел «Регламентной службы ведения нормативно-справочной информации Минздрава России» (далее – Регламентная служба), в состав которого вошло 2 подразделения: разработки нормативно-справочной информации и регламентного сопровождения НСИ.

Основными задачами работы Регламентной службы в части разработки и модернизации НСИ являются:

1. Разработка структуры справочников Минздрава РФ, их последующее наполнение и утверждение на основе единых методических и методологических подходов и требований.

2. Мониторинг на постоянной основе действующей системы НСИ, осуществление своевременной ревизии справочников.

3. Установление приоритетов разработки и модернизации справочников, исходя из практических задач функционирования федерального и региональных сегментов ЕГИСЗ,

медицинских информационных систем медицинских организаций.

Задачи работы Регламентной службы в части сопровождения системы НСИ:

1. Разработка общих регламентных требований с их последующей практической адаптацией к конкретным объектам НСИ.

2. Унификация сопровождения и поддержки жизненного цикла объектов НСИ на базе стандартизованных требований.

Среди задач Центра ведения и управления идентификацией объектов Минздрава России:

1. Разработка положения и порядка ведения реестра идентификаторов объектов Минздрава РФ.

2. Организация процедуры присвоения OID справочнику.

Унификация подразумевает классификацию объектов НСИ. В основу разработанной классификации положены уровни использования справочников:

1. Международные справочники.

2. Общероссийские справочники.

3. Справочники Минздрава России.

4. Другие отраслевые (ведомственные) справочники.

5. Иные справочники и информационные объекты.

В свою очередь, справочники Минздрава России можно разделить на:

- Медицинские справочники.

- Немедицинские справочники для ведения электронного медицинского документооборота и подсистем ЕГИСЗ.

- Вспомогательные справочники и другие информационные объекты.

- Архивные справочники.

Класс «Вспомогательные справочники и другие информационные объекты» был выделен для группировки объектов НСИ, необходимых для решения локальных задач, создания наборов записей из имеющихся справочников или кросс-таблиц. В класс «Архивные справочники»



должны попадать объекты НСИ, которые устарели, (разработаны их более современные аналоги) и использование которых не рекомендуется Регламентной службой.

Унифицированная структура (метаструктура) справочников устанавливает единый подход к их построению и применимость типовых регламентных процедур, связанных с ведением, хранением, мониторингом и актуализацией, включая версионный учет изменений. Единая типовая структура метаданных (паспорт) справочника включает 17 разделов:

1. Уникальный(е) идентификатор(ы) справочника в формате OID [14].
2. Полное название справочника.
3. Краткое название справочника.
4. Класс справочников.
5. Тип справочника (номенклатура, кодификатор, классификатор, терминологическая система).
6. Аннотация: назначение, краткое описание справочника, область применения, рекомендации пользователям и перспективы дальнейшего развития.
7. Дата публикации первой версии справочника.
8. Дата публикации текущей версии справочника.
9. Номер текущей версии справочника (в формате X.Y.).
10. Количество записей в текущей версии справочника.
11. История версий с кратким описанием изменений.
12. Срок подтверждения актуальности (верификации).
13. Описание структуры справочника.
14. Ответственная организация (несет юридическую и административную ответственность).
15. Уполномоченная организация (отвечает за разработку структуры, наполнение и регламентное сопровождение данного справочника).

16. Нормативно-правовое регулирование.

17. Типовые регламентные процедуры: операции, сопряженные с «жизненным циклом» справочника (создание, функционирование объекта, изъятие из обращения).

При размещении на ресурсах НСИ каждый справочник должен сопровождаться полной информацией в соответствии с паспортом. При любых плановых/ внеплановых изменениях утверждается новый паспорт справочника, который имеет ту же версию, что и сам справочник.

Формат кодирования версии – X.Y. Первая версия нового справочника имеет номер 1.1. Любое изменение содержимого справочника (добавление, удаление или редактирование записей) приводит к увеличению числа справа от точки на единицу. Например, 1.1, 1.2 и т.д. Любое изменение структуры справочника (добавление, удаление или редактирование названий атрибутов) приводит к увеличению числа слева от точки на единицу. Например, 2.1, 3.1 и т.д. После увеличения числа слева от точки в номере версии значение числа справа от точки принимает значение 1.

Справочники бывают простыми и сложными, включающими иерархическую структуру и связи между понятиями. Для создания последних зачастую требуется коллективное участие, обращение к зарубежным аналогам, привлечение экспертов, проведение научно-исследовательских работ. На основе опыта разработок и с учетом нормативных документов [12, 13] сложилась определенная последовательность действий при создании справочника, которая включает:

- Изучение предметной области, в том числе на иностранном языке (учебники, статьи, рекомендации профессиональных сообществ, стандарты и др. источники).
- Анализ нормативно-правовых документов в сфере разработки (приказы, распоряжения, положения, методические рекомендации и др.).
- Критическая оценка существующих российских и международных аналогов, обла-





сти их применения, выявление недостатков и ограничений.

- Разработка структуры справочника с учетом необходимой иерархии, существующих стандартов, требований и рекомендаций (выделение всех необходимых атрибутов, определение типов данных, областей и ограничений их использования).

- Разработка структуры всех вложенных справочников (в случае проектирования сложных, составных терминологических систем).

- Создание уникального кода записей справочника (в том числе фасетного).

- Пробное наполнение справочника и его экспертная оценка (в случае сложных справочников).

- Полное формирование записей справочника, при необходимости разработка системы для автоматизации наполнения справочника.

- Формирование таблиц, содержащих синонимы к представленным в справочнике терминам.

- Установление однозначного соответствия записей справочника с записями государственных статистических учетно-отчетных документов и номенклатурой услуг по системе ОМС с целью автоматизации сбора информации.

- Мапирование записей справочника с международными терминологическими системами (SNOMED CT, LOINC и др.).

- Формирование отчета о разработке/ модернизации справочника, в котором изложена предметная область справочника, актуальность, последовательность разработки, приведены структура и наполнение справочника.

- Создание паспорта справочника в соответствии с типовой структурой и описание регламента его ведения, определяющего жизненный цикл справочника в период существования на ресурсах НСИ.

- Утверждение структуры и паспорта справочника.

- Подготовка справочника к публикации в виде файла требуемого формата и размещение на ресурсах ведения НСИ.

При выборе приоритетов разработки (модернизации) справочников ориентирами являются структура Интегрированной электронной медицинской карты, ее базового компонента – Интегрального анамнеза, разрабатываемые Структурированные электронные медицинские документы, а также структуры Федерального регистра медицинских работников, Федерального регистра медицинских организаций и обновляемых Нозологических регистров.

Всего к концу 2016 г. разработано/ модернизировано около 60 справочников. Конечно, они неравнозначны по трудозатратам. Для модернизации одних достаточно было изучить изменения в нормативно-правовых документах и провести несложную процедуру обновления. Для других требовалось пройти все выше обозначенные этапы разработки.

Современные отечественные справочники должны удовлетворять всем поставленным перед ними предметным задачам, соответствовать нормативно-правовым документам, позволять автоматизировать учетно-отчетные процессы, предоставлять возможность семантического взаимодействия с зарубежными терминологическими системами.

Особое внимание среди разработок 2016 г. уделялось созданию федерального справочника лабораторных исследований (ФСЛИ). Разработка происходила при тесном взаимодействии с экспертами Ассоциации специалистов и организаций лабораторной службы «Федерация лабораторной медицины» и Национальной ассоциации медицинской информатики и является примером оперативного и плодотворного взаимодействия разработчиков МИС разного уровня, экспертов предметной области, специалистов в области медицинской кибернетики и информатики. Итогом является полный, методологически правильно построенный, справочник





лабораторных показателей и группа из дополнительных справочников, входящих в его состав: «Типы материалов для лабораторных исследований», «Единицы измерений результатов лабораторных тестов», «Методы измерения лабораторных показателей», «Профили заказа лабораторных исследований», «Справочник микроорганизмов для результатов микробиологических исследований». Разработка других справочников на основе ФСЛИ имеет активное продолжение.

### **Реестр уникальных идентификаторов объектов (OID). Центр ведения и управления идентификацией объектов Минздрава России**

Центр ведения и управления идентификацией объектов Минздрава России в соответствии с Положением «О порядке ведения Реестра идентификаторов объектов Минздрава РФ» уполномочен осуществлять ведение Реестра идентификаторов объектов Минздрава РФ, внесение изменений и дополнений в данный Реестр, обеспечивать доступ пользователям к информации Реестра.

Пространство идентификаторов объектов, формируемое для решения задач Минздрава России определяется расположением соответствующего сегмента «дерева международных идентификаторов объектов» (дерево OID) [8] от корневого уникального идентификатора Минздрава России (корень дерева Минздрава) – **1.2.643.5.1.13**. Ветка OID ЦВУ в структуре дерева международных идентификаторов объектов – **1.2.643.5.1.13.13**. От этого корня (узла) Уполномоченный центр в ЦНИ-ИОИЗ ведет управление Реестром, включая регистрацию объектов. Ответственность за дальнейшую иерархию регистраций от данного узла может быть делегирована другим организациям на гибкой основе. Присвоенное имя должно присоединяться в виде префикса ко всем вложенным именам ветки этого узла.

Допускается регистрация и выдача узла OID юридическому лицу в нескольких ветках (тематических группах). Допускается возможность присвоения нескольких отличающихся OID одному и тому же экземпляру объекта, хотя данной ситуации следует избегать.

Процедура регистрации объекта идентификации включает:

1. Прием заявления от организаций о закреплении идентификатора объекта (OID) и внесении сведений в Реестр Минздрава через Личный кабинет, размещенный на портале ЦВУ в соответствии с установленными правилами.

2. Обработка и рассмотрение или отклонение заявления.

3. Внесение сведений в Реестр, публикация закрепленного за Заявителем OID на портале ЦВУ.

4. Уведомление Заявителя о принятом решении.

При подаче заявления требуется обосновать необходимость уникальной идентификации, описать объект, подлежащий регистрации, указать ответственную организацию и ее реквизиты и др. Кроме стандартного перечня регистрационных данных для различных типов объектов идентификации (медицинские организации, экспертные советы, справочники и др.) могут потребоваться свои особенности процедуры регистрации.

Помимо присвоения однозначных наименований в соответствии с установленной процедурой регистрации, Уполномоченный орган поддерживает и управляет в постоянном режиме реестром имен и определений и предоставляет к ним доступ и навигацию.

### **Программный комплекс (портал) «Реестр НСИ системы здравоохранения»**

Платформой для обеспечения задач Системы ведения НСИ служит программный комплекс (портал) «Реестр НСИ системы здравоохранения». Портал должен поддерживать



выполнение всех функций, возложенных на систему ведения НСИ.

В конце 2015 г. было принято решение о разработке нового программного комплекса, который бы, в отличие от предыдущего, отслеживал версионные изменения при его модернизации, ведение метаструктуры справочника, позволял осуществлять ролевое управление размещением справочников и новостной информации, предоставлял пользователям удобные инструменты поиска и подписки на справочники, давал возможность получения необходимой аналитической информации для централизованного администрирования.

Кроме того, современным требованием к информационной системе ведения нормативно-справочной информации является возможность предоставления сервиса автоматической поддержки в актуальном состоянии НСИ в подсистемах ЕГИСЗ, в том числе регистрах, Региональных МИС, МИС медицинских организаций.

Ведение Реестра идентификаторов объектов Минздрава РФ, внесение изменений и дополнений в Реестр, обеспечение доступа к информации Реестра через сеть Интернет также требует реализации на программной платформе, единой с порталом ведения НСИ.

К настоящему времени разработка такого унифицированного программного комплекса, поддерживающего все выдвигаемые задачи, находится в завершающей стадии.

### **Проблемы в реализации системы ведения нормативно-справочной информации**

Можно сформулировать следующие наиболее существенные проблемы в реализации Системы НСИ:

1. Необходимость доработки портала (программного комплекса) «Реестр НСИ системы здравоохранения» с целью реализации поставленных перед Системой задач. Портал

должен поддерживать выполнение всех функций, возложенных на подсистемы данного компонента ЕГИСЗ.

2. Отсутствие детализированных правил и порядка деятельности Регламентной службы ведения НСИ, содержащих описание участников и последовательности действий при всех типовых ситуациях, возникающих во время создания, модификации, актуализации справочников, взаимодействия с пользователями НСИ. В том числе, определение процедуры непрерывной поддержки в актуальном состоянии сложных терминологических систем, за которые отвечает Минздрав России.

3. Отсутствие процедуры поддержки в актуальном состоянии внешних словарей (международных, общероссийских, не подведомственных МЗ РФ).

4. Необходимость детализации регламента работы ЦВУ: ролей, действий при поступлении заявки на выделение OID, создании нового узла OID, внесения в реестр, взаимодействия с пользователями и др. типовых ситуаций.

Часть проблем может быть решена самой Регламентной службой Минздрава России, часть требует межведомственного взаимодействия.

В заключение хотелось бы отметить, что роль нормативно-справочной информации в Единой государственной информационной системе здравоохранения трудно переоценить. От качества ее организации и актуализации зависит качество взаимодействия всех остальных подсистем ЕГИСЗ, возможность интеграции с международными решениями в этой области. Одномоментно превратить систему НСИ в полный, методологически правильно выстроенный, хорошо отлаженный механизм невозможно; модернизация и сопровождение системы должны быть постоянным планомерным процессом. Предстоит большая и ответственная работа.





## ЛИТЕРАТУРА



1. Концепция создания единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения. Приказ Минздравсоцразвития России от 28.04.2011 № 364 (ред. от 12.04.2012).
2. *Емелин И.В., Зингерман Б.В., Лебедев Г.С.* О стандартизации структуры электронных медицинских данных //Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2010. – № 12. – С. 18–24.
3. *Зарубина Т.В.* Единая государственная информационная система здравоохранения: вчера, сегодня, завтра //Сибирский вестник медицинской информатики и информатизации здравоохранения. – 2016. – № 1. – С. 6–11.
4. *Зарубина Т.В., Швырев С.Л., Соловьев В.Г., Раузина С.Е., Родионов В.С., Пензин О.В., Сурин М.Ю.* Интегрированная электронная медицинская карта: состояние дел и перспективы //Врач и информационные технологии. – 2016. – № 2. – С. 35–44.
5. *Зингерман Б.В., Шкловский-Корди Н.Е., Карп В.П., Воробьев А.И.* Интегрированная электронная медицинская карта: задачи и проблемы //Врач и информационные технологии. – 2015. – № 1. – С. 24–34.
6. *Столбов А.П.* Организация электронного документооборота в здравоохранении //Врач и информационные технологии. – 2007. – № 5. – С. 33–39.
7. *Столбов А.П., Кузнецов П.П., Какорина Е.П.* Основы стандартизации в здравоохранении и обязательном медицинском страховании (учебно-методическое пособие). – М.: Медицинский информационно-аналитический центр РАМН, 2005. – 44 с.
8. ГОСТ Р ИСО/МЭК 9834-1-2009 Информационная технология. Взаимосвязь открытых систем процедуры действий уполномоченных по регистрации ВОС. Часть 1. Общие процедуры и верхние дуги дерева идентификатора объекта АСН. 1 (действует с 01.09.2010).
9. ГОСТ Р 54624–2011 Информатизация здоровья. Контролируемая медицинская терминология. Структура и высокоуровневые индикаторы (действует с 01.09.2012).
10. ГОСТ Р ИСО 704-2010 Терминологическая работа. Принципы и методы (действует с 01.09.2011).
11. ГОСТ Р ИСО 17115–2009 Информатизация здоровья. Словарь для терминологических систем (действует с 01.07.2010).
12. ГОСТ Р ИСО 29383–2012 Терминологическая политика. Разработка и внедрение (действует с 01.01.2014).
13. РМГ 19–96 Рекомендации по межгосударственной стандартизации. Рекомендации по основным принципам и методам стандартизации терминологии (действует с 07.01.1998).
14. *Steven J Steindel* «OIDs: how can I express you? Let me count the ways» //J Am Med Inform Assoc. – 2010. – Mar-Apr 17(2). – P. 144–147.

**Е.В. ДЮЖЕВА,**

старший научный сотрудник Федерального казенного учреждения «Научно-исследовательский институт Федеральной службы исполнения наказаний» Российской Федерации, г. Москва, Россия, ele5055@yandex.ru

**А.В. КУЗНЕЦОВА,**

к.б.н., старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт биохимической физики имени Н.М. Эмануэля Российской академии наук, г. Москва, Россия, azfor@narod.ru

**О.В. СЕНЬКО,**

д.ф.-м. наук, ведущий научный сотрудник Вычислительного центра им. А.А. Дородницына Российской академии наук Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук, г. Москва, Россия, senkoov@mail.ru

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТОРОВ РИСКА СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ ЛЕТАЛЬНОСТИ В УЧРЕЖДЕНИЯХ УГОЛОВНО- ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

УДК 616–037:519.24

Дюжева Е.В., Кузнецова А.В., Сенько О.В. *Определение факторов риска сердечно-сосудистой летальности в учреждениях уголовно-исполнительной системы с использованием методов машинного обучения (ФКУ НИИ ФСИН России, г. Москва, Россия; ФГБУН ИБХФ им. Н.М. Эмануэля РАН, г. Москва, Россия; ВЦ РАН им. А.А. Дородницына ФИЦ ИУ РАН, г. Москва, Россия)*

**Аннотация.** В статье представлены результаты первого клинико-эпидемиологического исследования по выявлению факторов риска летального исхода сердечно-сосудистых заболеваний у пациентов лечебных учреждений уголовно-исполнительной системы. В исследовании применялись методы машинного обучения, основанные на построении оптимальных разбиений признакового пространства, и методы распознавания. Это с высокой достоверностью позволило определить предиктивные факторы госпитальной летальности кардиологического больного, которыми стали: употребление крепкого тонизирующего напитка «чифир», возраст, вес, рост, систолическое и диастолическое артериальное давление, уровень гемоглобина, частота сердечных сокращений, фракция выброса левого желудочка, конечный систолический и конечный диастолический размер левого желудочка, наличие артериальной гипертензии и число судимостей.

**Ключевые слова:** сердечно-сосудистые заболевания, уголовно-исполнительная система, методы оптимального разбиения, распознавание, машинное обучение.

UDC 616–037:519.24

Dyuzheva E. V., Kuznetsova A. V., Senko O. V. *Determination of risk factors of cardiovascular mortality in institutions of the penitentiary system using the machine learning methods (Federal State Institution of the Federal Penitentiary Service, Russia; Institute of Biochemical Physics of the Russian Academy of Sciences, Russia; Federal Research Center Computer Science and Control of the Russian Academy of Sciences, Russia)*

**Abstract.** The article presents the results of the first clinical and epidemiological studies to identify risk factors for fatal cardiovascular disease in patients of medical institutions of the penitentiary system. In a research the Machine learning methods based on creation of optimal partitioning signs space and recognition methods were applied. It is with high reliability has allowed to determine predictive factors of hospital mortality in cardiac patients, which became: the use of a strong tonic drink «chifir», age, weight, growth, systolic and diastolic blood pressure, hemoglobin level, heart rate, left ventricular ejection fraction, end-systolic and end-diastolic left-ventricular dimension, hypertension and the number of criminal record.

**Keywords:** cardiovascular disease, the penitentiary system, methods of optimal partitioning, recognition, machine learning.



## ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день актуальность эпидемической ситуации в пенитенциарном здравоохранении обусловлена возрастающим вкладом ССЗ в общую заболеваемость и смертность, ежегодно регистрируемые в учреждениях уголовно-исполнительной системы (УИС) [1]. Это диктует необходимость совершенствования кардиологической помощи в соответствии с современными направлениями исследований и программ по снижению смертности от ССЗ среди населения страны. Однако, установленные законодательством условия режимной изоляции в местах лишения свободы (МЛС), не позволяют включать пациентов из числа следственно-арестованных и осужденных в многолетние программы государственного здравоохранения по изучению состояния кардиологической помощи и результатов лечения больных.

## ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Выявление значимых факторов риска смертельного исхода ССЗ госпитализированного больного.

## ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для выявления предикторов летального исхода ССЗ был проведен ретроспективный анализ историй болезней лиц, отбывающих наказание в МЛС и в 2015 году получавших стационарное лечение в медико-санитарных частях Федеральной службы исполнения наказаний Российской Федерации.

Сформированная база данных содержала группы показателей: анамнестические данные (возраст, длительность содержания в МЛС, количество раз отбывания наказания, длительность последнего срока осуждения, количество выкуриваемых сигарет в день, длительность течения ССЗ, группу инвалидности, употребление крепкого тонизирующего напитка «чифир», наличие АГ в структуре общего диагноза ССЗ, исход стационарного лечения

ССЗ), антропометрические (рост, вес, индекс массы тела), данные объективного обследования (частота сердечных сокращений (ЧСС), уровень систолического артериального давления (САД) и диастолического артериального давления (ДАД) в момент первичного осмотра госпитализированного больного), биохимические показатели крови (гемоглобин (Hb), тромбоциты (Tr), время свертывания крови (BCK), сахар, холестерин, креатинин), показатели ЭХО-КГ (фракция выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ), конечный систолический размер ЛЖ (КСР ЛЖ), конечный диастолический размер ЛЖ (КДР ЛЖ)).

В статистический анализ были включены данные 213 пациентов, которые составили две группы наблюдения: первая группа включала 81 человека с неблагоприятным исходом стационарного лечения (умерших), средний возраст –  $54,6 \pm 1,4$  лет; вторую группу составили 132 человека, средний возраст –  $51,3 \pm 0,9$  лет, которые были выписаны для продолжения амбулаторного лечения в медицинские части по месту отбывания наказания. В исследовании не включались женщины, содержащиеся в МЛС, и подростки, ввиду отсутствия среди них смертельных исходов от БСК в 2015 г.

## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для статистической обработки показателей использованы методы машинного обучения (MACHINE LEARNING METHODS), основанные на методиках распознавания и оптимального разбиения признаков пространств. Выбор этих методов обусловлен их преимуществом в представлении точности и надежности прогноза влияния изучаемых в исследовании факторов (См. Приложение).

На первом этапе анализа данных с использованием методов машинного обучения использовался логико-статистический метод оптимальных достоверных разбиений (ОДР), ранее уже представленный во многих работах [2,3,4]. Методика ОДР основана на по-



иске разбиений признаков пространства, наилучшим образом разделяющего сравниваемые группы. В нашем случае ищутся оптимальные границы разбиения, достоверно разделяющие случаи со смертельным исходом и случаи, завершившиеся выпиской. Поиск разбиений производится по обучающей выборке путем оптимизации специального функционала качества. Современные статистические средства позволяют исследовать разбиение одномерных значений отдельных признаков и двумерных значений совместных областей пар признаков. В случае одномерных моделей поиск оптимальных разбиений производится отдельно для каждого признака, в случае двумерных моделей – для различных пар признаков. Оценка достоверности признаков в ходе разбиения вычисляется с помощью критерия хи-квадрат ( $\chi^2$ ). В случае, когда объем обучающей выборки невелик, что справедливо для задачи, рассматриваемой в данной работе, верификация достоверности выявленных зависимостей проводится с помощью перестановочных тестов [3]. При этом р-значение (мера значимости) вычисляется путем создания большого числа (тысячи) случайно сгенерированных выборок (целевая переменная создается случайно), на которых автоматически проводят аналогичный поиск закономерностей. Если число случайных таблиц, на которых функционал качества равен или превышает значение функционала на обучающей выборке, меньше заданного числа, то считается, что закономерности, найденные для обучающей выборки, не случайны. Для одномерных закономерностей вычисляется одно р-значение, для двумерных – два р-значения, оценивающих значимость вклада каждой из двух переменных. В дальнейшем анализе участвуют наиболее информативные признаки, обеспечивающие статистически отделение одной группы от другой.

Причиной использования метода ОДР являются следующие его преимущества: высокий

уровень достоверности выявленных закономерностей при отсутствии знания о типе вероятностных распределений; возможность исследования сочетанных эффектов со статистической верификацией вклада каждой из переменных; статистически обоснованное выделение областей с преобладанием различных типов исхода; наглядное представление найденных закономерностей в виде двумерных диаграмм.

Статистический анализ представленной в работе базы данных с использованием метода ОДР и перестановочного теста реализовывался в рамках программных продуктов «РАЗБИЕНИЕ», «РАСПОЗНАВАНИЕ» и библиотеки **Scikit-Learn**, которые имеют удобный интерфейс, позволяющий инициировать вывод результатов анализа в удобной статистико-аналитической и графической форме [5].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе одномерного разбиения признаков двух групп наблюдений было установлено, что группа умерших достоверно отличалась от группы выписанных пациентов по следующим признакам (в порядке убывания информативности): вес, ДАД, САД, Нь, употребление напитка «чифир», возраст, ФВ ЛЖ, Tr, КДР ЛЖ, АГ, ЧСС, рост, КСР ЛЖ (таблица 1).

Представленная ниже диаграмма наглядно демонстрирует различия в распределении значений информативных признаков в двух группах наблюдений (рис. 1). Графическое пространство разбито на два квадранта, в которых для обозначения объектов наблюдения использованы условные обозначения:

- ⊕ – объект первого класса (1 группа);
- – объект второго класса (2 группа).

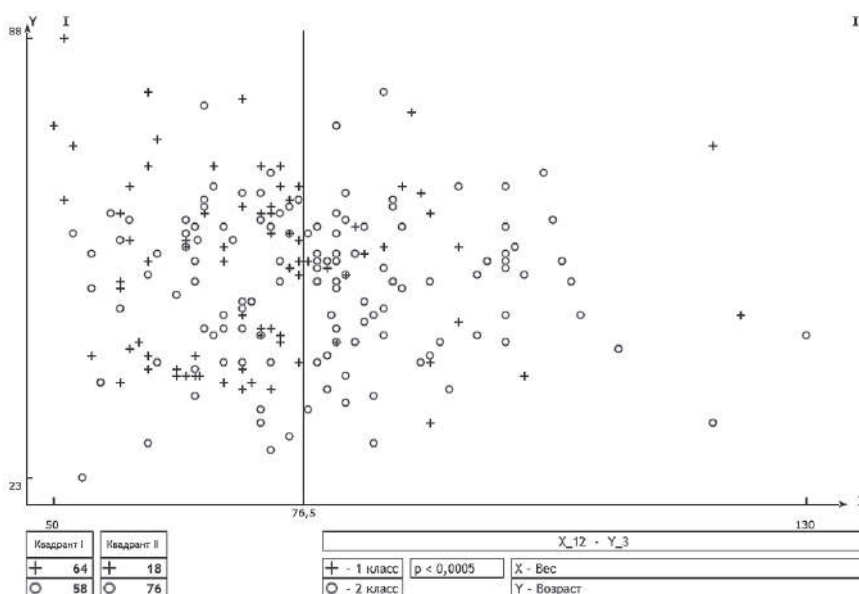
На рис. 1 видно, что в квадрант II справа (вес свыше 76,5 кг) попали 94 значения, из них только 18 летальных случаев (22% от числа наблюдений в группе) и 76 случаев выписки (58%). На 122 случая с весом менее 76,5 кг (квадрант I слева) приходится 64 летальных случая (79%) и 58 случаев выписки



Таблица 1

**Информативные показатели со значимым различием при одномерных разбиениях, выполненных методом ОДР, для группы умерших (1 группа) и выписанных пациентов (2 группа) (абс.кол-во/% – от количества наблюдений в группе 1 и 2)**

N п/п	Признак	Оптимальная граница разбиения признака	Ниже границы (чел., %)		Выше границы (чел., %)		F	p
			1 гр. (81 чел.)	2 гр. (132 чел.)	1 гр. (81 чел.)	2 гр. (132 чел.)		
1	Вес (кг)	76,5	64/79	58/44	18/22	76/58	24,9	<0,00033
2	ДАД (мм рт.ст.)	76,5	30/37	14/11	52/64	120/91	21,33	<0,00033
3	САД (мм рт.ст.)	112,5	26/32	13/10	56/69	121/92	16,57	<0,00033
4	Нв (г/л)	103,5	12/15	2/2	69/85	132/100	14,65	0,004
5	Чифир (да/нет)	0,5	24/30	73/55	57/70	57/43	14,07	<0,00033
6	Возраст (лет)	68,5	69/85	131/99	13/16	3/2	13,68	0,003
7	ФВЛЖ (%)	57,5	37/46	46/35	17/21	73/55	13,2	0,004
8	Тг (*10 <sup>9</sup> /л)	155	19/23	9/7	52/64	110/83	12,97	0,008
9	КДР ЛЖ (см)	5,89	31/38	100/76	21/26	18/14	12,82	0,006
10	Наличие АГ (да/нет)	0,5	33/41	27/20	49/60	107/81	10,19	0,002
11	ЧСС (уд/мин)	82,5	47/58	104/79	35/43	30/23	9,914	0,018
12	Рост (см)	173,5	56/69	62/47	26/32	72/55	9,909	0,016
13	КСР ЛЖ (см)	4,55	40/49	106/80	12/15	7/5	9,901	0,018



**Рис. 1. Одномерная закономерность, отражающая связь величины веса с исходом ССЗ госпитализированного больного**





Таблица 2

**Информативные сочетания парных признаков  
со значимостью различий в группах не менее  $p < 0,05$   
при двумерных разбиениях, выполненных методом ОДР**

N пары	Показатели	Chi-квадрат	Граница	p	Распределение случаев 1класс/2класс в квадрантах разбиения (абс. кол-во, % – от числа наблюдений в группе 1 и 2)			
					I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.
1	Вес ДАД	41,075	77,5	0,0003	42/51	10/69	7/5	23/9
	-	-	76,5	0,0047	52%/39%	12%/53%	9%/4%	28%/7%
2	Вес САД	38,017	77,5	0,0003	45/50	11/71	6/3	20/10
	-	-	112,5	0,0297	56/38(%)	14/55(%)	7/2(%)	25/8(%)
3	Чифир ДАД	37,381	0,5	0,0003	11/64	41/53	16/4	13/9
	-	-	76,5	0	14/49(%)	51/41(%)	20/3(%)	16/7(%)
4	Возраст ДАД	32,774	65,5	0,043	40/112	12/8	6/0	24/14
	-	-	76,5	0,001	49/86(%)	15/6(%)	7/0(%)	30/11(%)
5	Вес АГ	32,597	77,5	0	36/47	13/60	4/14	29/13
	-	-	0,5	0,048	44/36(%)	16/46(%)	5/11(%)	36/10(%)
6	Чифир САД	32,085	0,5	0,001	14/65	41/53	16/4	10/8
	-	-	112,5	0,0013	17/50(%)	51/41(%)	20/3(%)	12/6(%)
7	Рост ДАД	31,997	176,5	0,047	43/84	9/36	3/7	27/7
	-	-	76,5	0,0003	53/65(%)	11/28(%)	4/5(%)	33/5(%)
8	Возраст Чифир	31,591	68,5	0,0013	52/57	5/0	8/3	16/70
	-	-	0,5	0,0007	64/44(%)	6/0(%)	10/2(%)	20/54(%)
9	Чифир Нь	31,107	0,5	0	17/72	51/56	5/1	7/1
	-	-	103,5	0,002	21/55(%)	63/43(%)	6/1(%)	9/1(%)
10	ДАД КДРЛЖ	30,255	74	0,0087	6/3	15/15	17/90	14/10
	-	-	5,89	0,0333	7/2(%)	19/12(%)	21/69(%)	17/8(%)
11	Возраст САД	28,491	65,5	0,0383	43/113	13/8	5/0	21/13
	-	-	112,5	0,008	53/87(%)	16/6(%)	6/0(%)	26/10(%)
12	САД КДРЛЖ	28,241	112,5	0,022	5/4	16/14	20/94	11/6
	-	-	5,89	0,017	6/3(%)	20/11(%)	25/72(%)	14/5(%)
13	Возраст Нь	27,914	68,5	0,029	59/130	10/2	3/1	9/1
	-	-	103,5	0,0213	73/100(%)	12/2(%)	4/1(%)	11/1(%)
14	Тг Креатинин	27,359	155	0,0123	7/4	37/42	13/63	12/5
	-	-	95,5	0,0387	9/3(%)	46/32(%)	16/48(%)	15/4(%)
15	Рост АГ	27,191	176,5	0,0023	40/79	9/28	3/15	30/12
	-	-	0,5	0,0007	49/61(%)	11/22(%)	4/12(%)	37/9(%)
16	Чифир ФВЛЖ	27,079	0,5	0	0/12	2/16	38/35	13/52
	-	-	66,5	0,015	0/9(%)	2/12(%)	47/27(%)	16/40(%)
17	Чифир ЧСС	26,948	0,5	0,0003	12/30	32/14	25/43	12/43
	-	-	79	0,014	15/23(%)	40/11(%)	31/33(%)	15/33(%)
18	Рост САД	26,417	178,5	0,021	61/104	8/27	0/3	13/0
	-	-	107	0,0013	75/80(%)	10/21(%)	0/2(%)	16/0(%)
19	Рост Креатинин	25,247	174,5	0,0097	35/16	8/28	15/28	22/50
	-	-	98,25	0,0083	43/12(%)	10/22(%)	19/22(%)	27/38(%)
20	КСРЛЖ КДРЛЖ	24,818	4,55	0,0027	3/0	5/7	7/0	36/106
	-	-	6,45	0,033	4/0(%)	6/5(%)	9/0(%)	44/82(%)
21	Возраст АГ	24,261	61,5	0,0113	29/87	20/20	9/1	24/26
	-	-	0,5	0,006	36/67(%)	25/15(%)	11/1(%)	30/20(%)





Продолжение таблицы 2

22	Чифир Tr	24,042 -	0,5 155	0,0147 0,0127	15/55 19/42(%)	37/51 46/39(%)	13/2 16/2(%)	6/7 7/5(%)
23	Чифир КСРЛЖ	23,87 -	0,5 3,85	0,0057 0,0497	6/21 7/16(%)	23/14 28/11(%)	16/36 20/28(%)	6/39 7/30(%)
24	Чифир КДРЛЖ	23,48 -	0,5 5,89	0,0227 0,042	6/9 7/7(%)	14/8 17/6(%)	24/43 30/33(%)	7/55 9/42(%)
25	АГ Нь	22,709 -	146,5 0,5	0,0203 0,0313	31/48 38/37(%)	18/59 22/45(%)	8/17 10/13(%)	24/10 30/8(%)
26	Чифир АГ	22,322 -	0,5 0,5	0,002 0,0147	14/59 17/45(%)	35/45 43/35(%)	22/12 27/9(%)	10/14 12/11(%)
27	КСРЛЖ ФВЛЖ	22,226 -	4,165 42,5	0,017 0,026	24/87 30/67(%)	18/18 22/14(%)	3/7 4/5(%)	7/1 9/1(%)
28	Число судимостей КСРЛЖ	21,417 -	2,5 4,115	0,0097 0,0037	7/22 9/17(%)	13/3 16/2(%)	9/32 11/25(%)	21/55 26/42(%)

(44%). Значимость различий для групп наблюдения ( $p$ ) оказалась  $< 0,0003$ . Следовательно, масса тела менее 76,5 кг является прогностически неблагоприятным признаком исхода ССЗ госпитализированного больного. Статистическая значимость различий рассчитана с помощью перестановочного теста.

Таким образом, в рамках одномерных моделей разбиения было установлено, что значимыми показателями прогноза смертельного исхода стационарного больного является наличие таких признаков, как регулярное употребление крепкого тонизирующего напитка «чифир», возраст более 68,5 лет, вес менее 76,5 кг и рост менее 173,5 см, уровень САД менее 112,5 мм рт.ст. и ДАД менее 76,5 мм рт.ст., уровень гемоглобина менее 103,5 г/л, ЧСС более 82,5 уд/мин, ФВ ЛЖ менее 57,5%, КСР ЛЖ более 4,55 см и КДР ЛЖ более 5,89 см.

Дальнейший анализ, в рамках двумерных моделей разбиения, определил 28 сочетанных парных эффектов на уровне значимости по обоим показателям не хуже  $p < 0,05$ , подтверждающих и уточняющих закономерности одномерных разбиений (рис. 2).

На рис. 2 приведена двумерная закономерность для веса и значений диастолического давления.

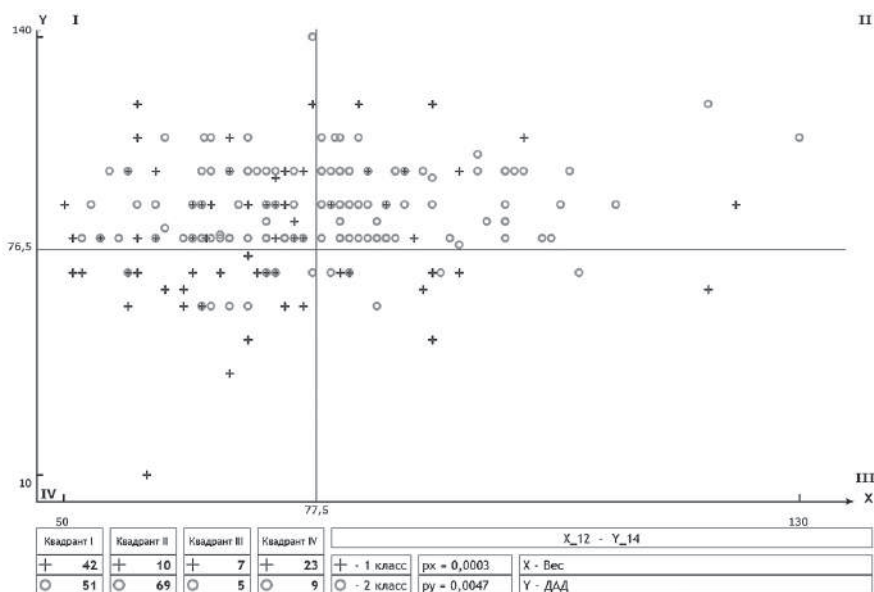
На рисунке видно, что в группе с весом менее 77,5 кг и ДАД ниже 76,5 мм рт.ст. (ква-

дрант IV) частота летального исхода наиболее высока – 23 летальных исхода (28%) против 9 случаев выписки (7%). Напротив, минимальной является частота летальных исходов в группе с весом более 77,5 кг и ДАД выше 76,5 мм рт.ст. (квадрант II) – только 10 летальных исходов (12%) против 69 случаев выписки (53%). Значимость по весу оценивается на уровне  $p = 0,0003$ , значимость по ДАД оценивается на уровне  $p = 0,0047$ .

### Оценка точности прогнозирования летального исхода ССЗ с помощью различных методов машинного обучения

С использованием системы «РАСПОЗНАВАНИЕ» и библиотеки **Scikit-Learn** были проведены эксперименты по оценке точности прогноза летального исхода следующих методов: линейный дискриминант Фишера, Q-ближайших соседей (вариант метода ближайших соседей с подбором оптимального числа соседей по данным), метод опорных векторов (SVM), логистическая регрессия, метод решающих лесов, методы мультимодельных статистических взвешенных синдромов (МСВС), нейронной сети, линейного дискриминанта Фишера.

Оптимальные результаты дали вариант метода опорных векторов с гауссовым ядром размера 6 и параметром штрафной функ-



**Рис. 2. Двумерная закономерность, отражающая связь летальности от ССЗ с весом и диастолическим давлением**

ции 5; вариант метода решающих лесов с использованием 100 деревьев без ограничения глубины ветвления в качестве «слабых» предикторов, нейронная сеть с двумя внутренними слоями нейронов, вариант метода МСВС с параметром качества разбиения 7,0.

Точность прогноза оценивалась с помощью метода скользящего контроля, вычисляющего объективную (несмещённую) оценку точности. В таблице 3 для каждого метода приведены значения точности распознавания в смысле термина ассурасу, то есть общая доля правильных прогнозов среди прогнозируемых случаев. Кроме того, в таблице приведены доли верных прогнозов среди случаев с летальным исходом (чувствительность) и среди случаев, завершившихся выпиской (специфичность). В последнем столбце таблицы приведены значения AUC (area under ROC curve) – площади под ROC кривой (Receiver Operating Characteristic), которая наиболее часто используется для представления результатов бинарной классификации (разбиения) в машинном обучении. ROC – кривая показывает зависимость количества верно

классифицированных положительных примеров от количества неверно классифицированных отрицательных примеров, что и определяет чувствительность и специфичность модели. Чем выше показатель AUC, тем качественнее классификатор [25] (таблица 3). ROC-кривая для метода решающего леса, прогнозирующего летальные исходы ССЗ для лиц, отбывающих наказание в МЛС, отображена на рис. 3 (см. Приложение).

Из таблицы видно, что наиболее высокую точность в смысле ассурасу (73,1%) демонстрирует метод решающих лесов. Для решающих лесов достигается максимального значения (0,786) также величина AUC. На втором месте по величине точности в смысле ассурасу находится метод МСВС. Для этого метода следует отметить достижение наиболее высокой чувствительности (69,5%). Однако такая чувствительность достигается при относительно невысокой специфичности (73,1%). При этом величина AUC (площадь под ROC кривой) составляет 0,764. Неплохие результаты показали также метод логистической





Таблица 3

**Точность распознавания методов эмпирического прогнозирования**

Метод	Точность (accuracy)	Чувствительность прогноза	Специфичность	AUC
Решающий Лес	73,1%	48,8%	88,1%	0,786
МСВС	71,8%	69,5%	73,1%	0,764
Нейронная сеть	66,2%	54,9%	73,1%	0,676
Метод опорных векторов (SVM) с радиальной базисной функцией (ядро $\delta$ )	71,3%	50%	84,3%	0,739
Линейный дискриминант Фишера	67,6%	57%	74%	0,736
Логистическая регрессия	71,8%	53,6%	82,8%	0,71
Q-ближайших соседей: автоопределение числа ближайших соседей	69%	43,9%	84,3%	0,662
Q-ближайших соседей: 1 ближайший сосед	59,3%	47,6%	70,9%	0,62

регрессии и метод опорных векторов, для которых точность в смысле accuracy превышает 70%, а величина AUC составила 0,739. Отметим, что более высокие результаты достигнуты для методов, использующих ансамбли так называемых «слабых предикторов»: решающий лес и метод МСВС. Если в случае решающего леса в качестве «слабых предикторов» используются отдельные деревья, то в методе МСВС «слабыми предикторами» являются одномерные и двумерные закономерности, отображенные в таблицах 1–2 и на рисунках 1 и 2.

**ОБСУЖДЕНИЕ**

Полученные данные свидетельствуют о выявлении как ранее уже изучаемых в медицинском сообществе предикторов летальности от ССЗ, так и о наличии факторов, отражающих специфичность условий содержания в МЛС.

Прогностические значения возраста старше 68,5 лет, показателей сердечной деятельности – ЧСС более 82,5 уд/мин, ФВ ЛЖ менее 57,5%, КСР ЛЖ более 4,55 см и КДР ЛЖ более 5,89 см не вызывают противоречий с научными данными, в которых они определяются как независимые предикторы сердечно-сосудистой смертности [6,9].

Данные о прогностически неблагоприятном влиянии на исход ССЗ гипотонии и ане-

мии (САД менее 112,5 мм рт. ст. и ДАД менее 76,5 мм рт.ст., уровень гемоглобина ниже 103,5 г/л и тромбоцитов ниже  $155 \times 10^9$ /л), выявляемых у больных с хронической сердечной недостаточностью и потенциально сопряженных с гипоперфузией жизненно важных органов, также находят подтверждение в научных обзорах [7,10,11].

Употребление чайного тонизирующего напитка «чифир» и значений веса менее 76,5 кг и роста менее 173,5 см, как предикторов сердечно-сосудистой летальности, характеризует специфичность пенитенциарной среды.

Основным действующим компонентом напитка «чифир» является кофеин. Хотя вопрос о допустимых дозировках кофеина в напитках сегодня остается дискуссионным, ранее в многочисленных исследованиях показано, что регулярное употребление высоких доз кофеина увеличивает риск развития и усугубляет течение ССЗ за счет негативного влияния этого вещества на содержание холестерина и гомоцистеина в крови, уровень АД, стресса, а также индуцирует нарушения ритма сердца [12,13].

Неблагоприятное влияние низких значений веса и роста на исход ССЗ находит свое объяснение в теории пенитенциарного стресса. Согласно ее положениям, в условиях принудительной социальной изоляции на протяжении



всего срока содержания в МЛС подозреваемые и осужденные подвергаются значительному стрессовому воздействию, которое в долгосрочной перспективе приводит к дефициту веществ, развитию дистрофических процессов и вторичному иммунодефицитному состоянию. Таким образом, снижение веса в условиях длительного воздействия пенитенциарного стресса можно рассматривать как симптом в патогенезе болезней адаптации [8]. Кроме этого, не секрет, что конфликтные ситуации, возникающие в тюремном социуме, зачастую разрешаются с позиции силы и с применением насильственных мер. Очевидно, что лица невысокого веса и роста имеют значительно большие проблемы с психологической адаптацией в среде отбывающих наказание, что также в течение длительного содержания в МЛС оказывает негативное влияние на прогноз соматических заболеваний.

## ВЫВОДЫ

**1.** В ходе исследования, с использованием методов машинного обучения, с высокой достоверностью были выявлены одномерные и двумерные закономерности – предиктивные факторы летального исхода ССЗ у лиц, содержащихся в МЛС.

**2.** Наряду с факторами риска, имеющими доказанное в научных исследованиях прогностическое значение неблагоприятного исхода ССЗ госпитализированного больного (старший возраст, гипотония, анемия, снижение ФВ ЛЖ, увеличение значений ЧСС, КСР ЛЖ и КДР ЛЖ), были выявлены факторы, характеризующие специфичность пенитенциарной среды – регулярное употребление крепкого тонизирующего напитка «чифир» и низкие величины веса и роста.

**3.** Своевременное и полное выявление доказанных предикторов летальности от сердечно-сосудистой патологии может стать значимым инструментом в деятельности практических врачей пенитенциарного здравоохранения при выборе тактики ведения госпитализированных пациентов.

ранения при выборе тактики ведения госпитализированных пациентов.

**4.** Внедрение научно обоснованной коррекции традиционных методов лечения с учетом специфических факторов прогноза летального исхода ССЗ является одним из действенных механизмов в борьбе с сердечно-сосудистой смертностью в МЛС.

*Приложение.*

## МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Очевидно, что успех лечения пациентов в первую очередь зависит от правильно поставленного диагноза, а также от прогноза течения заболевания. И диагностика, и прогнозирование могут осуществляться по большому объему входящей информации. Современные компьютерные технологии предоставляют докторам средства оценки (для каждого конкретного случая) вероятности различных вариантов диагноза или прогноза результатов лечения с учётом большого числа показателей – анамнез, клиничко-лабораторные показатели, результаты инструментальной диагностики (УЗИ, ЭКГ, МРТ) и многое другое. Учёт большого числа факторов позволяет не утратить индивидуальный подход к пациенту. Методы оценивания вероятности основываются на выявлении в большом массиве данных объективных закономерностей, в том числе не очевидных при поверхностном анализе – «невооруженным глазом». Поиском подобных закономерностей в данных и вычислением на их основе оптимальных диагностических и прогностических решений занимается интенсивно развивающаяся в последнее время дисциплина, которую принято называть **Машинным обучением (МО)**.

Безусловно, компьютерные методы могут быть только вспомогательным инструментом поддержки принятия решения лечащим врачом. Однако, их использование упрощает процесс диагностики и позволяет избежать





ошибочных решений, связанных с недооценкой сочетаний каких-то показателей.

Многие задачи диагностики и прогнозирования можно рассматривать как задачи отнесения прогнозируемого случая к одной из нескольких категорий (классов). Например, отнесения диагностируемого случая к одному из нескольких видов заболевания. Задача прогнозирования результата лечения на самом деле является задачей отнесения диагностируемого случая к одному из типов результата, который может характеризоваться как успешный или неуспешный. Данные задачи принято называть задачами **классификации** или распознавания.

МО основано на анализе информации, в которой вместе со значениями клинико-лабораторных показателей, которые предполагается использовать при диагностике и прогнозировании, также уже известны точный диагноз или исход заболевания. Из этой информации формируется **обучающая выборка, по которой** производится «обучение», то есть построение алгоритма, осуществляющего диагностику или прогноз.

Оценка результатов работы созданного алгоритма должна производиться на **контрольной выборке**, содержащей описания только **новых** случаев прогнозируемого или диагностируемого заболевания, не представленных в обучающей выборке.

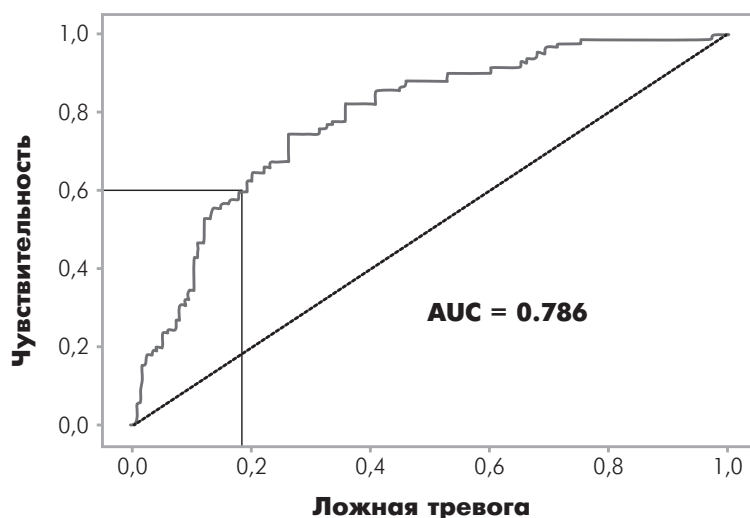
Для оценки эффективности работы может использоваться точность распознавания в смысле доли правильных отнесений в классы. В англоязычной литературе данную характеристику принято обозначать термином *ассигасу*. Доля правильных прогнозов хорошо описывает ситуацию, когда классы (категории) примерно одинаково представлены в контрольной выборке. В случае, когда доля объектов одного из классов значительно превышает доли других классов, то использование *ассигасу* может приводить к искажённому представлению эффективности алгоритма.

При использовании методов МО ставится цель, например: правильно диагностировать какие-либо нежелательные случаи, соответствующие тяжёлому заболеванию или неблагоприятному исходу из совокупности случаев со сходной симптоматикой. Такого рода случаи называют *целевыми*, а их совокупность – *целевым классом*. Долю правильно диагностированных целевых случаев, как известно, определяют как «чувствительность» («recall»). Долю правильно диагностированных случаев, не принадлежащих целевому классу, принято называть «специфичностью» («specificity»).

Вместе с тем, чувствительность и специфичность зависят от порога для величины сходства распознаваемого объекта с целевым классом – оценки за целевой класс. В качестве оценки за целевой класс часто используется оценка вероятности принадлежности ему. Увеличивая порог, мы уменьшаем число объектов, отнесённых в целевой класс, снижая при этом чувствительность и увеличивая специфичность.

Эффективность распознавания наглядно может быть представлена с помощью ROC-кривой (Receiver Operating Characteristic), связывающей чувствительность и ложную тревогу при разных порогах. Анализ ряда классификаторов через построение ROC-кривых принято называть ROC-анализом. Более крутое прохождение ROC-кривой соответствует большей площади под ней. Поэтому в качестве меры эффективности использования метода МО принято использовать параметр AUC (area under curve), равный площади под ROC-кривой. Параметр AUC может быть вычислен по контрольной выборке. Для этого достаточно знать оценки за целевой класс и информацию об истинной принадлежности целевому классу представленных в контрольной выборке случаев.

Из *рис. 3* видно, например, что чувствительности 60% соответствует ложная тревога около 18%. Площадь под ROC-кривой (AUC) составляет 0,786.



**Рис. 3. ROC-кривая для алгоритма, прогнозирующего летальные исходы ССЗ для лиц отбывающих наказание в МЛС методом решающего леса**

Сравнение результатов распознавания методами МО (после обучения) с принадлежностью объектов истинным исследуемым классам позволяет вычислить значения параметров точности распознавания, чувствительности и специфичности. Приведем краткий перечень методов, относящихся к МО.

**Байесовские методы.** Статистические методы основаны на оценивании вероятностей принадлежности случая распознаваемым классам при заданных значениях показателей, по которым производится распознавание. Такую вероятность часто называют апостериорной. Байесовский классификатор обеспечивает максимальную долю правильных ответов при известной апостериорной вероятности. Использование формулы Байеса на практике оказывается возможным, когда известны распределения вероятности показателей внутри каждого из классов. Обычно используется гипотеза о нормальном распределении.

**Наивный байесовский классификатор.** По сравнению с общей схемой байесовской классификации вводится дополнительное предположение о статистической независимости показателей, по которым производится

распознавание. Наивный байесовский классификатор (НБК) может применяться как для категориальных, так и для непрерывных переменных. При применении НБК к непрерывным переменным часто используется гипотеза о нормальном распределении. Многие авторы отмечают высокую эффективность НБК при решении задач медицинской диагностики и прогнозирования. При слабой взаимозависимости показателей НБК нередко превосходит альтернативные технологии [14, 15].

**Логистическая регрессия.** В методе логистическая регрессия аппроксимация апостериорной вероятности осуществляется с помощью логистической функции. График логистической функции

$$g(z) = \frac{e^z}{e^z + 1} = \frac{1}{e^{-z} + 1}$$

представлен на рис. 4.

Из рис. 4 видно, что логистическая функция устремляется к 0 при отрицательных  $z$  меньше  $-4$  и устремляется к 1 при положительных  $z$  выше 4. В основе метода логистической регрессии, при распознавании целевого класса, лежит идея использования логистической функции как приближения апостериорной

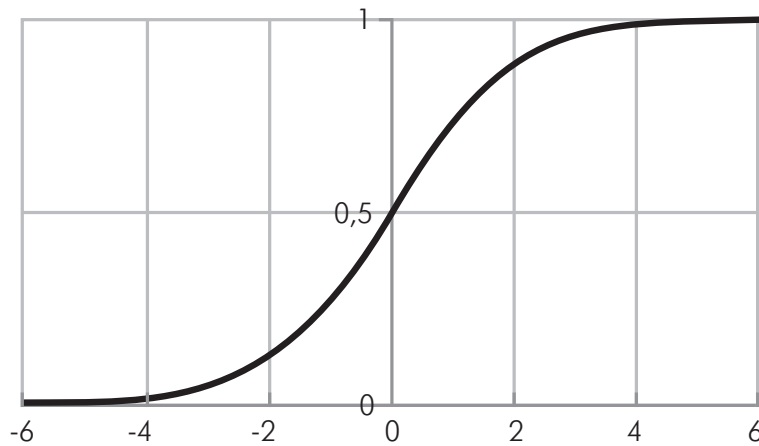


Рис. 4. Логистическая функция

вероятности. При этом, величина  $z$  представляется в виде линейной комбинации показателей, по которым производится распознавание. Значения коэффициентов линейной комбинации подбираются таким образом, чтобы апостериорная вероятность, задаваемая логистической функцией, оказывалась как можно ближе к 1 для случаев из целевого класса и как можно ближе к 0 для случаев, не принадлежащих целевому классу. Обычно для

этой цели используется метод максимального правдоподобия.

**Метод опорных векторов.** В основе метода лежит идея проведения линейной границы на равном удалении от двух распознаваемых классов, что для представленной на рис. 5 задачи соответствует сплошной линии. Должно выполняться дополнительное требование: ориентировать пунктирные прямые таким образом, чтобы зазор между ними был бы максимальным.

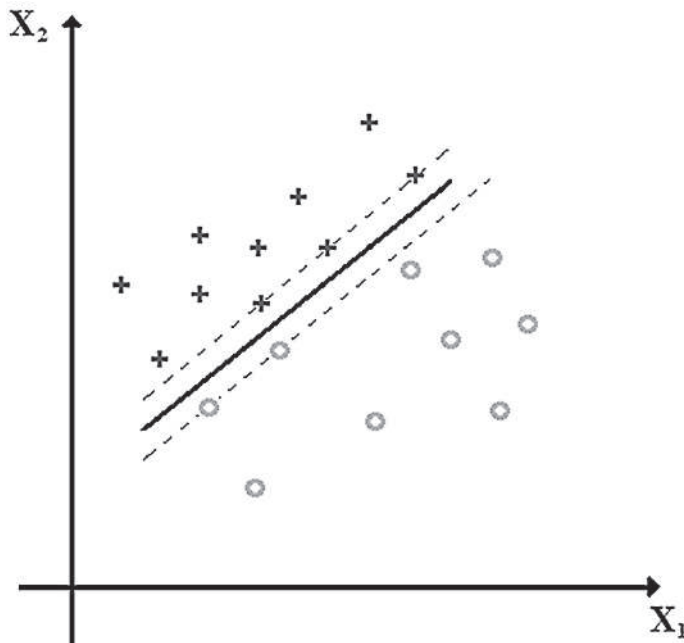


Рис. 5.  
Пример разделения двух классов границей, проходящей на равном удалении от каждого из них, согласно принципу, лежащему в основе метода опорных векторов





Рис. 6. Математическая модель нейрона

В результате проходящая посередине сплошная прямая окажется не только равноудалённой от классов, но и максимально удалённой от каждого из них. То есть, расстояние от этой прямой до ближайшего к ней объекта каждого из классов будет максимальным.

Задача, представленная на рис. 5, является двумерной. Для задач, когда классы разделяются по трём показателям, прямым граничным линиям соответствуют плоскости. Когда число показателей превышает 3, плоскости превращаются в гиперплоскости.

Поиск двух параллельных гиперплоскостей, разделяющих два класса, с максимальным зазором между ними сводится к хорошо изученной математиками задаче квадратичного программирования. Существуют эффективные методы, позволяющие находить её решения для произвольных задач.

В 1997 г. авторами метода была предложена модификация, которая позволила строить с его помощью не только линейные, но также и нелинейные разделяющие функции. Метод опорных векторов используется для решения разнообразных медицинских задач, часто демонстрируя высокие результаты [16–18].

**Нейронные сети.** Попытка компьютерного моделирования процессов обучения в живых организмах привела к созданию методов МО, воспроизводящих работу нейронов. Модель Ф. Розенблатта с некоторым успехом использовалась для решения задач распозна-

вания в 60–70 гг. прошлого века. Искусственные нейроны функционируют согласно схеме, представленной на рис. 6. На вход нейрона по входным связям поступают сигналы, снимаемые с распознаваемых объектов или с выходов других нейронов. Каждой входной связи поставлен в соответствие ее вес. Искусственный нейрон включает в себя сумматор, вычисляющий сумму входных сигналов, умноженных на веса соответствующих связей. Взвешенная сумма, вычисленная сумматором, далее преобразуется в выходной сигнал (рис. 6).

Настройка модели с целью достижения максимальной точности распознавания осуществляется путём подбора оптимальных весов входных связей. Коррекция весов осуществляется при ошибочной классификации вновь предъявляемого объекта. В современных нейронных сетях преобразование результатов действия сумматора в выходной сигнал осуществляется с помощью той же самой логистической функции, которая используется в методе «Логистическая регрессия».

После создания компьютерных моделей, функционирующих как совокупность отдельных искусственных нейронов, появилась возможность описывать не только линейные, но и самые сложные зависимости. В дальнейшем утвердилась послойная архитектура построения нейронных сетей. Выходные сигналы нейронов первого слоя подаются на вход нейронов второго слоя и так далее. Вычисления





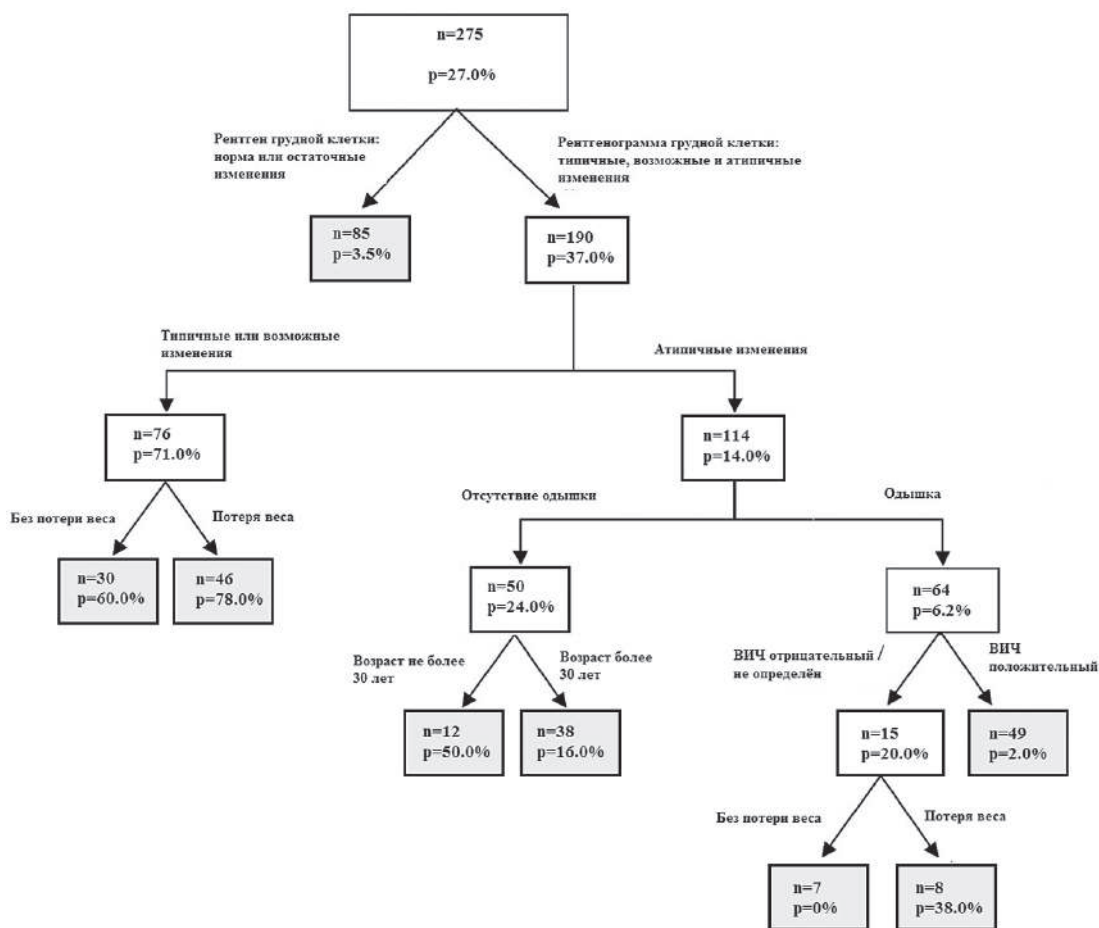
Выходных сигналов последнего слоя интерпретируются как вероятности принадлежности распознаваемого объекта исследуемым классам. На каждом шаге осуществляется коррекция весов с помощью метода обратного распространения ошибки (back propagation).

Развитие нейросетевых алгоритмов преобразовалось в направление машинного обучения, называемое глубоким или глубинным обучением – Deep Learning. Многостадийный способ решения задач хорошо соответствует послойному преобразованию входной информации нейронной сетью.

Нейронные сети используются для решения разнообразных задач в различных областях

медицины. При этом, большой успех по сравнению с другими методами достигается при достаточно больших размерах обучающей информации. В качестве примера можно привести задачу диагностики рака груди по результатам маммографии, с учётом включённых в модель демографических факторов и других характеристик [19].

**Решающие деревья.** Решающее дерево – это алгоритм распознавания, представляющий собой иерархически организованную систему вопросов, в результате ответов на которые произвольный распознаваемый случай может быть отнесён к одной из категорий (классов). Решающее дерево может быть



**Рис. 7. Пример решающего дерева для диагностики туберкулёза**



изображено графически в виде набора узлов, соединенных направленными стрелками. Пример решающего дерева для диагностики туберкулёза, описанного в работе [20], приведён на *рис. 7*. Построение решающего дерева производится по обучающей выборке. На первом шаге формируется корневой узел. Далее ищутся показатели и вопрос, позволяющие оптимально разделить распознаваемые объекты в выборках, получившихся на данном шаге. Если для какой-либо из выборок не удаётся подобрать показатель и вопрос, позволяющие достоверно улучшить однородность во вновь образованных группах, то соответствующий этой выборке узел объявляется конечным. Так в решающем дереве, представленном на рисунке, конечным был объявлен левый узел второго уровня. По правому узлу ветвление было продолжено. Процесс построения дерева завершается, когда все достигнутые узлы оказываются конечными.

**Ансамбли алгоритмов.** Мировой опыт использования методов машинного обучения показывает, что значительное повышение эффективности может быть достигнуто за счёт использования коллективов обученных алгоритмов. Такие коллективы в мировой научной периодике принято называть ансамблями. Коллективные прогнозы или диагностические решения вычисляются по прогнозам и диагностическим решениям, получаемым отдельными алгоритмами – членами ансамбля. Коллективные решения позволяют не только точнее аппроксимировать зависимости, объективно существующие в данных, но и достигать существенно более высокой устойчивости по отношению к чисто случайным изменениям.

Для достижения высокой эффективности ансамбля алгоритмов необходимо, чтобы входящие в него алгоритмы максимально отличались друг от друга. В этом случае правильные решения одного алгоритма будут компенсировать ошибочные результаты другого алгоритма. Участие в ансамбле большого числа

разнообразных алгоритмов приводит к увеличению вероятности получить большинство правильных ответов.

Для формирования оптимального ансамбля могут быть использованы алгоритмы, построенные с помощью различных методов МО, в том числе упомянутые выше. Однако, такой подход является достаточно трудоемким и не позволяет получить ансамбль с большим количеством алгоритмов-«участников». Альтернативным способом является использование алгоритмов, полученных на различных выборках. Такие выборки обычно формируются из исходной обучающей выборки с помощью так называемой процедуры ресемплинга, в результате которой получается измененная выборка с тем же количеством объектов, при этом одни объекты могут повторяться, а другие вообще отсутствуют по сравнению с исходной выборкой. В случае, когда выборки генерируются независимо, то процедура формирования ансамбля алгоритмов носит название «бэггинг» (bagging).

Наряду с этими процедурами используют процедуру генерации новых выборок, в которых при генерации новой выборки используется информация о результатах распознавания на предыдущих сгенерированных выборках. При этом в каждой последующей выборке увеличивается число объектов, которые были ошибочно классифицированы ранее. Такой метод генерации используется в процедурах, которые носят название «бустинг» (boosting).

Высокая эффективность распознавания достигается, если методы бэггинг и бустинг применять в сочетании с методом решающих деревьев. В этом случае формируются ансамбли решающих деревьев, которые называют решающие леса (random forests).

Метод случайных решающих лесов был с успехом использован для ранней диагностики болезни Альцгеймера по томографическим изображениям, полученным с помощью





➤ Однофотонной эмиссионной компьютерной томография (ОЭКТ) [21].

Среди коллективных методов можно выделить группу методов, основанных на принятии коллективных методов по системам эмпирических закономерностей различного типа. Так, под закономерностью может пониматься связь целевой переменной с условиями, накладываемыми на показатели. Пример закономерности, описывающей связь риска летального исхода ССЗ с весом и диастолическим давлением приведён на *рис. 2*.

Приведённая на *рис. 2* закономерность является двумерной. Однако, могут быть использованы закономерности с более высокой размерностью. Задание закономерностей границами, параллельными координатным осям, по сути дела эквивалентно заданию через конъюнкции условий для отдельных показателей. Поэтому такие закономерности принято называть логическими. Наряду с логическими закономерностями, используются также двумерные закономерности с границами, произвольно ориентированными относительно координатных осей.

Как правило, по данным можно построить достаточно большое число закономерностей. При поступлении нового объекта, для которого необходимо провести диагностику или сделать прогноз, проверяется, в какие области попали значения описывающих его показателей. Для объекта может прогнозироваться значение целевой переменной, которому соответствует большинство сделанных с помощью закономерностей прогнозов. То есть может использоваться простое голосование по большинству. Может использоваться так-

же способ вычисления коллективных решений, учитывающий значимость закономерностей. Например, при вычислении коллективного решения большим весом обладают прогнозы, сделанные по областям, содержащим больше объектов из обучающей выборки. Важна также выраженность закономерности, то есть степень преобладания внутри закономерности соответствующего ей значения целевой переменной. Существует целый ряд подходов к поиску закономерностей и вычислению коллективных решений. В методе «Логические закономерности» используются многомерные логические закономерности, выделяющие многомерные области с включением объектов только одного класса или с минимальным попаданием объектов других классов [5, 22].

В методе мультимодельные статистически взвешенные синдромы используются только закономерности с размерностью не выше двух, включая закономерности с границами, произвольно ориентированными относительно координатных осей. Методы, основанные на принятии коллективных решений по системам закономерностей, позволяют добиться высоких результатов для целого ряда задач. В качестве примера можно привести задачу прогнозирования: оценить риск возникновения неблагоприятных исходов в первые полгода после перенесенного обострения ишемической болезни сердца [2].

Методы машинного обучения выведут на новый уровень анализ медико-биологических данных, диагностику и прогнозирование, поэтому каждому доктору необходимо быть в курсе новых возможностей, которые они предоставляют.

## ЛИТЕРАТУРА



1. Дюжева Е.В., Романов К.А. Эпидемиология сердечно-сосудистых заболеваний и инвалидизация лиц, содержащихся в учреждениях уголовно-исполнительной системы // Молодой ученый. 2015. № 15 (95). С. 276–279.



2. Гулиев Р.Р., Сенько О.В. и др. Применение оптимальных разбиений для многопараметрического анализа данных в клинических исследованиях // Математическая биология и биоинформатика, 2016, т. 11, № 1, с. 46–63.
3. Кузнецова А.В., Сенько О.В. Возможности использования методов Data Mining при медико-лабораторных исследованиях для выявления закономерностей в массивах данных // Врач и информационные технологии. 2005. № 2. С. 49–56.
4. Кузнецова А.В., Костомарова И.В., Сенько О.В. Логико-статистический анализ связи клинко-лабораторных показателей с возникновением нарушения мозгового кровообращения у пациентов пожилого возраста с хронической ишемией головного мозга // Математическая биология и биоинформатика. 2013. Т. 8. № 1. С. 182–224.
5. Журавлев Ю.И., Рязанов В.В., Сенько О.В. «Распознавание». Математические методы. Программная система. Практические применения. М.: Фазис, 2006. 159 с.
6. Частота пульса и смертность от сердечно-сосудистых заболеваний у российских мужчин и женщин. Результаты эпидемиологического исследования/ Шальнова С.А., Деев А.Д., Оганов Р.Г. и др. // Кардиология. 2005. № 10. С. 45–50.
7. Копылов Ф.Ю., Щекочихин Д.Ю. Анемии при хронической сердечной недостаточности // РМЖ. 2011. № 7. С. 440.
8. Синдром тюремной социальной депривации в молодом возрасте/ С.Б. Пономарев, А.А. Половникова, С.И. Тоцкий, А.Л. Чубаров. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. 148 с.
9. Gonzalez M.M., Berg R.A., Nadkarni V.M. et al. Left ventricular systolic function and outcome after in-hospital cardiac arrest. Circulation 2008; 117: 1864–72.
10. Lilian Grigorian-Shamagian, MD, PhD, Jose Ramon Gonzalez-Juanatey. Association of Blood Pressure and Its Evolving Changes With the Survival of Patients With Heart Failure. Journal of Cardiac Failure Vol. 14 2008;7; 561–568.
11. Al-Ahmad A., Rand W.M., Manjunath G., Konstam M.A., Salem D.N., Levey A.S., Sarnak M.J. Reduced kidney function and anemia as risk factors for mortality in patients with left ventricular dysfunction. J Am Coll Cardiol. 2001 Oct;38(4):955–62.
12. Olthof M.R., Hollman P.C., Zock P.L. and Katan M.B. 2001. Consumption of high doses of chlorogenic acid, present in coffee, or of black tea increases plasma total homocysteine concentrations in humans. American Journal of Clinical Nutrition. 73(3):532–8.
13. Shirlow M.J., Berry G. and Stokes G. 1988. Caffeine consumption and blood pressure: an epidemiological study. International Journal of Epidemiology. 17(1):90–7.
14. Subbalakshmi G., Ramesh K., Rao M.C. Decision support in heart disease prediction system using naive Bayes. Indian J Comput Sci Eng. 20 Healthc Inform Res. 2016 Jul; 22(3): 196–205.
15. Han J., Kamber M. Data mining: concepts and techniques. 3rd ed. Amsterdam: Morgan Kaufmann; 2012.
16. Kourou K., Exarchos T.P., Exarchos K.P., Karamouzis M.V., Fotiadis D.I. Machine learning applications in cancer prognosis and prediction. Computational and Structural Biotechnology Journal 13 (2015) 8-17.
17. Kim W., Kim K.S., Lee J.E., Noh D.-Y., Kim S.-W., Jung Y.S., Park M.Y., Park R.W. Development of Novel Breast Cancer Recurrence Prediction Model Using Support Vector Machine. J Breast Cancer 2012 June; 15(2): 230–238.
18. Sansone M., Fusco R., Pepino A. and Sansone C. Electrocardiogram Pattern Recognition and Analysis Based on Artificial Neural Networks and Support Vector Machines: A Review Journal of Healthcare Engineering. Vol. 4. № 4. 2013 Page 465–504.
19. Ayer T., Alagoz O., Chhatwal J., Shavlik J.W., Kahn C.E., Burnside E.S. Breast cancer risk estimation with artificial neural networks revisited. Cancer 2010;116:3310–21.
20. Aguiar F.S., Almeida L.L., Ruffino-Netto A., Kritski A.L., F. CQ Mello and L. Werneck. Classification and regression tree (CART) model to predict pulmonary tuberculosis in hospitalized patients. BMC Pulmonary Medicine, 2012, 12:40.
21. Ramirez J., Gyrriz J.M., Segovia F., Chaves R., Salas-Gonzalez D., Lopez M., Alvarez I., Padilla P. Computer aided diagnosis system for the Alzheimer's disease based on partialleast squares and random forest SPECT image classification Neuroscience Letters 472 (2010) 99-103.
22. Zhuravlev Yu I., Nazarenko G.I., Vinogradov A.P., Dokukin A.A., Katerinotchkina N.N., Kleimenova E.B., Konstantinova M.V., Sen'ko O.V., Cherkashov A.M., Ryazanov V.V. Methods for discrete analysis of medical information based on recognition theory and some of their applications Pattern Recognition and Image Analysis, издательство Allen Press Inc. (United States), № 3, с. 17–20.



**М. А. ТАРАНИК,**

ассистент кафедры программной инженерии, Института кибернетики, Национального Исследовательского Томского Политехнического Университета, e-mail: taranik@tpu.ru

**Г. Д. КОПАНИЦА,**

к.т.н., профессор кафедры программной инженерии, Института Кибернетики, Национального Исследовательского Томского Политехнического Университета; доцент Томского Государственного Архитектурно-Строительного Университета, email: georgy.kopanitsa@gmail.com

## СИСТЕМА ОЦЕНКИ УРОВНЯ ПРИВЕРЖЕННОСТИ ПАЦИЕНТА

УДК 004.8

Тараник М. А., Копаница Г. Д. Система оценки уровня приверженности пациента (Институт Кибернетики НИИ ТПУ)

**Аннотация.** В статье представлена интеллектуальная система оценки уровня приверженности пациента лечению. На сегодняшний день наиболее популярными техниками оценки уровня приверженности являются интервью с использованием различных опросных листов. Мы предлагаем новый автоматизированный подход – систему на основе нечеткой логики, которая сопоставляет объективные данные пациента с ранее определенным планом лечения. В настоящем исследовании ввод данных осуществлялся непосредственно медицинским персоналом. Дальнейшим этапом работы является использование сенсорных устройств для оценки уровня приверженности пациента. Настоящая статья будет полезна сотрудникам медицинских организаций, осуществляющих наблюдение за стационарными пациентами.

**Ключевые слова:** Приверженность лечению, интеллектуальная система, ISO 13606, нечеткий вывод.

UDC 004.8

Taranik M. A., Kopanitsa G. D. Patient adherence level evaluation system (Institute of Cybernetics, Tomsk Polytechnic University)

**Abstract.** The present paper deals with intellectual systems for patient's level adherence determination and evaluation. The most popular nowadays techniques for adherence evaluation is interview. We advise new automation approach – the system which compares direct patient data with treatment plan using fuzzy logic and standard ISO 13606. For this research data entered by users. Next step is sensor device including for the purposes of patient's adherence determination. The results can be useful for healthcare providers with long-term patients.

**Keywords:** Adherence, intellectual system, ISO 13606, fuzzy inference.

### ВВЕДЕНИЕ

Одним из наиболее важных факторов при взаимодействии медицинского специалиста с пациентом является точность соблюдения пациентом всех врачебных рекомендаций. Для изучения данного фактора используют понятие приверженности лечению. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) определяет приверженность как «степень соответствия действий пациента по соблюдению утвержденных рекомендаций лечащего врача» [1]. Наряду с термином приверженности лечению активно используется термин комплаенс (compliance). Комплаенсом обозначают степень совпадения поведения человека с рекомендациями медиков



[3–4]. Таким образом, данные понятия имеют незначительные семантические различия. Комплаенс побуждает пациента довериться авторитету врача, в то время как приверженность определяет некое сотрудничество пациента с врачом с целью улучшения состояния здоровья пациента за счет не только соблюдения рекомендаций медицинского специалиста, но и соответствующего образа жизни [2].

От последовательного выполнения всех необходимых рекомендаций врача пациентом напрямую зависит качество лечебного процесса и результата. Более того, ВОЗ отмечает, что увеличение эффективности приверженности пациента может оказывать более значительное воздействие на исход лечения, чем развитие методов лечения [5]. Вопрос приверженности лечению наиболее остро стоит перед пациентами, имеющими хронические заболевания, которым необходим постоянный контроль. Наиболее ярким примером является сахарный диабет, остеопороз [6], рассеянный склероз [7] и т.д. Среди современных разработок отмечают необходимость соблюдения рекомендаций врача для пациентов при онкологических заболеваниях [8,9], деформации стопы [10], ношении контактных линз [11,12], гигиены рук [13–15], а также стоматологической гигиены [7]. Среди методов определения уровня приверженности пациента выделяют интервью [7,11,12,17,18], а также опросные листы [16,19]. Основным отличием является то, что опросный лист выдается непосредственно пациенту на руки, в нем он отмечает свое состояние по представленным вопросам в соответствии с бальной шкалой. Интервью является более развернутым способом, но также базируется на составленных заранее вопросах. Используя данный метод врач уточняет все интересующие его вопросы в форме диалога с пациентом и фиксирует на них ответы. Полученные в ходе интервью и письменных вопросов результаты подвергают статистической обработке, именно на основании данных

заключений формируется итог по уровню приверженности. Среди программных продуктов, используемых для статистической обработки данных наиболее часто встречаются SPSS21 [11], SAS9.2 [7], biostaTGV (INSERM, Paris, France) [16], а также SPSS Statistics 22 [19].

Для оценки приверженности лечения также используют программные продукты, различные устройства и мобильные приложения. Так, например, для передачи данных в [20] используют популярный мессенджер сервис *WeChat*. Другими готовыми продуктами являются такие системы как Electronic medication packaging (EMP) и The Medication Events Monitoring System [1]. К последним можно отнести средства счетчик медикаментов (Pill Counter) [1]. Также активно используются мобильные приложения, такие как Patient partner, Medisafe, Dosecast, My Pillbox, etc.

Представленные технологии и программные продукты ориентированы на постоянное напоминание пациенту о принятии медикаментов. Однако, вопрос приверженности лечению включает в себя не только своевременное принятие медикаментов в нужном количестве, но и другие факторы. Среди таких факторов можно выделить режим сна, различную физическую нагрузку, диету, ношение фиксирующих повязок, регулярный замер давления, уровня сахара в крови и т.д. Более того, даже своевременное открытие устройства, дозирующего медикамента (например, Pill Counter) не дает гарантии принятия медикаментов. При использовании метода опроса и интервью пациента на предмет приверженности рекомендациям врача возникает влияние человеческого фактора. Таким образом, медицинский специалист не может быть полностью уверен в точности ответов пациента. Так возникает неопределенность при проведении таких опросов. Значительное количество современных исследований по вопросу клинической приверженности обуславливает актуальность данной темы. Однако, вопросам автоматизи-





зации процедуры получения данных и расчета уровня приверженности, а также принятия во внимание человеческого фактора уделено недостаточное внимание. Разработка автоматизированных систем мониторинга приверженности пациентов рекомендациям врача является актуальной современной задачей.

В работах [16, 30] отмечена необходимость использования комбинированных техник для формирования уровня приверженности пациента. Комбинированные техники представляют собой объединение нескольких технологий или методов для формирования результата. Таким образом, использование в одном методе нескольких технологий повышает точность, эффективность и скорость формирования уровня приверженности. Более того, в [11] упоминается необходимость использования ретроспективного анализа для таких целей.

Среди объективных методов наиболее распространенным являются Pill Counter, различные электронные устройства мониторинга и биохимического измерения [16]. Однако, имея Pill Counter, пациент может все равно не принять препарат, принять его не вовремя и не в нужном количестве. То есть в данной ситуации по-прежнему сохраняется неопределенность. Аналогичная ситуация возникает при удаленном информировании пациента через SMS или другие альтернативные мессенджеры.

При формировании концепции оценки приверженности пациента необходимо делать ставку на получение и обработку объективных данных пациента. По ним можно точно определить, был ли введен в организм назначенный препарат, соблюдается ли режим физических нагрузок, сна и диета, имеются ли переохлаждения у пациента и т.д. Основная трудность заключается в том, что для получения значительного количества таких данных необходимо лабораторное исследование. Именно поэтому на данном этапе своего исследования мы ограничились наблюдением за пациентами в условиях стационарного лечения. Несмотря

на то, что пациент в стационаре находится под практически постоянным наблюдением медицинских специалистов и младшего медицинского персонала, все же существует тенденция несоблюдения врачебных рекомендаций самим пациентом. Вторым ограничением настоящего исследования стала клиническая область применения системы. Так, в настоящей работе система формировалась для кардиологического отделения, в котором присутствуют пациенты с диагнозом «гипертония». В данном отделении медицинского учреждения наиболее часто встречаются мобильные устройства для постоянного суточного замера важных характеристик пациента. Наиболее распространенными являются ЭКГ-холтеры, а также прибор суточного мониторинга артериального давления (СМАД). Функционал данных приборов позволяет считывать данные пульса пациента, что также является важной характеристикой. Именно такие приборы, в комбинации с лабораторными исследованиями, были использованы в настоящем исследовании для определения уровня приверженности пациента.

Другим немаловажным фактором эффективного определения приверженности пациента является интеллектуальный анализ полученных данных с последующей интерпретацией полученных результатов и встроенными средствами поддержки принятия решений. Таким образом, автоматизация процесса формирования уровня приверженности пациента с использованием интеллектуальных средств во многом позволит повысить уровень качества и результата лечения.

Настоящая статья посвящена представлению, реализации и оценки концепции формирования значения приверженности пациента по соблюдению рекомендаций врача на основании объективных показателей жизнедеятельности, в рамках стационарного пребывания в кардиологическом отделении лечебного учреждения. Представленная в статье работа





поддержана грантом Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых ученых МК-675.2017.8.

## МЕТОДЫ

Концепция представленной интеллектуальной системы состоит в следующем:

- В систему медицинским специалистом вносится план лечения пациента.
- В системе определены и формализованы знания о том, как введенный медицинский препарат, достаточное количество сна, физической нагрузки, определенная диета влияет на состояние пациента.
- В систему вносятся объективные данные состояния пациента, основанные на информации, полученной с помощью портативных устройств постоянного мониторинга. Ввод осуществляется младшим медицинским персоналом.
- Система по введенным данным определяет соответствие информации с планом лечения пациента и выдает оценку приверженности.
- Полученные результаты сохраняются.

### *Сбор данных*

Процесс сбора данных в системе определен относительно пользователей. Пользователями системы являются медицинский специалист (в текущем исследовании – кардиолог) и непосредственно пациент. На начальном этапе осуществляется ввод плана лечения. Далее вносятся объективные данные пациента. Занесение данных осуществляется через специализированную форму веб-интерфейса системы, которая заполняется младшим медицинским персоналом. Входными данными служат: показатели артериального давления (АД) и значение частоты сердечных сокращений (ЧСС). Также фиксируется информация о приеме пищи, на основании меню и отметки о приеме. Аналогичным способом отражается в системе прием лекарственных препаратов и выполнение лечебных процедур. Более того, в системе отображается количество пройденной дистан-

ции по персональному шагомеру пациента. На основании представленных вводимых данных, можно сделать вывод о применении комбинированного подхода для их сбора.

Продолжительность настоящего исследования по оценке уровне приверженности составила две недели. Данные были собраны по 20 пациентам в возрасте от 20 до 45 лет (13 мужчин, 7 женщин), имеющих диагноз «гипертоническая болезнь». Наблюдение осуществлялось в условиях стационара НИИ Кардиологии (г. Томск), отделения артериальных гипертоний. Сбор данных АД, ЧСС, о приеме пищи, медикаментов, посещении процедур и пройденному расстоянию осуществлялся три раза в день. Данные вносились в систему сотрудниками лечебного учреждения, значение (или величина) пройденного расстояния вводилось непосредственно пациентом.

### *Анализ данных*

Анализ данных, с одной стороны, определяет соответствие с планом лечения введенных медицинским персоналом отметок о принятии лекарств и выполнении прочих рекомендаций. С другой стороны, в системе фиксируются объективные данные, на основе которых можно делать необходимые выводы относительно соблюдения рекомендаций врача.

Анализ осуществляется на серверной вычислительной машине отделения, где непосредственно расположена представленная интеллектуальная система. Основной функционал текущего блока – обработать введенные данные, вывести оценку соответствия полученным данным относительно ранее определенного плана лечения. Оценкой соответствия (приверженности) является число от 0 до 1, где 1 означает полноценное соблюдение рекомендаций врача, а 0 – полное их невыполнение. Ядром элемента анализа данных интеллектуальной системы является механизм логического вывода. Поскольку процесс внесения объективных показателей производится пользователем (сотрудником медицинской организации), то су-





существует вероятность влияния человеческого фактора на введенный результат. Также нельзя исключать тот факт, что данные пациента могут быть получены без соответствия действительности. Так, например, на значение АД пациента может влиять как физическая нагрузка, так и эмоциональное состояние, а не влияние введенного медицинского препарата. Поэтому даже объективные данные могут быть слегка сглажены. Возможность влияния человеческого фактора определила использование в качестве ключевого элемента алгоритма нечеткой логики (алгоритма Мамдани). Данный алгоритм является широко распространённым при решении задач, связанных с нечёткостью и неопределенностью. Он позволяет формализовать знания экспертов (сформировать базу знаний) и производить оценку данных, а также впоследствии формировать заключения на основании этих знаний. В текущем исследовании база знаний содержит правила логического вывода с использованием лингвистических переменных. В качестве лингвистических переменных были определены значения «высокий», «средний», «низкий». В базе знаний была отражена реакция на вводимые в организм пациента препараты, а также заключения о приверженности на основе объективных данных пациента. В качестве примера можно привести следующую цепочку рассуждений. Если у пациента в момент замера высокое АД, высокая ЧСС и низкое значение совершенных шагов, то это сигнал к тому, что рекомендации не были соблюдены в полной мере: не приняты медикаменты и т.д.

Таким образом, при программном анализе данных используется двойной подход. Сперва сверяется соответствие с лечебным планом внесенных младшим медицинским персоналом данных и ставится процентное соответствие выполнения. Другая оценка осуществляется с применением объективных показателей, которые имеют приоритет. На основании полученных оценок с использованием алгоритма Мамдани осуществляется формирование итоговой оцен-

ки приверженности на момент измерения. Таких измерений проводилось три за день исследования. Средняя из трех полученных за день оценок определяла степень приверженности на текущий день исследования.

#### ***Представление результатов***

Процесс представления результатов является важным для медицинского специалиста. Выходным параметром механизма логического вывода настоящей системы является оценка приверженности лечению. Однако помимо формирования самой оценки, система также предоставляет медицинскому специалисту инструмент поддержки принятия решений в виде формирования конкретных заключений, на которые стоит обратить внимание и, например, скорректировать план лечения. Следующим этапом является сохранение результатов. Таким образом, база данных системы постоянно пополняется новыми результатами по оценке приверженности лечению конкретных пациентов. Данную информацию можно использовать для ретроспективного анализа и также представлять медицинскому специалисту для отслеживания динамики соблюдения рекомендаций пациентом.

#### ***Сохранение результатов***

Завершающим этапом является сохранение полученных результатов. Это необходимо для дальнейшего отслеживания динамики пациента по соблюдению рекомендаций медицинского специалиста. В качестве логической структуры хранения данных используется архетипный подход. Для реализации данного подхода был выбран стандарт ISO 13606, который широко используется в современных медицинских системах. В качестве физической составляющей хранения информации была определена реляционная модель баз данных.

#### ***Оценка системы***

Оценка представленной системы осуществлялась на основании следующих предположений. Положительными результатами лечения пациента являются выздоровление



или улучшение его состояния. Положительная динамика напрямую зависит от качественно-го выполнения рекомендаций врача, то есть от высокой оценки приверженности лечению. Таким образом, уровень соблюдения врачебных рекомендаций будет идентичен реальным конечным результатам лечения. Так, объективные данные по завершению лечения пациента были зафиксированы и сопоставлены с полученными данными по расчёту уровня приверженности системой. В результате можно было получить оценку того, насколько верно система определила уровень приверженности.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Первым этапом апробации системы стало определение для каждого пациента и внесе-

ние в систему его персонального плана лечения в соответствии с назначениями врача. Ежедневно сотрудниками медицинского учреждения три раза в день вносились данные, содержащие информацию о ходе лечения, а также объективные данные (АД, ЧСС, пройденное расстояние и т.д.). Таким образом, три раза в день система сверяла соответствие полученных данных с определенным планом лечения. В результате лечебного дня формировалась общая оценка приверженности пациента. Наблюдение за пациентами осуществлялось в течении двух недель. В *таблице 1* представлены общие оценки приверженности в значении [0..1] по трем дневным замерам по каждому пациенту за первую неделю, а в *таблице 2* – за вторую.

Таблица 1

### Оценка приверженности пациента по дням

	День 1	День 2	День 3	День 4	День 5	День 6	День 7
Пациент 1	0,7	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7	0,2
Пациент 2	0,7	0,6	0,2	0,6	0,6	0,6	0,5
Пациент 3	0,3	0,6	0,3	0,6	0,5	0,5	0,4
Пациент 4	0,4	0,3	0,5	0,2	0,3	0,4	0,3
Пациент 5	0,2	0,6	0,4	0,5	0,4	0,6	0,6
Пациент 6	0,4	0,5	0,7	0,4	0,4	0,4	0,2
Пациент 7	0,5	0,9	0,4	0,4	0,6	0,7	0,3
Пациент 8	0,6	0,3	0,4	0,8	0,5	0,3	0,6
Пациент 9	0,6	0,4	0,6	0,5	0,4	0,5	0,8
Пациент 10	0,5	0,1	0,4	0,3	0,6	0,7	0,4

Таблица 2

### Оценка приверженности пациента по дням

	День 8	День 9	День 10	День 11	День 12	День 13	День 14
Пациент 1	0,5	0,4	0,5	0,8	0,4	0,5	0,5
Пациент 2	0,3	0,7	0,5	0,5	0,5	0,6	0,3
Пациент 3	0,4	0,6	0,4	0,7	0,4	0,4	0,6
Пациент 4	0,4	0,5	0,6	0,5	0,1	0,8	0,7
Пациент 5	0,5	0,5	0,3	0,6	0,4	0,4	0,5
Пациент 6	0,4	0,4	0,6	0,7	0,7	0,3	0,5



Продолжение таблицы 2

	День 8	День 9	День 10	День 11	День 12	День 13	День 14
Пациент 7	0,5	0,4	0,4	0,7	0,5	0,3	0,5
Пациент 8	0,5	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6	0,4
Пациент 9	0,4	0,5	0,8	0,4	0,6	0,4	0,3
Пациент 10	0,6	0,5	0,7	0,3	0,3	0,1	0,5

Далее по каждому пациенту была определена общая среднеарифметическая итоговая оценка итоговая приверженности (таблица 3).

Таблица 3

**Итоговая оценка приверженности пациента за 14 дней**

	Итоговая оценка
Пациент 1	0,5
Пациент 2	0,5
Пациент 3	0,5
Пациент 4	0,4
Пациент 5	0,5
Пациент 6	0,5
Пациент 7	0,5
Пациент 8	0,6
Пациент 9	0,5
Пациент 10	0,4

Таким образом, на основании полученных данных, можно сделать вывод, что в течении двух недель рекомендации врача большинство исследуемых пациентов соблюдали только наполовину. По истечении двухнедельного наблюдения полученные результаты были сравнены с медицинским заключением по каждому пациенту. То есть было определено текущее состояние пациента: выздоровление, улучшение, без изменений или ухудшение. Если формализовать данные результаты в числовые значения на шкале от 0 до 1, то получатся следующие значения: выздоровление (0,75–1), улучшение (0,5–0,75), без изменений (0,35–0,5), ухудшение (менее 0,3). Формализованные оценки состояний пациента были получены с привлечением врачей-экспертов. Результаты лечения пациентов совместно с итоговыми оценками системы представлены в таблице 4.

Таблица 4

**Оценка состояния пациента за 14 дней**

	Итоговая оценка	Состояние пациента
Пациент 1	0,55	Улучшение
Пациент 2	0,52	Улучшение
Пациент 3	0,49	Улучшение
Пациент 4	0,42	Без изменений
Пациент 5	0,45	Без изменений
Пациент 6	0,48	Без изменений
Пациент 7	0,51	Улучшение
Пациент 8	0,57	Улучшение
Пациент 9	0,52	Улучшение
Пациент 10	0,43	Без изменений



По представленным результатам можно сделать вывод, что система достаточно точно определила уровень приверженности и ее связь с результатами лечения исследуемых пациентов.

## ОБСУЖДЕНИЕ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленное в данной статье исследование является начальной итерацией в работе по реализации интеллектуального аппарата определения уровня приверженности пациента с последующим этапом поддержки принятия решений. Однако, мы считаем, что способ полной автоматизации всех этапов концепции найдет свое прикладное применение. Данную степень автоматизации во многом помогут обеспечить сенсорные устройства, как персональные, так и иные. Данные устройства могут быть расположены как непосредственно на самом предмете наблюдения – пациенте, так и в помещении, где он проводит наибольшее количество времени. Использование данных устройств позволит расширить границы

применения концепции, использовать автоматизированный способ оценки приверженности пациента, находящегося на домашнем лечении и т.д. Однако, тут возникает другая проблема, уже инженерного характера, относительно возможностей сенсорных устройств по сбору необходимых данных. Также расширение системы потребует расширения базы знаний, привлечения еще большего количества медицинских специалистов и расширения сферы применения.

Представленная в настоящей статье система является по своей характеристике интеллектуальной системой-агентом, позволяющей на основе объективных показателей состояния пациента определить соответствие с назначенным медицинским специалистом планом лечения. Однако, для развития такой системы необходимы дальнейшие исследования, которые позволят усовершенствовать процесс определения приверженности лечению, что позволит не только повысить точность определения уровня приверженности, но и повысить его качественно.

## ЛИТЕРАТУРА



1. *Lam W.Y., Fresco P.* Medication adherence measures: An overview, BioMed research international, Hindawi Publishing Corporation, 2015.
2. *Jimmy B., Jose J.* Patient medication adherence: Measures in daily Practice, Oman medical Journal 3 (26) (2011), 155–159.
3. *Fairman K., Motheral B.* Evaluating medication adherence: Which measure is right for your program, Journal of managed care pharmacy 6 (6) (2000), 499–506.
4. *Oehl M., Hummer M., Fleischlacker W.W.* Compliance with antipsychotic treatment, Acta psychiatr scand, 102 (407) (2000), 83–86.
5. *Grover A., Rehan H.S., Gupta L.K., Yadav M.* Correlation of compliance to statin therapy with lipid profile and serum HMGCoA reductase levels in dyslipidemic patients, Indian heart journal, (2016).
6. *Modi A., Fan C.S., Tang J., Weaver J.P., Sajjan S.* Association of gastrointestinal events with osteoporosis treatment initiation and treatment compliance in Germany: An observational study, Bone reports 5 (2016), 208–213.





7. *Saiz A., Mora S., Blanco J.* Treatment compliance with first line disease-modifying therapies in patients with multiple sclerosis, *Neurologia* 30 (4) (2015), 214–222.
8. *Piette C., Durand G., Bretagne J-F., Faivre J.* Additional mailing phase for FIT after a medical offer phase: The best way to improve compliance with colorectal cancer screening in France, *Digestive and liver disease* (2016).
9. *Tse K. Y., Lau S. K., Lui M. W., Ip P. P., Cheung A. N., Ngan H. Y.* Patient compliance with cervical smear surveillance in shared-care setting, *International journal of gynecology and obstetrics* 135 (2016), 177–181.
10. *Manousaki E., Czuba T., Hagglund G., Mattsson L., Andriessse H.* Evaluation of gait, relapse and compliance in clubfoot treatment with custom-made orthoses, *Gait and posture* 50 (2016), 8–13.
11. *Sapkota K.* Level of compliance in contact lens wearing medical doctors in Nepal, *Contact lens and anterior eye* 38 (2015), 456–460.
12. *Kuzman T., Kutija M. B., Juri J., [etc.].* Lens wearers non-compliance – Is there an association with lens case contamination, *Contact lens and interior eye* 38 (2014), 99–105.
13. *Lee Y.F., Merican H., Nallusamy R., [etc.].* Hand hygiene compliance in Penang, Malaysia: Human audits versus product usage, *American journal of infection control* 44 (2016), 95–97.
14. *Wetzker W., Shonberger K. B., Walter J., [etc.].* Compliance with hand hygiene: reference data from the national hand hygiene campaign in Germany, *Journal of hospital infection* 92 (2016), 328–331.
15. *Wu K.-S., Chen Y.-S., Lin H.-S., [etc.].* A nationwide covert observation study using a novel method for hand hygiene compliance in health care, *American journal of infection control* (2016).
16. *Offner D., Strub M., Rebert C., Musset A.-M.* Evaluation of an ethical, method aimed at improving hygiene rules compliance in dental practice, *American journal of infection control* 4 (2016), 666–670.
17. *Cline C.M.J., Bjorck-Linne A.K., Israelsson B.Y.A., [etc.].* Non-compliance and knowledge of prescribed medication in elderly patients with heart failure, *European journal of heart failure* 1 (1999), 145–149.
18. *Barat I., Andreasen F., Damsgaard E.M.S.* Drug therapy in the elderly: what doctors believe and patients actually do, *The British journal of clinical pharmacology* 51 (2001), 615–622.
19. *Holderried M., Hummel R., Falch C., [etc.].* Compliance of clinical pathways in elective laparoscopic cholecystectomy: evaluation of different implementation methods, *World journal of surgery* 40 (2016), 2888–2891.
20. *Li X., Xu Z-R., Tang N., [etc.].* Effect if intervention using a messaging app on compliance and duration of treatment in orthodontic patients, *Clinical oral investigations journal* 20 (2016), 1849–1859.

**А. Г. НЕМКОВ,**

к.м.н., Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тюменский государственный медицинский университет» МЗ РФ

**А. Г. САННИКОВ,**

д.м.н., Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тюменский государственный медицинский университет» МЗ РФ

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЫ

**УДК 002.53**

Немков А.Г., Санников А.Г. *Автоматизация дифференциальной диагностики черепно-мозговой травмы* (Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тюменский государственный медицинский университет» МЗ РФ)

**Аннотация.** Авторами предложена модель создания экспертной системы поддержки принятия врачебного решения в ургентной неврологии и нейрохирургии. Модель предполагает клиничко-экспертный подход в формировании признакового пространства.

**Ключевые слова:** автоматизация диагностики, черепно-мозговая травма, медицинская экспертная система.

**UDC 002.53**

Nemkov A. G., Sannikov A. G. *Automation of differential diagnostics of craniocerebral trauma* (State Educational Institution of Higher Professional Education «Tyumen State Medical University»)

**Abstract.** The authors are proposed a model of create expert systems to support decision making in emergency medical Neurology and Neurosurgery. The model assumes a symbiosis of clinical and expert approaches in the formation of the attribute space.

**Keywords:** automation of diagnostics, craniocerebral trauma, medical expert system.

**В** настоящее время активно развивается внедрение информационных технологий в здравоохранение, при этом интересы врача являются одним из главных приоритетов. Прикладные медицинские задачи занимают лидирующие позиции среди приоритетов медицинских работников. Сегодня большое внимание исследователей обращено на использование в клинически сложных случаях систем поддержки принятия решения [12].

Черепно-мозговая травма сегодня занимает первое место по наносимому суммарному медико-социальному и экономическому ущербу среди всех видов травм; основной контингент пострадавших составляют лица трудоспособного возраста [7].

Своевременная диагностика и дифференциальная диагностика, безусловно, определяют прогноз. При этом, в ряде случаев эти диагностики оказываются достаточно непростым процессом, в котором использование систем искусственного интеллекта оказывается весьма востребованным [5].



Сложность ургентной дифференциальной диагностики нейротравмы часто определяется недостаточным количеством объективных клинических критериев для дифференциальной диагностики, алкогольным опьянением, феноменом «светлого промежутка» [6], отсроченным формированием гематом [1], невозможностью нейровизуализационного обследования [3], частотой ситуаций, ограничивающих возможности выполнения компьютерной томографии (масса, тяжесть состояния больного), диагностическим пределом методов нейровизуализации и другими причинами [14].

В отечественных литературных источниках существуют фундаментальные работы, посвященные дифференциальной диагностике внутринозологической единицы «черепно-мозговая травма» [14], тогда как дифференциальная диагностика с другими нозологиями представлена недостаточно, в виде отдельных клинических признаков, которые необходимо учитывать при проведении дифференциального диагноза [4].

Разработка экспертных систем с применением методов математического моделирования, направленных на повышение эффективности диагностического процесса и, как следствие, постановки диагноза, позволяют значительно повысить качество и точность дифференциальной диагностики [11].

Исходя из вышеизложенного, целью работы стал поиск возможностей автоматизации дифференциальной диагностики нейротравмы с учетом ургентности ситуации.

На первом этапе исследования был выполнен сплошной ретроспективный анализ 2156 случаев черепно-мозговой травмы. При этом, задачей был поиск направлений наиболее сложной дифференциальной диагностики черепно-мозговой травмы в ургентных ситуациях. Было обосновано пять направлений сложной дифференциальной диагностики ЧМТ, имеющих место в практической работе нейрохирурга и смежных специалистов. Первую по частоте позицию занимала дифференциальная диагно-

стика с ОНМК. Для решения данной задачи, применительно ко взрослым пациентам, ранее нами было предложено программное решение [9]. В то же время, проблема не исчерпывалась данной нозологией у взрослых пациентов. Таким образом, была поставлена задача поиска дифференциальных критериев по следующим направлениям дифференциальной диагностики: ОНМК у лиц детского возраста; токсическое поражение ЦНС; воспалительное поражение головного мозга, протекающее с примесью крови в ликворе или с нарушениями сознания; отдельное внимание уделено дифференциальной диагностике с туберкулезом ЦНС.

На втором этапе выполнен поиск критериев дифференциальной диагностики ушибов головного мозга по заданным направлениям. Критерии определены при сплошном проспективном анализе 726 случаев, которые составили «обучающую когорту» и были разделены на 6 групп (таблица 1).

По каждой группе пациентов зарегистрирована база данных.

Для оценки достоверности разности относительных величин использовался критерий  $z$ , аналогичный критерию Стьюдента. Критерий  $z$  рассчитывался с помощью программы Primer of Biostatistics V 4.03 by Stanton A. Glantz. В данном исследовании группы сформированы путем сплошной выборки пациентов с определенными заболеваниями, что отражает случайный характер выборки.

В тех случаях, когда число изучаемого признака в каждой выборке было менее 5 или число наблюдений менее 30 (лица с воспалительным поражением головного мозга,  $n = 22$ ), использовался двусторонний вариант точного критерия Фишера ( $F_2$ ). Критерий Фишера рассчитан с помощью пакета прикладных программ STATISTICA 6,0.

Для оценки достоверности разности средних величин, при отсутствии нормального распределения переменной, использовался критерий Манна – Уитни (Mann-Whitney), который





Таблица 1

**«Обучающая когорта» пациентов**

Группа	Наименование группы	Число наблюдений (n)
1	Взрослые пациенты с ушибами головного мозга средней и тяжелой степени	356
2	Лица детского возраста с ушибами головного мозга средней и тяжелой степени	121
3	Лица с токсическим поражением головного мозга	87
4	Лица детского возраста с ОНМК	62
5	Лица с воспалительным поражением головного мозга	22
6	Пациенты с туберкулезом ЦНС	78

рассчитывался с помощью программы Primer of Biostatistics V 4.03 by Stanton A. Glantz.

Для ранжирования критериев при построении программы определялся шанс наступления события и его относительная частота. Относительная частота рассчитывалась как отношение числа наступлений события к общему числу испытаний. Шанс наступления события рассчитывался как отношение вероятности того, что данное событие произойдет к вероятности того, что оно не произойдет [10].

По итогам каждого направления анализа была сформирована сводная таблица кри-

териев. В *таблице 2* представлены основные результаты поиска критериев дифференциальной диагностики ушибов головного мозга и ишемического инсульта у пациентов детского возраста.

Таким образом, формализация признакового пространства, на основе методов статистического анализа, позволила перейти к третьему этапу работы, где была выполнена постановка задачи по созданию программных продуктов на основании выделенных и ранжированных критериев. Были созданы программы попарной дифференциальной диагностики по каждому

Таблица 2

**Распределение критериев в зависимости от разности их относительных величин в группах УГМ и ИИ у детей**

Признак	Относит. частота		
	ИИ	УГМ	R <sup>1</sup>
Гемипарез умеренный или грубый	92,5	0	92,5
Отсутствие изменений на КТ	83,3	4,1	79,2
Парезы конечностей центральные	92,5	17,4	75,1
КТ гиподенсивный очаг	15	0	15
Центральный парез лицевого нерва	10	0	10
Кома	0	1,65	1,65
Периферический прозопарез	0	1,7	1,7
Сопор	0	2,48	2,48
Оглушение	0	4,96	4,96

<sup>1</sup> Разность относительных величин





направлению, обозначенному на первом этапе работы. Получены свидетельства об официальной регистрации программ для ЭВМ.

На четвертом этапе выполнялся анализ эффективности созданных программ, поэтому данная когорта наблюдений условно названа «контрольной», она состояла из аналогичных шести групп наблюдений ( $n = 172$ ).

Экспертная система дифференциальной диагностики ушибов головного мозга и инсультов у детей была оценена на аналогичных тестируемых когортах случаев. За диагностически значимую вероятность в «заключении» программы дифференциальной диагностики ушибов головного мозга ( $n = 16$ ) и ОНМК ( $n = 11$ ) у детей была принята величина, превышающая 50%. В группе лиц с ушибами головного мозга заключение программы соответствовало истинному диагнозу в 100% случаев. В группе лиц с инсультами совпадение диагнозов обнаружено также во всех случаях.

В то же время, при сопоставлении вероятностей той или иной нозологии в сравниваемых группах, можно обратить внимание на то, что средняя величина вероятности травматического поражения головного мозга составила 76,9% ( $\pm 4,2$ ), тогда как средняя величина вероятности инсультов составила 57,4% ( $\pm 3,9$ ) в соответствующих группах. Полученная разность средних величин вероятностей достоверна (Критерий Манна-Уитни,  $T = 66,0$ ;  $P = 0,0001$ ). Это позволяет предположить, что экспертная систе-

ма более чувствительна в аспекте диагностики травматического поражения головного мозга.

В *таблице 3* приведены данные по итогам сравнения заключительного диагноза и заключения ЭС дифференциальной диагностики травматического и токсического поражения головного мозга.

Для оценки удобства использования программного продукта в практическом здравоохранении было выполнено анонимное анкетирование врачей соответствующего профиля. При этом, в том числе, была обоснована необходимость создания единого программного продукта дифференциальной диагностики в нейротравме. Возникла необходимость определения самого направления дифференциальной диагностики, так как в urgentных условиях у врача не всегда появляется обоснованная идея о проведении дифференциальной диагностики в определенном направлении.

В этой связи, экспертным методом были выделены наиболее значимые критерии из числа статистически обоснованных. Для первичной дифференциальной диагностики каждому критерию присвоено значение его относительной частоты в соответствующей выборке. На основе полученных данных создана экспертная система первичной дифференциальной диагностики. В процессе тестирования программа запрашивает ФИО пациента, дату его рождения, в соответствии с последней определяет возраст пациента, и, с учетом этих данных,

Таблица 3

**Данные сравнения заключительного диагноза и заключения ЭС дифференциальной диагностики травматического и токсического поражения головного мозга**

Нозологическая единица (группа тестируемых лиц)	Численность группы ( $n$ )	Доля совпадений (%) <sup>*</sup>
1 Лица с УГМ	76	97,4 $\pm$ 0,018 <sup>**</sup>
2 Лица с токсическим поражением головного мозга	35	100

<sup>\*</sup> Доля тестированных лиц с совпадением заключения ЭС и заключительного диагноза.

<sup>\*\*</sup> Стандартная ошибка относительной величины (рассчитана с помощью программы Primer of Biostatistics V 4.03 by Stanton A. Glantz) [2].



осуществляет тестирование по критериям для взрослых или детей. После завершения тестирования программа выдает заключение о направлении, требующем более точной дифференциальной диагностики, и по клику соответствующей кнопки запускает одну из ранее описанных экспертных систем. Экспертная система «Первичная дифференциальная диагностика ушибов головного мозга» зарегистрирована в Федеральной службе по интеллектуальной собственности патентом и товарным знаком (Роспатент); свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014614669 от 06.05.2014.

Таким образом, в работе представлены результаты дуалистического подхода в методологии работы с признаковым пространством, когда были объединены нередко противопоставляемые в литературе статистический и экспертный подходы. Были определены взаимодополняющие преимущества данных методов, когда статистическое обоснование детерминирует результативность системы, экспертный компонент позволяет выделить наиболее значимые признаки, наиболее просто выявляемые и знакомые практикующим докторам, делая конечный программный продукт не только эффективным, но и удобным в применении.

## ЛИТЕРАТУРА



1. *Kurland D., Hong C., Aarabi B., Gerzanich V., Simard J.M.* Hemorrhagic progression of a contusion after traumatic brain injury: a review. *J Neurotrauma*, 29 (2012). – P. 19–31.
2. *Lori C. Jordan.* Challenges in the diagnosis and treatment of pediatric stroke / C. Jordan Lori, E. Hillis Argye // *Nature reviews. Neurology*. – 2011. – 7 (4). – P. 199–208.
3. *Головко С.А.* Ошибки и их профилактика при хирургическом лечении больных с травматическими внутримозговыми гематомами: автореф. дис. ... кандидата мед. наук / С.А. Головко. – 2010.
4. *Дифференциальная диагностика нервных болезней: рук. для врачей / под ред. Г.А. Акимова, М.М. Одинака.* – СПб.: Гиппократ, 2001. – 664 с.
5. *Зарубина Т.В.* Медицинская информатика / Т.В. Зарубина, Б.А. Кобринский, С.С. Белоносов, Ю.Г. Липкин, Е.С. Муравьева, Е.Н. Николаиди, И.И. Потапова, С.Е. Раузина, С.Л. Швырев. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 512 с.
6. *Каримов Р.Х.* Эпидемиологические аспекты своевременности оказания медицинской помощи пострадавшим с черепно-мозговой травмой / Р.Х. Каримов, В.И. Данилов, В.П. Панкова // *Неврол. вестн.* 2006. – Т. 60. XXXVIII, вып. 1–2. С. 43–48.
7. *Крылов В.В.* Хирургическое лечение тяжелой черепно-мозговой травмы / В.В. Крылов, А.Э. Талыпов, Ю.В. Пурас // *Нейрохирургия и неврология детского возраста.* – 2012. – № 2–3. – С. 91–104.
8. *Литвин А.А.* Инфицированный панкреонекроз: компьютерное прогнозирование, профилактика, диагностика и хирургическое лечение: автореф. дисс... канд. мед. наук / А.А. Литвин. – Москва, 2014. – 31 с.
9. *Немков А.Г.* Клиническая и компьютерно-томографическая дифференциальная диагностика ушибов головного мозга и инсультов в остром периоде: автореф. дис. ... кандидата мед. наук / А.Г. Немков. – 2008.
10. *Реброва О.Ю.* Математические алгоритмы и экспертные системы в дифференциальной диагностике инсультов: автореф. дис... доктора мед. наук / О.Ю. Реброва. – Москва, 2003. – 45 с.
11. *Скудных А.С.* Методика оценки клинической эффективности диагностической экспертной системы / А.С. Скудных, А.Г. Санников // *Врач и информ. технологии.* 2007. – № 5. – С. 50–55.
12. *Стратегия информатизации медицины / В.А. Лищук [и др.].* – Москва, 2012. – 524 с.
13. *Сулимов А.В.* Клинико-эпидемиологические особенности течения инсультов у детей / А.В. Сулимов, О.П. Ковтун, О.А. Львова, М.Н. Лушина // *Нейрохирургия и неврология детского возраста.* 2007. – № 2. – С. 18–22.
14. *Черепно-мозговая травма: клиническое руководство: в 3 т. / под ред. А.Н. Коновалова, Л.Б. Лихтермана, А.А. Потапова.* – М.: Антидор, 1998. – Т. 1. – 550 с.



**А. В. ГУСЕВ,**

к.т.н., заместитель директора по развитию, компания «Комплексные медицинские информационные системы» (К-МИС), e-mail: agusev@kmis.ru

**Т. В. ЗАРУБИНА,**

д.м.н., профессор, заместитель директора ФГБУ ЦНИИОИЗ Минздрава России по информатизации в здравоохранении, zarubina@mednet.ru

## ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ ВРАЧЕБНЫХ РЕШЕНИЙ В МЕДИЦИНСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ МЕДИЦИНСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

УДК 614.2

Гусев А. В., Зарубина Т. В. *Поддержка принятия врачебных решений в медицинских информационных системах медицинской организации* (Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения» Минздрава России, г. Москва, Россия)

**Аннотация.** В статье представлен обзор различных возможностей поддержки принятия врачебных решений в медицинских информационных системах медицинских организаций. Дается описание функциональных требований и перспектив в части повышения эффективности медицинских информационных систем в информатизации клинической работы врачей.

**Ключевые слова:** медицинские информационные системы, системы поддержки принятия врачебных решений, СППВР.

UDC 614.2

Gusev A. V., Zarubina T. V. *Clinical Decisions Support in medical information systems of a medical organization* (Federal Research Institute for Health Organization and Informatics of Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia)

**Abstract.** In the article the review of various possibilities of support of acceptance of medical decisions in medical information systems of the medical organizations is presented. The description of functional requirements and prospects in terms of increasing the effectiveness of medical information systems in the informatization of clinical work of doctors.

**Keywords:** medical information systems, medical decisions support systems, DSS.

### ВВЕДЕНИЕ

Современный уровень развития медицинской науки предоставляет в распоряжение лечащего врача тысячи разнообразных диагностических и лечебных методик, лекарственных средств и многого другого. В их практическом применении врачу-клиницисту приходится учитывать самые различные факторы: показания и противопоказания методики или способа лечения, особенности пациента и течения заболевания, совместимость или усиление влияния тех или иных методов обследования или лекарственных препаратов друг на друга, индивидуальную лекарственную непереносимость у пациента, противопоказания и многое другое. В результате, во время приема пациента, с учетом высокой



нагрузки, врачу приходится при назначении обследования и лечения принимать во внимание все эти особенности, строить свою работу на основании опыта, знаний, клинического представления о больном и многотомных клинических руководств.

Все это держать в памяти и принимать безошибочные, правильные и своевременные решения становится все сложнее и сложнее. Причем ситуация стремительно усугубляется тем, что объем знаний в медицине растет лавинообразно, а время на принятие врачом соответствующего решения при этом не увеличивается. Растет число врачебных ошибок, которые приводят к различным негативным явлениям – от снижения эффективности работы систем здравоохранения до роста смертности.

В больницах США ежедневно регистрируют около 40 тыс. случаев причинения вреда здоровью пациентов вследствие врачебных ошибок, что составляет около 15 млн. таких случаев в год [14]. Жертвами ошибок, связанных с неправильным употреблением лекарств, становятся полтора миллиона американцев. Около 7 тыс. из них умирают из-за недосмотра медиков и фармацевтов. По данным Института Медицины, входящего в структуру Национальной Академии наук США (Institute of Medicine of the National Academy of Science), ущерб достигает 3,5 млрд. долларов [6].

В Европейском Союзе (ЕС) в каждом десятом случае обращения за медицинской помощью ставят ошибочный диагноз или назначают неправильное лечение. Согласно данным Комиссии ЕС, в Германии каждый год от врачебных ошибок умирают около 25 тыс. немцев. Ежегодно в стране отмечают до 100 тыс. случаев ошибок диагностики, неправильного назначения лекарств и других дефектов оказания медицинской помощи. Число больных, пострадавших от врачебных ошибок, в Канаде составляет 30%, в Австралии – 27%, в Новой Зеландии – 25%, в Германии – 23%, в Великобритании – 22%. В России такую

официальную статистику не проводят из-за отсутствия законодательного закрепления таких понятий, как «врачебная ошибка», «дефект медицинской помощи», «халатность при оказании медицинской помощи» [14].

Одним из наиболее перспективных и эффективных методов предотвращения таких ошибок является внедрение в клиническую практику различных ИТ-решений. Их основная задача состоит в анализе и предотвращении действий, способных нанести ущерб жизни и здоровью пациента. В России с созданием и развитием Единой государственной информационной системы здравоохранения (ЕГИСЗ) информационные технологии стали повсеместно применяться в практике работы медицинских организаций (МО). Наблюдается определенная стандартизация медицинских информационных систем (МИС): вместо сотен различных, нередко узкоспециализированных и разноплановых разработок приходят типовые продукты. Базовым «кирпичиком» фундамента ЕГИСЗ в части первичного звена здравоохранения являются медицинские информационные системы медицинской организации (МИС МО).

Основная задача МИС МО на текущем этапе – это переход на преимущественное ведение электронных медицинских карт пациентов (ЭМК), накопление первичной медицинской информации в электронном виде и автоматизация базовых задач, таких как сокращение непрофильных затрат медицинского персонала на ведение документации, автоматическое формирование медицинской статистики, сдача реестров по ОМС, автоматизация учета лекарственных средств и т.д.

Задача ближайшего будущего – это развитие МИС в интеллектуального помощника врача, включая внедрение клинических руководств, автоматический контроль качества медицинской помощи и другие направления, способные существенным образом улучшить качество оказываемой медицинской помощи и сократить число врачебных ошибок. В этом





смысле добавление или улучшение в МИС МО функций поддержки принятия врачебных решений является очень важным инструментом реформирования и улучшения работы отрасли.

Напомним, что в «Типовых требованиях к МИС МО», утвержденных 01.02.2016 Министром здравоохранения В.И. Скворцовой, предусмотрено разделение МИС МО на 3 уровня развития: минимальный, базовый и расширенный [17]. Минимальный уровень – это те функции, без которых нельзя назвать данный программный продукт полноценной медицинской информационной системой. Базовый уровень – это перечень функций, достаточных для внедрения добротной ЭМК и предоставление врачу и медсестре необходимых для ее ведения функций; фактически – это тот перечень возможностей, которые позволяют заменить бумагу и ручку на электронный способ ведения медицинской документации.

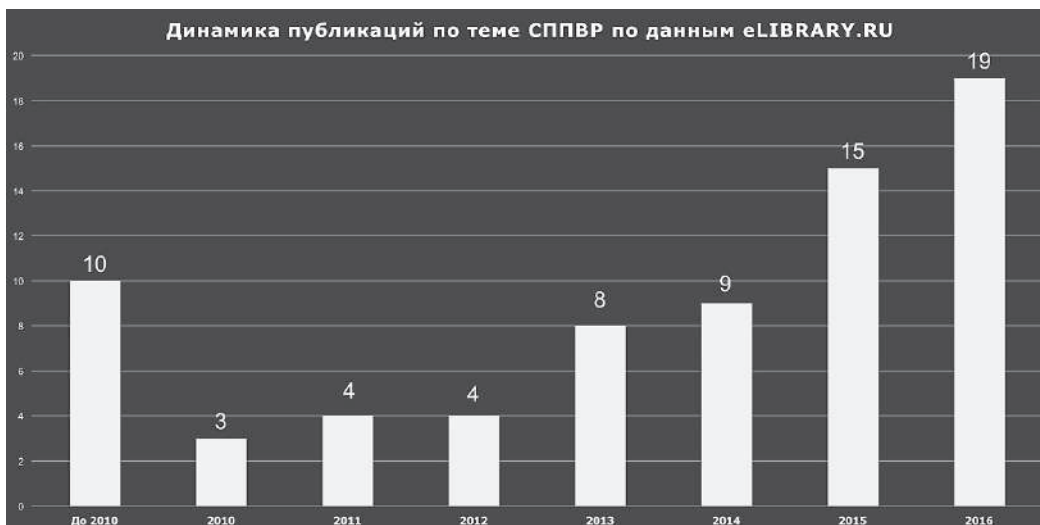
Расширенный уровень – это максимальный перечень того, что должен обеспечить разработчик МИС для медицинских организаций, в том числе и поддержка принятия врачебных решений. В документе достаточно подробно представлено описание функциональных воз-

можностей по различным направлениям работы МО, но отсутствует описание конкретных функций, которые можно было бы отнести к поддержке принятия врачебных решений.

В общем виде под термином «система поддержки принятия решений» (Decision Support System, DSS) понимается компьютерная система, которая путем сбора и анализа информации может влиять на процессы принятия решений в различных областях человеческой деятельности [10,11]. В здравоохранении такие решения называются уточненным термином «системы поддержки принятия врачебных решений» (СППВР).

Анализ публикаций в научной литературе по теме СППВР показал, что разработки и исследования в этой области ведутся во всем мире и в различных направлениях [7, 11, 12, 13] не менее 30 лет. Причем динамика публикаций по этой теме в нашей стране показывает постоянный рост, особенно существенный в последние 2 года (рис. 1).

В работе [14] говорится, что интеллектуальная поддержка в принятии врачебных решений используется уже давно, и к ранним, традиционно применяемым ее формам, относят



**Рис. 1. Динамика публикаций по теме систем поддержки принятия врачебных решений по данным портала eLibrary.ru за 2010–2016 гг.**



медицинские энциклопедии, справочники, монографии и другую медицинскую литературу. В работе [6] отмечается, что к СППВР различные авторы относят медицинские базы данных, информационно-поисковые системы, системы обработки изображений и даже телемедицину. В работе [16] приводятся данные международных исследований, в которых к СППВР относят уже и мобильные приложения, включая различные справочники для врачей.

Изначально в 1970–1990 гг. термин «экспертные врачебные системы» чаще всего подразумевал реализацию функций, так или иначе помогающих врачу поставить правильный клинический диагноз. Со временем понимание этого термина трансформировалось и расширилось. Системами поддержки принятия врачебных решений стали называть программы, помогающие клиницистам принимать наиболее эффективные решения в процессе лечения пациента и, тем самым, обеспечивающие необходимое качество медицинской помощи, в том числе с целью сокращения врачебных ошибок, но не ограничиваясь только этим.

Например, Б.А. Кобринский в своей работе [4, 2009 г.] дает следующее определение:

Системы поддержки принятия решений в медицине (здравоохранении) – это проблемно-ориентированные системы (или программно-аппаратные комплексы), реализующие технологию информационной поддержки процессов принятия лечебно-диагностических и/или управленческих решений медицинским персоналом.

Р.А. Раводин и М.В. Резванцев в работе [14, 2013] используют такое определение:

*«СППР предназначена для поддержки многокритериальных решений в сложной информационной среде. Под системой поддержки принятия врачебных решений (СППР) можно понимать любую программную систему, помогающую врачу принимать обоснованные решения, а не действовать только на основе интуиции».*

В работе [16] говорится, что согласно определению ВОЗ «... система поддержки принятия решений – это программный алгоритм, помогающий медицинским сотрудникам на основе взаимосвязи данных о пациенте и медицинской информации, определить диагноз пациента».

Большинство статей, опубликованных по теме СППВР, описывает какие-то отдельные программные или даже аппаратные решения для определенных медицинских специальностей или, в редком случае, профиля оказываемой медицинской помощи, например, хирургии, дерматовенерологии, педиатрии и т.д. [3, 11, 12, 13, 14]. В силу сложившейся практики, в «Типовых требованиях к МИС МО» не были сформулированы общие требования к функциональности, которая должна быть реализована в универсальных МИС МО с точки зрения поддержки принятия врачебных решений.

С целью обобщения накопленного опыта и его более широкого применения мы в данной работе предлагаем использовать следующее определение:

*«Система поддержки принятия врачебных решений – это программное обеспечение, позволяющее путем сбора и анализа информации влиять на принятие врачом решения при обследовании пациента, диагностике, назначении лечения с целью снижения ошибок и повышения качества оказываемой медицинской помощи».*

Далее рассмотрим различные примеры реализации функций СППВР в медицинской информационной системе медицинской организации.

## ВЕДЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ МЕДИЦИНСКОЙ КАРТЫ

**Упрощение и ускорение формирования медицинских документов** – это минимальный уровень развития МИС МО, позволяющий говорить о хоть какой-то помощи врачу со стороны информационной системы. Строго говоря, ведение ЭМК не является





системой поддержки принятия врачебных решений, но без ЭМК говорить о какой-то информатизации врачебной работы вообще не представляется возможным. Таким образом, упрощение и ускорение работы врача и медсестры по ведению медицинской документации – это стартовый этап внедрения МИС, выполнив который можно будет говорить о перспективах дальнейшего внедрения элементов СППВР.

К минимально-необходимым функциям ведения ЭМК мы относим автоматизированное формирование медицинского документа на основании установленного клинического диагноза, форматно-логический контроль при сохранении медицинских документов на предмет полноты и корректности их заполнения.

Например, МИС должна проверять и не допускать такие ошибки, как некорректно установленный диагноз МКБ-10 в соответствии с полом и возрастом, некорректное заполнение полей медицинского документа (веса, роста, статистических данных об осмотре, выход дат за допустимые пределы и т.д.), невыполнение клинического минимума при врачебном осмотре (например, при первичном осмотре врач не собрал анамнез или не указал состояние и степень тяжести пациента) и т.д.

Фактически, все эти функции на самом деле не помогают врачу принимать какое-то решение, они скорее страхуют его от «рутинной» ошибки в оформлении медицинского документа. Вместе с этим нужно заметить, что подробно и информативно оформленная медицинская запись – важный вклад МИС МО в преемственность оказания медицинской помощи и, как следствие, в ее качество.

### **СПРАВОЧНО-БИБЛИОТЕЧНЫЕ ФУНКЦИИ МИС МО**

Минимальный уровень функциональности МИС МО, которая может быть отнесена к поддержке принятия врачебных решений, включает разнообразные справочные функции. Их основная задача – формировать подборки

различных сведений, клинических рекомендаций или других материалов по запросу врача [2, 3]. Например, встроенный в МИС МО справочник лекарственных средств должен позволять врачу получить детальную аннотацию при назначении лекарственной терапии.

Ценность таких функций состоит в том, чтобы предоставить возможность врачу или медсестре быстро, желательно в контексте текущей работы, получить нужную справку. На сегодняшний день нагрузка на врача, особенно учитывая объем медицинской документации и уровень нормативного регулирования его работы таковы, что ему просто некогда использовать Интернет или какие-то специальные отдельные программы, чтобы почитать медицинскую статью или изучить объемные клинические рекомендации. В связи с этим МИС МО должна позволять не только вести электронную медицинскую карту, но и непосредственно через свой интерфейс найти ответ на возникший вопрос в одном из справочников.

### **ФОРМИРОВАНИЕ «ИНТЕГРАЛЬНОГО АНАМНЕЗА»**

Формирование и вывод по запросу врача, так называемой «сигнальной информации» – это общепринятый подход, который позволяет по команде пользователя получить основную клинически значимую информацию о пациенте, обеспечивая преемственность оказания медицинской помощи.

Важно, чтобы это было обеспечено не только внутри медицинской организации, но и между различными МО региона или всей страны в целом. Для этого МИС должна быть интегрирована и обмениваться соответствующими данными с базовым федеральным сервисом «Интегрированной электронной медицинской карты» (ИЭМК).

Для обеспечения такой возможности в составе ИЭМК разработан Интегральный анамнез (ИА), включающий в себя наиболее важ-





ные витальные («сигнальные») характеристики пациента, диагнозы с датами их выставления, группу крови, аллергии и т.д. При разработке структуры ИА был учтен опыт нескольких международных проектов по обмену данными интегрального анамнеза пациентов (Patient Summary): Smart Open Services for European Patients – epSOS, Trillium Bridge [18].

МИС должна собирать в своей БД и передавать в федеральный сервис ИЭМК элементы интегрального анамнеза пациентов.

Структура ИА включает в себя следующие информационные блоки:

- Льготы (код, наименование).
- Инвалидность (код, группа).
- Значимые витальные параметры (код, название, значение, единицы измерения, референтный интервал).
- Группа крови и резус-фактор (группа крови по системе АВ0, резус-принадлежность по антигену D, дополнительные антигены системы Резус, kell принадлежность).
- Патологические реакции (тип агента (медикамент/немедикамент), МНН (только для медикаментов), наименование агента, код реакции, тип реакции, комментарии).
- Вакцинация и иммунизация (код вакцины, сыворотки, дата проведения, этап, коммерческое название, описание, комментарий).
- Эпидемиологический анамнез (текстовое описание).
- Текущее медикаментозное лечение (МНН, торговое название, дозировка и схема приема, дата начала приема, код МО, название МО).
- Текущее немедикаментозное лечение (код, название, схема лечения, код МО, название МО, дата начала).
- Беременности и роды (число беременностей, число родов).
- Медицинские устройства и имплантаты (код, тип устройства / имплантата, название, дата установки, код МО, название МО, Комментарий).

- Хирургические вмешательства (код, наименование, код МО, название МО, дата проведения).
- Значимые (диспансерные) заболевания (код МКБ, формулировка диагноза, код МО, название МО, дата постановки диагноза).
- Зависимости (текстовое описание).
- Социальные факторы и профессиональные вредности (код, наименование).

Часть необходимых для ведения ИА справочников уже разработана и включена в состав «Федеральной нормативно-справочной информации» (НСИ), другая часть разрабатывается в настоящее время, третья будет создана в ближайшие несколько лет.

Дополнительно к накоплению и обмену ИА с федеральной ИЭМК, МИС МО при запросе пользователя анамнеза пациента должна осуществлять контроль выполнения некоторых лечебно-диагностических мероприятий, например:

- Соблюдение плана вакцинаций (календаря прививок).
- Флюорография не реже 1 раза в 2 года.
- Маммография для женщин старше 40 лет.
- Выполнение диспансеризации.

Желательно, чтобы набор таких проверок мог настраиваться в каждой МО или на уровне регионального сегмента ЕГИСЗ для того, чтобы гибко контролировать какие-то определенные показатели.

Полноценное хранение анамнеза пациента, обмен им с ИЭМК и выполнение соответствующих проверок позволяют максимально ускорить формирование первичного клинического представления о больном у врача, который в первый раз с ним встречается или видит пациента редко. Также такого рода функции на практике улучшают эффективность мер онконастороженности и профилактики заболеваний, что может в ряде случаев сократить число врачебных ошибок.





## АВТОМАТИЗАЦИЯ ВРАЧЕБНЫХ НАЗНАЧЕНИЙ

Автоматизация врачебных назначений – это, пожалуй, наиболее распространенная на данный момент форма поддержки принятия врачебных решений в МИС МО. Чаще всего данная функциональность представлена в виде так называемых «электронных листов назначений» (ЭЛН).

Основная задача, которую решают с помощью внедрения ЭЛН – это реализация разнообразных функций, помогающих предотвратить ошибочные действия или бездействия в отношении жизни и здоровья пациентов.

Наиболее развитые реализации включают автоматизацию врачебных назначений путем использования шаблонов и медицинских стандартов, контроль ошибок при назначении лекарственной терапии, подбор рекомендаций пациенту на основании установленного диагноза и т.д. В нашей стране есть достаточно большой опыт разработки и оценки эффективности такого подхода, представленный в работах Е.И. Шульмана [1, 5] и профессора В.М. Тавровского [8], разработавшего и описавшего целый комплекс решений, названных им «частными алгоритмами действий врача». Опубликованные результаты свидетельствуют о действительном клиническом эффекте подобных функций, который заключается в уменьшении рисков врачебных ошибок и повышении эффективности работы врача.

Для того, чтобы БД МИС могла поддерживать автоматизацию врачебных назначений, в ней должны применяться следующие справочники:

- МКБ-10.
- Справочник медицинских услуг (перечень диагностических, лечебных и консультативных мероприятий, которые могут оказываться в МО, не следует путать это с классификатором услуг, утвержденным на федеральном уровне по приказу 1664н).
- Справочник медицинских стандартов.

- Справочник лекарственных средств на основе МНН, включая:

- Взаимодействие препаратов: взаимодействующие пары, описание рисков одновременного применения.
- Максимальные рекомендуемые дозы: разовые, суточные, курсовые; описание рисков.
- Возможность автоматизированного расчета дозировки, кратности применения в зависимости от пола, возраста, веса пациента и иных влияющих признаков.
- Противопоказания по сопутствующим заболеваниям и осложнениям основного заболевания: пары заболеваний по кодам МКБ-10, описание рисков.
- Противопоказания по возрасту: пожилые пациенты (старше 65 лет); дети; подростки; описание рисков.
- Взаимодействие препаратов с различными компонентами пищи: пары препарат – компонент пищи; описание рисков.
- Влияние препарата на тот или иной лабораторный показатель: пары препарат – показатель, описание возможного нежелательного изменения значения показателя.

Важно, чтобы данные справочники не просто были предусмотрены в составе МИС, но и централизованно поддерживались разработчиком в актуальном состоянии, т.к. самое сложное и ценное в части СППВР – это не столько программная реализация справочников и алгоритмов работы с ними, сколько их полнота, достоверность и актуальность состояния.

В идеале, конечно, данные справочники должны быть разработаны и обновляться в составе федерального сервиса НСИ. В этом случае действительно можно было бы надеяться на массовую реализацию СППВР в самых разнообразных медицинских информационных системах. До тех пор, пока необходимых справочников на федеральном уровне не создано, они должны формироваться



и попадать в МИС централизованно на региональном уровне.

При работе врача с электронным «Листом назначений» МИС должна поддерживать следующие проверки:

- взаимодействие между назначаемыми препаратами и назначенными ранее;
- проверка допустимости назначаемых доз препаратов;
- учет зафиксированных в системе побочных действий у пациента на назначаемые препараты;
- учет наличия у пациента непереносимости назначаемых препаратов;
- учет противопоказаний к назначаемому препарату у пациента, обусловленных сопутствующими заболеваниями;
- проверка назначаемого обследования на соответствие рекомендуемому стандарту обследования (по коду клинического диагноза).

Реализация данных проверок должна выполняться в виде диалога лечащего врача с МИС. В том случае, если проверка дает положительный результат, на экран монитора выводится предупреждающее сообщение. Получив такое сообщение, врач может скорректировать назначение или оставить его в неизменном виде, тем самым приняв более обоснованное решение и не допустив врачебную ошибку. Это и есть главная задача автоматизации врачебных назначений – не дать врачу ошибиться там, где он мог не ошибиться, если бы проанализировал все имеющиеся сведения.

Разработчики системы Дока+, уже много лет реализующие в своей системе подобные функции, обращают внимание на особую важность фиксации действий врача в базе данных системы для того, чтобы потом можно было анализировать факты изменения врачебных решений и потенциальное предотвращение ошибок. Эта ценная информация может быть использована затем для оценки эффективности внедрения элементов СППВР и сравни-

тельного анализа правильности врачебных назначений внутри МО, а также между МО субъекта РФ [5].

Еще одной важной особенностью является то, что выполнение врачебных назначений через СППВР должно поддерживаться в МИС не только в условиях стационара (при ведении листов назначений), но и на амбулаторно-поликлиническом этапе – при назначении лекарственной терапии и выписке рецептов.

МИС должна вести единую общую базу врачебных назначений и анализировать совместимость лекарственных препаратов, а также выполнять другие проверки, не только учитывая текущий случай лечения (например, госпитализацию в стационар), но и всю имеющуюся ЭМК пациента. Например, создавая врачебные назначения в электронной истории болезни, врач должен получить от МИС подсказки с учетом назначенных и принимаемых пациентом препаратов амбулаторного этапа, анамнеза пациента, выявленных в поликлинике противопоказаний и т.д. Реализация таких проверок позволит врачу сократить риски неправильных назначений фармакотерапии.

## **АВТОМАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ТРЕБОВАНИЙ НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫХ АКТОВ**

Автоматическое или хотя бы автоматизированное соблюдение установленных нормативно-правовых актов на этапе создания врачебного назначения – еще один аспект эффективных элементов поддержки принятия врачебных решений в МИС МО.

На сегодняшний день ряд направлений в работе медицинской организации достаточно подробно и жестко регулируется различными НПА, чаще всего Приказами Минздрава. Основными из них являются:

- Проведение обязательного медицинского освидетельствования лиц, занятых в опасных или вредных условиях труда, регулируется





Приказом Минздрава № 302 от 12.04.2011 «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда».

– Проведение диспансеризации и профосмотров взрослого населения регулируется Приказами № 1006н и 1011н.

– Диспансеризация детей, находящихся в тяжёлой жизненной ситуации, регламентирована приказом Минздрава РФ № 72н от 15.02.2013 г. «О проведении диспансеризации пребывающих в стационарных учреждениях детей-сирот и детей, находящихся в трудной жизненной ситуации», а также приказом Минздрава РФ № 216н от 11.04.2013 г. «Об утверждении порядка диспансеризации детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей, в том числе усыновлённых (удочерённых), принятых под опеку (попечительство) в приёмную или патронатную семью».

– Оказание медицинской помощи беременным и родильницам, регламентируется приказом Минздрава РФ № 572н от 01.11.2012 г. «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи по профилю «акушерство и гинекология (за исключением использования вспомогательных репродуктивных технологий)» и т.д.

Нередко эти приказы насчитывают десятки страниц подробных требований по тому, какой объем обследования, осмотров специалистов и лечения должен быть назначен пациенту в зависимости от широкого круга факторов. Удерживать в голове и безошибочно применять все эти НПА на практике не представляется возможным.

Только формализация действующих НПА и регистрация врачебных назначений с помо-

щью ЭМК позволяют обеспечить более надежное и корректное соблюдение требований приказов. Для того, чтобы дать пользователям такую возможность, в системе должны быть реализованы настраиваемые справочники, с помощью которых МИС МО в автоматическом или хотя бы автоматизированном виде должна формировать перечень необходимых назначений пациенту с учетом его индивидуальных особенностей и имеющихся в ЭМК сведений об уже выполненных актуальных осмотрах и обследованиях.

Тем самым МИС МО должна предлагать врачу конкретный план мероприятий по данному пациенту на основании требований действующего Приказа Минздрава. Это позволяет не просто существенно сэкономить время на приеме пациента, но и обеспечить соблюдение установленных нормативных требований. Все это также относится к поддержке принятия врачебных решений.

## АВТОМАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ «КЛИНИЧЕСКОГО МИНИМУМА»

В клинической практике применяется такое понятие, как «клинический минимум» – набор сведений, без которого нельзя сделать первые диагностические предположения и приступить к целенаправленному обследованию и лечению пациента. Для каждого профиля медицинской помощи этот минимум свой. У больного, поступающего в плановом порядке со свежими лабораторными и рентгеновскими данными, клинический минимум может быть соблюден уже тогда, когда врач описал его анамнез и статус. Максимальный срок, который считается допустимым для сбора клинического минимума – 3 дня [8].

Контроль сроков и полноты соблюдения «клинического минимума» – еще один аспект эффективной СППВР в МИС. Задача системы состоит в автоматизированной оценке соблюдения «клинического минимума» и ин-



формировании о фактах нарушений лечащего врача и/или заведующего отделением. Данная функция также позволяет сократить несоблюдение установленных медицинских стандартов и предотвратить неконтролируемые ошибки со стороны врачей.

Такой автоматизированный метод врачебных назначений с функциями контроля имеет сразу несколько важных результатов с точки зрения поддержки принятия врачом правильных решений.

Во-первых, такие функции экономят время врача и обеспечивают соблюдение медицинских стандартов; доктору необязательно научиться учить все многостраничные стандарты.

Во-вторых, это позволяет более эффективно использовать имеющиеся у МО ресурсы, включая медицинскую технику, время работы диагностических подразделений, реагенты и т.д.

В-третьих, такого рода контроль позволяет сократить ятрогенные факторы, например – избыточные назначения.

## **АВТОМАТИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА КЛИНИЧЕСКИХ РУКОВОДСТВ**

Автоматическая полноценная поддержка клинических руководств (рекомендаций), включая быстрый доступ врача к их текстам, автоматизированные подсказки при назначении обследования и лечения и, как финальный аспект – контроль их соблюдения – это важнейшая и одна из самых сложных задач поддержки принятия врачебных решений в МИС МО.

Клинические руководства или Клинические рекомендации (протоколы лечения, *clinical practice guidelines*) – документальные утверждения, разработанные на основе доказательной медицины, которые призваны помочь врачу и больному принять решение о рациональной помощи в различных клинических ситуациях. Каждое Клиническое руководство утверждается нормативно-правовым актом и содержит методы диагностики, классифика-

цию, план и условия ведения больного (продолжительность лечения, этапы, длительность госпитализации и т.д.), уровни достоверности лечебных мероприятий и показания к назначению мероприятия, особенности лечения отдельных групп больных, схемы лекарственной терапии с дозами и другую информацию, необходимую врачу для принятия решений в той или иной клинической ситуации [9].

Минздрав России, начиная с 2013 г., проводит системную работу по созданию клинических рекомендаций (КР), которая включает гармонизацию законодательной и нормативной базы, регламентирующей оказание медицинской помощи. Цель этой работы – упорядочить процессы, медицинские технологии и услуги в здравоохранении. К концу 2016 г. было подготовлено 1200 клинических рекомендаций для большей части заболеваний, обуславливающих 90% заболеваемости и смертности населения.

Идея внедрения КР состоит в том, чтобы дать врачу единый, выверенный на федеральном уровне набор конкретных достоверных практических рекомендаций по тактике ведения пациента и тем самым одновременно облегчить работу врача и повысить ее качество.

Тексты клинических рекомендаций должны быть доступны любому врачу с его рабочего места. Уже сейчас их можно свободно найти в сети Интернет, например, тут: <http://www.kormed.ru/normativno-pravovye-akty/klinicheskie-rekomendatsii-protokoly-lecheniya/>.

Минимальная задача МИС МО состоит в том, чтобы сделать доступ к клиническим рекомендациям максимально быстрым и удобным, желательно контекстно-зависимым с учетом профиля оказываемой медицинской помощи и установленного (или предварительного) клинического диагноза пациента непосредственно из интерфейса системы.

Задача-максимум состоит в формализации клинических рекомендаций, размещении их в БД МИС МО в виде справочников





с последующим контролем со стороны системы корректности и полноты их соблюдения при назначении обследования и лечения пациента. При этом МИС МО должна учитывать в справочнике медицинских услуг рекомендуемый срок актуальности диагностических исследований и за счет этого автоматически контролировать повторные и необоснованные медицинские назначения.

Точно также, как это было указано для назначения лекарственной терапии, такие проверки должны выполняться как минимум с учетом всей ЭМК пациента внутри одной медицинской организации, не разделяя уже имеющиеся у пациента результаты диагностики на амбулаторный и стационарный этап лечения. В идеале МИС должна иметь доступ к ИЭМК для того, чтобы контролировать и предотвращать дублированные назначения с учетом результатов обследования и лечения, выполненных в других МО.

Основной эффект, который планируется достичь с помощью поддержки клинических рекомендаций в МИС МО, состоит в более качественном оказании медицинской помощи конкретному больному. Применение доказательных методик лечения должно снизить количество осложнений, летальных исходов, уменьшить частоту применения неэффективных методик лечения и профилактики, малоинформативных методов диагностики, небезопасных лекарственных средств и хирургических вмешательств.

Кроме этого, имеется и экономическая подоплека: автоматизированная поддержка позволит избежать необоснованных с точки зрения КР расходов медицинской организации вследствие уменьшения затрат на обследование и лечение больных.

Автоматизированная поддержка клинических рекомендаций на уровне ведения ЭМК выгодна также и организаторам здравоохранения, которые смогут получить индикаторы для управления качеством лечебно-диагностического процесса и использовать их для не-

прерывного повышения квалификации врачей, а также формирования объемов медицинской помощи в рамках государственных гарантий.

## **АВТОМАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ КРИТЕРИЕВ КАЧЕСТВА МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ**

Одним из аспектов разработки и внедрения в практику работы врачей клинических руководств является создание и законодательное утверждение на уровне Минздрава «Критериев качества оказания медицинской помощи». Критерии качества – это те реперные точки, по которым может быть выполнена проверка работы врача. Они разделяются на три группы:

- смысловые, содержательные (характеризуют действия специалиста);
- временные (интервалы времени, в которые должен уложиться врач);
- результативные (достижение или недостижение результата, появление или отсутствие осложнений у пациента и т.д.).

Критерии качества являются формальными показателями, которые должны использоваться при проверках контрольно-надзорными органами и страховыми медицинскими организациями.

По каждому законченному случаю лечения должен быть выставлен интегральный балл качества, выводимый с учетом всех трех названных групп критериев. В среднем на каждое заболевание или группу заболеваний разрабатывается около 15 критериев качества. В клинических руководствах их может быть больше, но Минздрав будет выделять из них наиболее приоритетные с точки зрения контроля оказания медицинской помощи.

Задачей МИС МО является автоматический контроль соблюдения утвержденных критериев качества, формирование соответствующего протокола и сохранение его в БД МИС. Внутренний анализ протоколов со стороны руководства МО (заведующие отделени-



ями, начмед) позволит самостоятельно выявить проблемы с качеством оказания медицинской помощи и своевременно предпринять необходимые меры для их устранения. Обратная связь, полученная с помощью МИС МО, составит основу для совершенствования работы врачей и тем самым окажет поддержку медицинской организации: врачи будут понимать, какие типичные ошибки в соблюдении «критериев» они допускали, а сама медицинская организация будет получать меньше предписаний и штрафных санкций за нарушение требований законодательства.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленное в статье описание конкретных функциональных возможностей позволяет оценить существующие медицинские информационные системы на предмет реального наличия в них элементов поддержки принятия врачебных решений. Если в применяемой МИС МО нет описанных функций или они представлены частично, то целесообразно обсуждать и планировать необходимые доработки для того, чтобы усилить непосредственно клиническую эффективность от инвестиций в использование такой МИС.

## ЛИТЕРАТУРА



1. Шульман Е.И., Пшеничников Д.Ю., Глазатов М.В., Микшин А.Г., Рот Г.З. Клиническая информационная система ДОКА+: решения, свойства, возможности и результаты применения // Врач и информационные технологии, № 1 2007 г., стр. 12–19.
2. Сайткулов К.И., Улумбекова Г.Э., Лавров Д.Б. Концептуальный подход к разработке электронной информационно-образовательной системы «Консультант врача» // Врач и информационные технологии, № 5 2007 г., стр. 63–65.
3. Демикова Н.С., Лапина А.С., Путинцев А.Н., Шмелева Н.Н. Информационно-справочная система по врожденным порокам развития в медицинской практике и образовании // Врач и информационные технологии, № 5 2007 г., стр. 33–36.
4. Кобринский Б.А. Проблема взаимопонимания: термины и определения в медицинской информатике // Врач и информационные технологии, № 1 2009 г., стр. 51–52.
5. Черемискин Ю.В. Назначение фармакотерапии в клинической информационной системе ДОКА+: реакция врачей Краснозёрской ЦРБ на сообщения проактивных функций. // Врач и информационные технологии, № 1 2011 г., стр. 43–49.
6. Атьков О.Ю., Кудряшов Ю.Ю., Прохоров А.А., Касимов О.В. Система поддержки принятия врачебных решений. // Врач и информационные технологии, № 6 2013 г., стр. 67–75.
7. Доан Д.Х., Крошилин А.В., Крошилина С.В. Обзор подходов к проблеме принятия решений в медицинских информационных системах в условиях неопределенности // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 12 – С. 26–30.
8. Тавровский В.М. Лечебно-диагностический процесс: Теория. Алгоритмы. Автоматизация – Тюмень: СофтДизайн, 1997. – 320 с.
9. Клинические руководства – в помощь // URL: <https://www.medvestnik.ru/content/articles/Klinicheskie-rukovodstva-v-pomosh.html> (дата обращения 15.04.2017).
10. Greenes R.A. Clinical decision support: the road ahead / R.A. Greenes. – Boston: Elsevier Academic Press, 2007. – 581 p.





11. Литвин А.А., Литвин В.А. Системы поддержки принятия решений в хирургии // *Новости хирургии*. 2014. Т. 22. № 1. С. 96–100.
12. Раводин Р.А. Интеллектуальная система поддержки принятия врачебных решений в дерматовенерологии // *Проблемы медицинской микологии*. 2014. Т. 16. № 3. С. 59–65.
13. Зарипова Г.Р., Богданова Ю.А., Катаев В.А., Ханов В.О. Современные модели экспертных систем поддержки принятия врачебных решений в прогнозировании операционного риска в хирургической практике // *Таврический медико-биологический вестник*. 2016. Т. 19. № 4. С. 140–145.
14. Купеева И.А., Разнатовский К.И., Раводин Р.А. Разработка интеллектуальной системы поддержки принятия врачебных решений в дерматовенерологии // *Проблемы медицинской микологии*. 2015. Т. 17. № 3. С. 27–31.
15. Раводин Р.А., Резванцев М.В. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений как инструмент профилактики врачебных ошибок // *Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях*. 2013. № 1. С. 27–31.
16. Гаврилов Э.Л., Хоманов К.Э., Короткова А.В., Аслибекян Н.О., Шевченко Е.А. Актуальные направления развития справочно-информационных он-лайн приложений для врачей // *Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова*. 2017. Т. 12. № 1. С. 83–87.
17. Приказ Минздравсоцразвития России № 364 от 28 апреля 2011 г. «Об утверждении концепции создания единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения» // URL: <https://portal.egisz.rosminzdrav.ru/materials/99>.
18. Зарубина Т.В., Швырев С.Л., Соловьев В.Г., Раузина С.Е., Родионов В.С., Пензин О.В., Сурин М.Ю. Интегрированная электронная медицинская карта: состояние дел и перспективы // *Врач и информационные технологии*. 2016. № 2. С. 35–44.



## Здравоохранение – 2017

### ЗАКОНОПРОЕКТ О ТЕЛЕМЕДИЦИНЕ И ЭЛЕКТРОННЫХ РЕЦЕПТАХ ВНЕСЕН В ГОСУДАРСТВЕННУЮ ДУМУ РФ 13 МАЯ 2017 Г.

**З**акон предусматривает возможность оказания медицинской помощи с применением телемедицинских технологий путем проведения консультаций и консилиумов, а также дистанционного мониторинга состояния здоровья пациента. Использование консультаций с применением телемедицинских технологий будет являться правом как врача, так и пациента, и не должно ограничивать пациентов в получении медпомощи очно.

Станет возможным выдача электронных рецептов на лекарственные препараты, в том числе на содержащие наркотические средства или психотропные вещества. Такие рецепты будут направляться непосредственно в аптеки.

Законопроект предусматривает возможность оформления в электронном виде ряда медицинских документов. Так, в электронном виде можно будет дать согласие на медицинское вмешательство или отказаться от него, получить медицинские заключения, справки и выписки из историй болезни.

Предусматривается создание Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения. В ней будут содержаться данные персонализированного учета и федеральных регистров в сфере здравоохранения, сведения о медорганизациях и медицинской документации, данные об организации оказания высокотехнологичной медпомощи, обеспечении граждан льготными лекарствами и др.

Источник: ООО «НПП «Гарант-Сервис-Университет»



**Н. А. КОЧЕРГИН,**

младший научный сотрудник лаборатории интервенционных методов диагностики и лечения, ФГБНУ Научно-исследовательский институт Комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний, Кемерово, Россия, nikotwin@mail.ru

**А. М. КОЧЕРГИНА,**

к.м.н., научный сотрудник лаборатории патологии кровообращения, ФГБНУ Научно-исследовательский институт Комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний; ассистент кафедры кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии, ФГБОУ ВО Кемеровский государственный медицинский университет, Кемерово, Россия, poony88@mail.ru

**И. Р. КИЛИНА,**

студент лечебного факультета, ФГБОУ ВО Кемеровский государственный медицинский университет

**А. С. КЛЕЩЕНОГОВ,**

студент лечебного факультета, ФГБОУ ВО Кемеровский государственный медицинский университет

**В. О. ЛЕОНОВА,**

студент лечебного факультета, ФГБОУ ВО Кемеровский государственный медицинский университет.

## ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ ИНСТРУМЕНТА ПОВЫШЕНИЯ ПРИВЕРЖЕННОСТИ ПАЦИЕНТОВ КАРДИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

УДК 616-08-07

Кочергин Н. А., Кочергина А. М., Килина И. Р., Клещеногов А. С., Леонова В. О. *Возможность использования мобильного приложения в качестве инструмента повышения приверженности пациентов кардиологического профиля* (Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Научно-исследовательский институт Комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования Кемеровский государственный медицинский университет, Кемерово, Россия). Статья выполнена при поддержке гранта УМНИК (договор 10623ГУ2/2016)

**Аннотация.** В настоящее время актуальна проблема низкой приверженности к лечению у пациентов с хроническими заболеваниями. Больные сердечно-сосудистыми заболеваниями не являются исключением. Необходимо разработка современных инструментов, повышающих информированность пациентов и помогающих им следовать рекомендациям врача. Цель исследования – изучение готовности пациентов кардиологического профиля использовать мобильные программы и приложения, предназначенные для повышения приверженности лечению. В настоящее исследование включено 106 пациентов, госпитализированных в 2017 г. в стационары ГБУЗ КО «КОККД им. акад. Л. С. Барбараша» и ФГБНУ НИИ КПССЗ с различными сердечно-сосудистыми заболеваниями. Пациенты проходили анкетирование по оригинальному опроснику, включающего в себя вопросы об использовании мобильных телефонов, активности в социальных сетях и готовности пользоваться приложениями и программами для пациентов. Данные анкетирования проанализированы среди разных возрастных, нозологических и гендерных групп. В данной выборке выявлен высокий процент активных пользователей мобильных телефонов (97%). Более половины (57%) пациентов выразили готовность использования программ и приложений, повышающих приверженность лечению. Потенциальную аудиторию в отношении готовности использования приложений составляют лица от 51 до 70 лет. Среди разных нозологических групп наилучшие результаты показали пациенты с гипертонической болезнью, приобретенными пороками сердца

© Н. А. Кочергин, А. М. Кочергина, И. Р. Килина, А. С. Клещеногов, В. О. Леонова, 2017 г.



и стенокардией напряжения (66–0%). По гендерному признаку достоверных различий получено не было. Высокий процент использования мобильных телефонов среди пациентов и готовность к активному применению программ и приложений можно использовать в качестве одного из средств повышения приверженности лечению.

**Ключевые слова:** Сердечно-сосудистые заболевания, комплаентность, приверженность к лечению, мобильное приложение.

UDC 616-08-07

*Kochergin N.A., Kochergina A.M., Kilina I.R., Kleshchenogov A.S., Leonova V.O. Possibility of mobile app usage as a tool to improve compliance for patients with cardiovascular disease, Federal State Budgetary Scientific Institution Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases (Federal State Budgetary Institution of Higher Education Kemerovo state medical university, Kemerovo, Russia)*

**Abstract.** Currently, low adherence is a problem of treatment of patients with cardiovascular diseases. Developing of the modern tool to raise patient's awareness of their disease and to improve adherence to all requirements of doctors is particularly important.

The aim of our study was to investigate the readiness of patients to use mobile software and applications designed to improve adherence to treatment.

In the study were included 106 patients hospitalized in the clinic in February 2017 with various cardiovascular diseases. All patients filled out the original questionnaire, which included questions about the use of mobile phones, activity in social networks and ready to use applications and programs for patients.

In this sample was revealed a high percentage of active users of mobile phones (97%). More than a half (57%) of patients expressed their willingness to use the programs and applications to improve adherence to treatment. The potential cohort of patients for using applications are persons of age 51–70 years. Among the different disease groups, the best results showed patients with arterial hypertension, acquired heart diseases and stable angina (66–70%). No significant gender differences were found. A high percentage of mobile phone usage among patients and readiness for active use of programs and applications can be used as a tool to improve adherence to treatment.

**Keywords:** Cardiovascular disease, compliance, increase adherence, mobile applications.

## ВВЕДЕНИЕ

В наше время, когда медицина достигает успехов в борьбе с ранее неподдающимися лечению заболеваниями, к сожалению, остается актуальной глобальная проблема приверженности пациентов к лечению. По данным ВОЗ, примерно половина больных с хроническими заболеваниями сердечно-сосудистой системы не выполняют медицинские рекомендации. Порядка 50% пациентов прерывают терапию в течение 6 месяцев от ее начала, и только 15% продолжают лечение до 1 года [1].

Мероприятия, направленные на повышение приверженности к терапии, можно условно классифицировать на следующие группы: обучение пациентов, организационные мероприятия, психологические тренинги, технологические приспособления (крышки для упаковок с напоминаниями, таблетницы), экономические (денежные и немонетарные стимулы) [2]. Несмотря на многообразие методов борьбы с низкой приверженностью, успехи незначительны. Большая работа по изучению приверженности пациентов со стабильной ишемической болезнью сердца выполнена С.А. Помешкиной с соавторами. Так, было показано, что пациенты до и после операции



коронарного шунтирования недостаточно полно следуют рекомендациям как по приему препаратов, так и по изменению образа жизни [3].

Ввиду доступности изложения материала, ограничений по времени для амбулаторного приема, а также по причине недостаточной медицинской грамотности населения, немалым авторитетом у больных пользуются телепередачи, «Интернет», информация, полученная из социальных сетей, и другие средства массовой информации. В этой связи необходимо создание информационно-справочного ресурса, разработанного непосредственно врачом, который может предоставить достоверную информацию в удобное для пациента время, а также напомнить о необходимости приема препарата или визита к кардиологу. Однако, чтобы подобный метод был востребован, он должен соответствовать тенденциям времени. Наиболее «массовым» инструментом для решения поставленной задачи может стать мобильное приложение.

**Цель исследования** – проанализировать готовность пациентов кардиологического профиля использовать специализированное мобильное приложение для повышения информированности о заболевании и приверженности к терапии.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование было проведено в отделениях Стационара ГБУЗ КО «КОККД им. акад. Л.С. Барбараша» и ФГБНУ НИИ КПССЗ в период с 9 января 2017 года по 1 февраля 2017 года. Для анкетирования были разработаны оригинальные опросники. Участие в исследовании было добровольным и анонимным.

Всего в анкетировании приняли участие 106 пациентов, из них 72 мужчины (67,9%) и 34 женщины (32,1%). Средний возраст участников составил  $60,18 \pm 10,23$  лет, максимальный возраст – 85 лет, а минимальный – 30 лет.

Среди всех респондентов со стабильной стенокардией были госпитализированы 19 участников (17,9%), с инфарктом миокарда – 17 (16%), с декомпенсацией артериальной гипертензии – 10 (9,4%), с различными пороками сердца – 5 (4,7%), с пароксизмом нарушения ритма – 8 (7,5%), для подготовки к оперативному вмешательству на сердце – 13 (12,3%); с сочетанием: стенокардии и артериальной гипертензии – 3 (2,8%), стенокардии и предоперационной подготовки – 1 (0,9%), стенокардии и нарушения ритма – 2 (1,9%), инфаркта миокарда и артериальной гипертензии – 1 (0,9%), инфаркта миокарда и предоперационной подготовки – 1 (0,9%), инфаркта миокарда и нарушения ритма – 1 (0,9%), артериальной гипертензии и пороком сердца – 1 (0,9%), артериальной гипертензии и нарушением ритма – 2 (1,9%); 2 пациента (1,9%) ожидали оперативное вмешательство по поводу порока сердца, 1 (0,9%) пациент ожидал оперативное вмешательство по поводу нарушения ритма сердца, 19 пациентов (17,9%) затруднялись назвать причину госпитализации.

Полученные результаты были систематизированы в базу данных для статистической обработки. Нормальность распределения проверялась с помощью критерия Колмогорова-Смирнова. Качественные значения представлены в абсолютных числах (n) и процентах (%). Количественные данные представлены в виде среднего (M) и ошибки среднего (sd). Уровень критической значимости (p) был принят равным 0,05.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

95% (101 опрошенный) подтвердили ежедневное активное использование мобильного телефона. 47% (49 опрошенных) являются активными пользователями персональных компьютеров, а 53% (56 опрошенных) подтвердили свое умение искать информацию с использованием сети интернет. Зареги-



▷ стрированы в социальных сетях и регулярно посещают подобные ресурсы 38% (40 опрошенных) респондентов. Лишь 23% (24 респондента) опрошенных осведомлены о существовании тех или иных программ и приложений, которые могут быть применены для повышения приверженности к лечению. При этом, 37% (39 респондентов) из всех опрошенных выразили свою готовность использовать специальную компьютерную программу или приложение, которые помогут ему в борьбе с болезнью, а при условии, что эта программа будет иметь справочную информацию – положительными были уже 57% ответов (60 опрошенных).

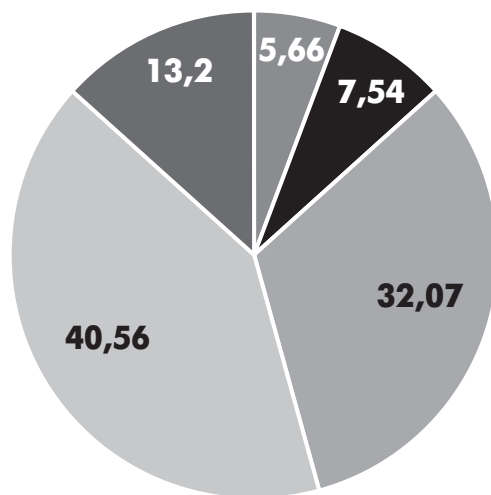
Для того, чтобы определить категорию пациентов, имеющих наибольшую готовность для использования специализированных мобильных приложений, был проведен под-анализ в зависимости от возраста респондентов (рис. 1).

Ожидаемо, наибольшую долю составили пациенты возрастных групп 51–60 лет (32,07% от всех опрошенных) и 61–70 лет (40,56% от всех опрошенных).

Таким образом, наиболее распространенную аудиторию потенциальных пользователей приложения составляют лица от 51 до 70 лет.

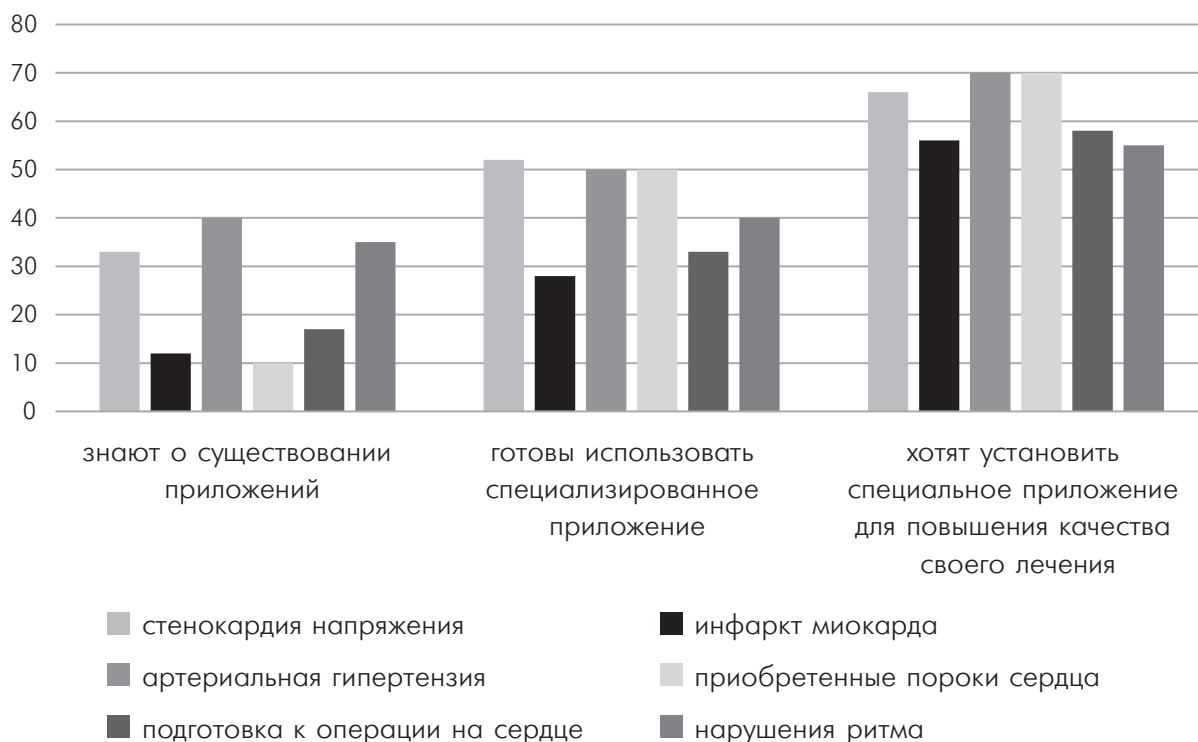
Согласно полученным данным, наибольшую готовность использовать современные технологии для улучшения качества своего лечения показали пациенты с гипертонической болезнью, приобретенными пороками сердца и стенокардией напряжения. Пациенты с инфарктом миокарда, а также госпитализированные для подготовки к операции на сердце выразили меньшую готовность (рис. 2). Полученные результаты показывают, что наиболее вероятными потенциальными пользователями специализированного мобильного приложения могут быть пациенты с гипертонической болезнью, приобретенными пороками сердца и стенокардией напряжения.

Респонденты обоих полов продемонстрировали сопоставимую готовность использовать специализированное мобильное приложение. Единственным достоверным различием



■ 30-40 лет ■ 41-50 лет ■ 51-60 лет ■ 61-70 лет ■ от 71 и старше

**Рис. 1. Распределение пациентов по группам в зависимости от возраста (данные приведены в процентах)**



**Рис. 2. Результаты опроса в различных нозологических группах (данные приведены в процентах)**

явилась большая осведомленность женщин о существовании различных приложений, которые могут быть использованы пациентом в качестве ремейндера для приема препаратов и/или справочника по имеющемуся заболеванию (таблица 1).

Среди пациентов данной выборки отмечается достаточно активное использование современных технологий – более 50% пациентов пользуются персональным компьютером и используют в повседневной жизни интернет. Практически все пациенты данной выборки (95%) подтверждают активное ежедневное использование мобильных телефонов. Так как мобильные приложения в настоящее время являются неотъемлемой частью использования мобильных телефонов, это можно использовать в качестве одного из средств повышения приверженности лечению. К сожалению, от-

мечается низкая информированность пациентов (23%) о наличии программ, которые могут помочь в лечении, но в то же время больше половины (57%) опрошенных пациентов выразили готовность использования таких программ и приложений. По данным проведенного исследования, потенциальную целевую аудиторию составляют пациенты с гипертонической болезнью, приобретенными пороками сердца и стенокардией напряжения, что составляет большую часть среди всех патологий, ставших причинами госпитализации. Что касается возрастных различий, то готовность использования приложений и программ для пациентов в большей мере высказали пациенты от 51 до 70 лет. Достоверных различий по гендерным различиям среди потенциальных пользователей найдено не было, отмечается лишь большая информированность женщин





Таблица 1

**Гендерная характеристика респондентов,  
давших положительные ответы на вопросы анкеты**

Вопрос анкеты	Мужчины (n = 72)	Женщины (n = 34)	p
Пользуетесь ли Вы мобильным телефоном?	67 (93%)	34 (100%)	0,1170
Пользуетесь ли Вы компьютером (ноутбуком)?	36 (50%)	19 (55%)	0,6317
Имеется ли у Вас электронная книга?	17 (23,61%)	6 (17,64%)	0,4879
Умеете ли Вы искать информацию «в интернете»?	38 (52,77%)	18 (52,94%)	0,9870
Пользуетесь ли Вы социальными сетями типа «Одноклассники», «Фейсбук», «Инстаграм»?	26 (36,11%)	14 (41,17%)	0,6170
Играете ли Вы в какую-либо игру на мобильном телефоне или компьютере?	19 (26,39%)	10 (29,41%)	0,7454
Знаете ли Вы о существовании специальных программ для телефона или компьютера, которые помогают не забыть о приеме лекарств?	13 (18,05%)	12 (35,29%)	0,0492
Если будет создана специальная медицинская программа для Вашего телефона и/или компьютера, которая поможет Вам не забывать принимать препараты вовремя, захотите ли Вы ее установить?	26 (36,11%)	13 (38,23%)	0,8331
Если эта программа также будет содержать справочную информацию конкретно о Вашем заболевании, назначенном Вам лечении и результатах обследования, захотите ли Вы ее установить?	41 (56,94%)	20 (58,82%)	0,8553
Готовы ли Вы освоить компьютерную программу или приложение для телефона, если это поможет Вам лучше контролировать свое заболевание?	37 (51,39%)	16 (47,05%)	0,6774

о существовании программ для повышения приверженности.

**ОБСУЖДЕНИЕ**

В настоящее время различные электронные персональные устройства – компьютеры, электронные книги, смартфоны прочно вошли в повседневную жизнь. Каждодневное использование смартфонов делает их распространенным, доступным и потенциально эффективным ресурсом для повышения медицинской грамотности и приверженности пациентов к назначенной терапии. В ряде зарубежных стран приложения активно используют как лица, ведущие здоровый образ жизни (контроль калорий, счетчик шагов, оценка динамики массы тела), так и пациенты различного профиля. Наиболь-

шую распространенность в настоящее время имеют приложения для пациентов с сахарным диабетом 1 типа, приложения для беременных, календари менструального цикла.

Электронный англоязычный ресурс imedicalapps.com [4] предлагает довольно большое число приложений, разработанных для непосредственного использования пациентами. Тем не менее, большинство из них ограничены либо функционалом ремайндера, либо могут быть использованы только как источник справочной информации. Несомненным недостатком этих приложений, делающим их практически невозможными к применению в России, является англоязычный интерфейс и полное отсутствие русификации. Русифицированных программ на рынке приложений крайне мало.



Анализ статистики востребованности русифицированных приложений на сайте play.google.com [5] позволил выделить категории наиболее востребованных (по количеству скачиваний) приложений. Наиболее приближенными к кардиологическому профилю можно считать приложения-дневники контроля артериального давления и пульса, дневники контроля массы тела. Также приближенными к медицинской тематике можно считать приложения для записи к специалистам [6], приложения для сравнения цен на лекарственные препараты [7], приложения для возможности получения онлайн-консультации [8]. Однако только четверть респондентов в нашем опросе знают о существовании подобных приложений.

Активное развитие e-health (практики оказания медицинской помощи с помощью электронных процессов и ИТ) за рубежом свидетельствует о крайне высокой потребности общества в подобных системах [9]. Согласно прогнозу eMarketer, к 2018 г. в мире будет продано 2 млрд. смартфонов – больше, чем обычных мобильных телефонов [10]. Все больше людей используют мобильные устройства для поиска информации, связанной с медициной и охраной здоровья. Так, в 2011 г. было куплено порядка 44 млн. «медицинских» приложений, это установили в исследовательском центре Juniper Research. В 2016 г. число подобных загрузок составило около 142 млн. [11]. Опыт реализации инициатив mHealth в России пока довольно скудный. Среди из-

вестных проектов – «Кнопка жизни» (медико-социальная тревожная кнопка для пожилых людей, взрослых и детей с ограниченными возможностями) [12], мобильное приложение «Донор» (помогает узнать, где и кому нужна донорская кровь) [13], «СМСмаме» (сервис для беременных женщин и молодых мам).

Потребность в медицинских приложениях в России не меньше, чем за рубежом. Однако, наше исследование показало отсутствие информированности пациентов о данной опции. Кроме того, нам удалось выделить целевую группу пациентов кардиологического профиля, готовых использовать медицинские мобильные приложения. Вместе с этим, высокая распространенность заболеваний сердечно-сосудистой системы определяет актуальность разработки и широкого внедрения специализированных мобильных приложений для пациентов именно кардиологического профиля.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ показал, что наиболее высокую готовность использовать специализированное мобильное приложение имеют пациенты в возрасте 51–70 лет с гипертонической болезнью, приобретенным пороком сердца и стабильной стенокардией. Обнаружено, что несмотря на более высокую осведомленность женщин о существовании мобильных приложений, отсутствуют гендерные различия в потенциальной готовности активно использовать эту возможность для повышения качества своего лечения.

## ЛИТЕРАТУРА



1. *Гарганеева А.А., Борель К.Н., Округин С.А., Кужелева Е.А.* Приверженность медикаментозной терапии и следование национальным рекомендациям по ведению пациентов, перенесших острый инфаркт миокарда. Итоги 5-летнего проспективного наблюдения. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2014;3:31.
2. *Плавинский С.Л.* Мероприятия по усилению приверженности терапии. – М.: Акварель; 2010. 48 с.





3. Помешкина С.А., Боровик И.В., Завырылина И.Н., Каган Е.С., Барбараш О.Л. Как влияет приверженность пациентов к рекомендованной терапии на прогноз послеоперационного периода после коронарного шунтирования. Кардиология. 2015; 55(5): 48–53.
4. <http://www.imedicalapps.com/>.
5. <https://play.google.com/store/apps/category/MEDICAL?hl=ru>.
6. <https://itunes.apple.com/ru/app/invitro/id499936108?mt=8>.
7. <https://itunes.apple.com/ru/app/apteki.su-apteki.su-poisk/id881455913?mt=8>.
8. Как бесплатно получить консультацию у хороших врачей в интернете [Internet]. Available from: <https://lifehacker.ru/2015/05/14/helpmed/> (cited 2015 May 14).
9. Jakab Z, editor. From innovation to implementation – eHealth in the WHO European Region; 2016. 116 p.
10. Смартфоны (мировой рынок). [Internet]. Available from: <http://tadviser.ru/a/47257> (cited 2017 Feb 15).
11. Арсентьев А. Врачи и пациенты не готовы к mHealth [Internet]. Available from: [http://www.cnews.ru/reviews/it\\_v\\_zdravoohranenii/articles/vrachi\\_i\\_patsienty\\_ne\\_gotovy\\_k\\_mhealth/](http://www.cnews.ru/reviews/it_v_zdravoohranenii/articles/vrachi_i_patsienty_ne_gotovy_k_mhealth/).
12. <https://knopka24.ru/app/>.
13. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.hintsolutions.donor&hl=ru>.



## ИТ-новости

### ПРАВИТЕЛЬСТВО ПЛАНИРУЕТ ЗАПУСТИТЬ ПРОЕКТ «ЦИФРОВОЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЕ»

В настоящее время Минкомсвязь совместно с Администрацией Президента и группой экспертов прорабатывают проект «Цифровая экономика». Эта работа ведется на основании п. 2 Перечня поручений Президента РФ по реализации Послания Президента РФ Федеральному Собранию от 5 декабря 2016 г. № Пр-2346. В нем в срок до 01.07.2017 г. Правительству поручено разработать и утвердить программу «Цифровая экономика», предусмотрев в ней меры по созданию правовых, технических, организационных и финансовых условий для развития цифровой экономики в России и ее интеграции в пространство экономики государств – членов Евразийского экономического союза.

Одним из разделов программы является проект «Цифровое здравоохранение», направленный на создание новых инновационных цифровых систем здравоохранения, основанных на новых технологиях и способах управления, соответствующих современным условиям. Проектом предусматривается, что новая модель системы здравоохранения должна создаваться и начинать функционировать параллельно с существующей системой, постепенно перехватывая ее функции. Такой подход минимизирует потери переходного периода и обеспечит населению качественное медицинское обслуживание в переходный период. В новой модели уделяется особое внимание превентивной медицине и персонализированному подходу. Создание новой модели здравоохранения базируется на развитии т.н. «цифровой» медицины, позволяющей собирать и обрабатывать, в том числе дистанционно, большие объемы данных на популяционном уровне для принятия обоснованных оптимальных стратегических решений, выявлять новые направления развития.

Ожидается, что в результате реализации программы «Цифрового здравоохранения»:

- 1) Граждане РФ будут обеспечены доступной медицинской помощью по месту требования, соответствующей критериям своевременности, персонализации, превентивности, технологичности и безопасности.
- 2) Будет повышена производительность и эффективность использования материальных, человеческих, информационных и иных ресурсов и данных при оказании медицинских услуг (к 2025 г. не менее, чем на 30%), при сохранении качества оказания медицинской помощи для всех пациентов в соответствии с нормативными документами Минздрава России.
- 3) В России будет создана экосистема цифрового здравоохранения посредством трансфера инновационных решений в медицинские организации и поддержки отечественных стартап компаний в этой области.