

На правах рукописи

Кошкаров Артем Александрович

**СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ
МЕДИЦИНСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ НАЗНАЧЕНИЯ ЛЬГОТНЫХ
ЛЕКАРСТВ**

Специальность 05.11.17 –
Приборы, системы и изделия медицинского назначения

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Краснодар – 2017

Работа выполнена на кафедре прикладной математики ФГБОУ ВО
«Кубанский государственный университет»

Научный руководитель: доктор технических наук
Халафян Алексан Альбертович

Официальные оппоненты: доктор технических наук
Лебедев Георгий Станиславович
ФГБОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России, заведующий кафедрой информационных и интернет-технологий, г. Москва;

кандидат технических наук
Наумов Вадим Юрьевич
ФГБОУ ВО «ВолгГТУ», доцент кафедры «Вычислительная техника», г. Волгоград;

кандидат медицинских наук
Компаниец Ольга Геннадьевна
ФГБОУ ВО «КубГМУ» Минздрава России, доцент кафедры терапии №1 ФПК и ППС, г. Краснодар

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар

Защита диссертации состоится «__» _____ 2017 года в __:__ часов на заседании диссертационного совета Д 212.208.23 в Южном федеральном университете по адресу: 347922, Россия, Ростовская область, г. Таганрог, ул. Шевченко, 2, корп. Е, ауд. Е-306.

С диссертацией можно ознакомиться в Зональной библиотеке Южного федерального университета по адресу: г Ростов-на-Дону, ул. Пушкинская, 148 и на сайте <http://hub.sfedu.ru/diss/> Отзыв на автореферат в 2-х экз., заверенный печатью организации и оформленный согласно «Положению о порядке присуждения ученых степеней» (п. 28), с указанием ФИО (полностью) лица, представившего отзыв, почтовым адресом, наименованием организации, его должности в этой организации, телефона и адреса электронной почты, просим направлять в ЮФУ по адресу: 347922, Россия, Ростовская область, г. Таганрог, ул. Шевченко, 2, корпус "Е", лаб. 112, ученому секретарю совета Д212.208.23 Исаевой А.С.

Автореферат диссертации разослан «__» _____ 20__ г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 212.208.23

Исаева Алина Сергеевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Построение эффективной системы практического здравоохранения невозможно без активного использования информационных технологий, которые играют всё более значимую роль в обеспечении взаимодействия всех субъектов системы здравоохранения, в повышении качества медицинской помощи, оказываемой населению, и в совершенствовании процессов управления здравоохранением. В области методов и средств медицинской информатики наработан богатый потенциал знаний такими учеными как Венедиктов Д.Д., Вялков А.И., Гаспарян С.А., Зарубина Т.В., Калинин В.И., Кобринский Б.А., Лебедев Г.С., Стародубов В.И., Хай Г.А., Чеченин Г.И. и другие. За последнее время значительный прогресс в отношении использования информационных технологий в медицине связан с внедрением современных информационных систем в здравоохранение, в рамках программы модернизации 2011–2013 гг.; утверждением концепции формирования единой государственной информационной системы в здравоохранении (ЕГИСЗ) в 2011 г. и «Дорожной карты» по развитию ЕГИСЗ в 2015-2018 годах.

В субъектах РФ существуют фармацевтические организации, уполномоченные на проведение бесплатной (льготной) лекарственной помощи отдельным категориям граждан федерального уровня ответственности по их обеспечению:

- медикаментами;
- медицинскими изделиями;
- специализированными продуктами лечебного питания;
- наркотическими и психотропными веществами.

Одним из инструментов совершенствования управления в сфере предоставления медицинской помощи в иерархической структуре здравоохранения является контроль качества предоставления социальных услуг, в том числе и льготной лекарственной помощи, в соответствии с законом РФ от 17 июля 1999 г. 178-ФЗ «О государственной социальной помощи». В связи с чем, по заданию органов государственной власти субъектов РФ в сфере охраны здоровья фармацевтические организации проводят медицинскую экспертизу (МЭ) назначения льготных лекарств, также называемую медико-экономическим контролем выписанных и обслуженных рецептов льготной категории граждан.

МЭ – проводимая ежемесячно экспертиза качества оказываемой медицинской помощи, в том числе обоснованного назначения льготных лекарственных средств (ЛЛС) при оказании амбулаторно-поликлинической помощи отдельным категориям граждан, имеющих право на бесплатные услуги в медицинских организациях. Несмотря на достигнутые относительные успехи в области информатизации здравоохранения, системы поддержки принятия решений (СППР) в сфере выдачи и обслуживания рецептов на ЛЛС не получили должного развития.

Поэтому, учитывая традиционно высокие объемы оказываемой населению льготной лекарственной помощи, а также новые современные стандарты предоставления медицинской помощи, единые **на** всей территории Российской

Федерации, разработка и внедрение СППР МЭ назначения ЛЛС является весьма актуальным направлением развития информационных технологий в здравоохранении.

Основная **решаемая проблема** состоит в создании высокоэффективной системы автоматизированного отбора и предварительной экспертизы рецептов, выписанных с потенциальными нарушениями. Отсутствие подобной системы снижает эффективность МЭ, что приводит к неоправданному усложнению процедуры обеспечения граждан льготными лекарствами.

Целью исследования является повышение эффективности организации и проведения МЭ назначения ЛЛС, упрощение процедуры обеспечения граждан льготными лекарствами посредством применения разработанной СППР.

Задачи исследования:

– исследовать МЭ назначения ЛЛС как подсистему управления льготным лекарственным обеспечением; провести анализ всех типов льготных рецептов и методов защиты информации; систематизировать информационные системы медицинских организаций;

– обосновать выбор методов проектирования и создания СППР, провести анализ и синтез основных модулей разрабатываемой СППР в виде объектно-ориентированной информационной системы МЭ назначения ЛЛС; разработать математическое и алгоритмическое обеспечение СППР, которое позволит автоматизировать процедуры по организации и проведению МЭ;

– разработать приложение *ABC/VEN*-анализа с целью совершенствования управленческих решений при организации закупок и распределения ЛЛС; разработать методику интеграции систем выдачи и обслуживания льготных рецептов для решения задач обработки информации;

– обеспечить визуализацию, трансформацию и анализ информации в сфере льготного лекарственного обеспечения посредством разработки единой базы данных; применить обезличивание персональных данных для их размещения в «облаке»; идентифицировать актуальные угрозы информационной безопасности.

Объектом исследования являются модели, алгоритмы, методы обработки информации, использованные в СППР МЭ назначения ЛЛС.

Предметом исследования выступают процессы организации и проведения МЭ в медицинских организациях, критерии обоснованности назначения ЛЛС.

Методы исследования. Для решения сформулированных задач и достижения поставленной цели использовали системный анализ, базы данных, исследование операций, многомерный анализ, облачные технологии, методы интеграции систем, методы функционального и информационного моделирования, методы объектно-ориентированного программирования, методы фармакоэкономического анализа.

Достоверность и обоснованность результатов диссертационного исследования обеспечена обоснованным применением математического аппарата, использованием признанных научным сообществом литературных источников предметной области решаемых задач, сравнением полученных результатов моделирования с результатами фактического планирования МЭ назначения ЛЛС.

Научная новизна:

1. Предложен метод разработки проблемно-ориентированной системы автоматизированного планирования, получения, обработки и анализа информации МЭ обоснованности назначения ЛЛС.

2. Разработан оригинальный алгоритм системы поддержки принятия управленческих решений МЭ назначения ЛЛС на основе методов функционального и информационного моделирования, фармако-экономического *ABC*-анализа.

3. Разработаны математические модели СППР (игровая модель МЭК, модель ранжирования муниципальных образований по эффективности их деятельности в сфере обеспечения необходимыми лекарственными препаратами, модель плана МЭК).

4. Предложен метод интеграции систем выдачи и обслуживания льготных рецептов для решения задач обработки информации в сфере льготного лекарственного обеспечения.

Практическая значимость работы заключается в разработке новой технологии автоматизированного планирования МЭ обоснованности назначения ЛЛС и её программной реализации в виде СППР, а именно:

- на основе авторской методики разработан программный комплекс для автоматизированного планирования, получения, анализа и обработки информации о результатах МЭ обоснованности назначения ЛЛС;

- разработано автономное приложение для проведения *ABC/VEN*-анализа льготного потребления лекарственных препаратов;

- создана единая база данных для визуализации, трансформации и анализа информации об обеспечении ЛЛС, которая может быть размещена в «облаке»;

- программно реализована разработанная система поддержки принятия решений для МЭ назначения льготных лекарств;

- сформировано новое единое информационное пространство для всех участников льготного обеспечения медикаментами на основе построения централизованной базы данных, с возможностью размещения в «облаке».

Новизна и практическая ценность результатов диссертационного исследования подтверждена полученными свидетельствами РФ о регистрации программ для ЭВМ.

Основные положения и научные результаты, выносимые на защиту:

1. Метод автоматизированного планирования, получения, анализа и обработки информации о результатах МЭ обоснованности назначения ЛЛС.

2. Алгоритм системы поддержки принятия управленческих решений МЭ назначения ЛЛС на основе методов функционального и информационного моделирования, фармако-экономического *ABC*-анализа. Математические модели СППР.

3. Метод интеграции систем выдачи и обслуживания льготных рецептов. Система поддержки принятия решений для визуализации, трансформации и анализа информации, основанная на взаимосвязи с разработанной единой автоматизированной базой данных в сфере льготного лекарственного обеспечения, которая может быть размещена в «облаке».

Реализация и внедрение работы. Результаты работы внедрены в производственный процесс Краснодарского филиала открытого акционерного общества «Страховая медицинская организация «Сибирь» (с 2014 г. общество с ограниченной ответственностью «АльфаСтрахование-ОМС» Краснодарский филиал «Сибирь»), о чем свидетельствуют пять актов о внедрении. С 2012 г. используются государственным бюджетным учреждением здравоохранения «Медицинский информационно-аналитический центр» министерства здравоохранения Краснодарского края (ГБУЗ МИАЦ).

Личный вклад автора. Основные результаты, выносимые на защиту, получены автором лично. Результаты, опубликованные совместно с другими авторами, принадлежат авторам в равных долях. Результаты других авторов, которые использованы при изложении, содержат ссылки на соответствующие источники.

Апробация работы. Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на кафедре прикладной математики Кубанского государственного университета, в Институте компьютерных технологий и информационной безопасности, Институте нанотехнологий, электроники и приборостроения Южного федерального университета, на конференциях: VI конгресс с международным участием «Развитие фармакоэкономики и фармакоэпидемиологии в РФ», г. Краснодар, 2012 г.; IX, X научно-практическая конференция молодых ученых и студентов юга России «Медицинская наука и здравоохранение», г. Краснодар, 2011-2012 гг.; XII Международный конгресс «Здоровье и образование в XXI веке» «Инновационные технологии, модернизация, качество, доступность и безопасность лекарственных средств в системе здравоохранения России» «Школа формирования принципов здорового образа жизни», г. Москва, 2011 г.; XV, XVI, XVII Ежегодная специализированная конференция и выставка «Информационные технологии в медицине», г. Москва, 2014-2016 гг.; XVII, XVIII, XIX межвузовская научно-практическая конференция студентов и аспирантов «Инновационные подходы и перспективы развития научных исследований», г. Краснодар, 2009-2011 гг.

Публикации. По теме диссертационного исследования опубликовано 36 печатных работ, в том числе 9 в изданиях из списка, рекомендованных ВАК РФ для публикации основных результатов диссертационных исследований. Получены свидетельства о государственной регистрации 2 программ для ЭВМ.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, списка используемой литературы, приложений, изложена на 153 листах основного текста, содержит 60 рисунков. Список используемой литературы содержит 167 наименований.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность выбранной темы исследования, сформулирована цель работы, перечислены применяемые методы исследований и разработки, определена научная новизна и практическая значимость работы, описана ее структура, отображены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведен аналитический обзор систем обеспечения лекарственными препаратами (ЛП). Рассмотрены бизнес-процессы отдела лекарственного обеспечения, такие как хранение, учет и обработка данных, а также консолидирование и представление данных в разработанной СППР в виде информационной системы МЭ назначения ЛЛС. Определено, что основным объектом учета в рассматриваемой модели является сводный реестр рецептов.

Во второй главе рассмотрены методы проектирования и разработки СППР в виде информационной системы МЭ назначения ЛЛС. Системный подход к проблеме создания информационной системы позволил представить ее как совокупность двух подсистем, каждая из которых при самостоятельном исследовании рассмотрена как отдельная система:

- подсистема медико-экономического контроля (МЭК) назначения ЛЛС;
- подсистема *ABC/VEN*-анализа.

При проектировании информационной системы нами использован объектно-ориентированный подход. Так как среди логических моделей данных реляционная модель обладает определенными преимуществами, то на ее платформе построена база данных. Поскольку модель «сущность-связь» по принципам организации близка к реляционной модели, то в качестве концептуальной модели выбрана модель «сущность-связь». Системой управления базами данных (СУБД) выбрана *Microsoft SQL Server*, использованы языки программирования *Borland Delphi* и *JavaScript*.

Для разработки проблемно-ориентированного программного обеспечения СППР МЭ, проведен реинжиниринг бизнес-процессов и их декомпозиция. Осуществлен анализ и синтез подсистем информационной системы – программного комплекса МЭК назначения ЛЛС и автономного приложения *ABC/VEN*-анализа.

Разработанная функциональная модель взаимодействия подсистемы МЭК с подсистемой *ABC/VEN*-анализа и внешней системой для проведения автоматизированной экспертизы рецептов представлена на рисунке 1.

Из базы данных системы АЭР (автоматизированной экспертизы рецептов МИАЦ) в базу данных информационной системы МЭ направляются идентификаторы рецептов, прошедших автоматизированную экспертизу. База данных подсистемы *ABC/VEN*-анализа использует аналогичные форматы данных с системой АЭР, за исключением персональных данных льготников. Взаимодействие подсистемы МЭК и подсистемы *ABC/VEN*-анализа обеспечено посредством идентификаторов рецептов. Разработанная функциональная модель СППР в виде информационной системы МЭ назначения ЛЛС, предполагает взаимодействие и функционирование как единое целое двух баз данных: льготных рецептов (БД *ABC*) и экспертиз рецептов (БД МЭК).

Лицом, принимающим решение (ЛПР) является орган управления здравоохранением либо начальник отдела лекарственного обеспечения, то есть руководство группы врачей-экспертов. На основе введенных данных СППР отбирает рецепты для МЭ в медицинских организациях, а ЛПР утверждает план экспертизы. Системообразующими компонентами СППР являются базы данных, реализованные на основе инструментальных программных средств СУБД *MS*

SQL Server. За счет использования единого формата обмена информацией по идентификаторам рецептов, согласование баз данных приложений реализовано посредством запросов СУБД.



Рисунок 1 – Функциональная модель СППР

На основе разработанной функциональной модели СППР предложен метод автоматизированного планирования, получения, анализа и обработки информации о результатах МЭ обоснованности назначения ЛЛС. Суть метода заключается в планировании количества проверяемых рецептов посредством решения задачи линейного программирования. Используя ручной способ загрузки, результаты решения задачи в разрезе каждой медицинской организации по месяцам вносят в базу данных. На основе этих данных при формировании заявок в медицинские организации в течение года система подсказывает ЛПР количество рецептов, которое необходимо проверить, а также информирует о выгодных стратегиях (критериях) проведения МЭ.

Определение оптимальных стратегий осуществлено посредством теории игр. Виды нарушений при назначении и выписки рецептов являются критериями некачественного оказания медицинской помощи, за которые медицинские организации подлежат наложению штрафных санкций на оплаченные или поданные к оплате счета в зависимости от тяжести нарушений, и возврату денежных средств за оказание медицинской услуги с ненадлежащим качеством. Поэтому, целесообразно организовать МЭ таким образом, чтобы, при данных условиях наложения штрафных санкций, использовались критерии, по которым выявлены случаи некачественного оказания медицинской помощи с макси-

мальной штрафной санкцией. Для достижения поставленной цели при помощи теории игр построена модель организации и проведения МЭ обоснованности назначения ЛЛС. Определены оптимальные стратегии игроков (медицинской организации и организации, проводящей экспертизу). Установлено, что медицинские организации имеют гораздо больше выгодных комбинаций стратегий. В связи с чем, методика применения критериев МЭ нуждается в корректировке и доработке.

Вместе с тем, количество выявленных нарушений в медицинских организациях при выписке льготных рецептов может служить показателем эффективности обеспечения необходимыми лекарственными препаратами отдельных категорий граждан. Поэтому особую актуальность приобретает проблема определения рейтинга муниципальных образований (районов) по совокупности всех рассмотренных 17 критериев МЭК.

Для оценки эффективности деятельности по ОНЛП муниципальных образований использован метрический подход, основанный на методе иерархической классификации, который предполагает их сравнение посредством расстояний между ними в предположении, что они являются точками многомерного пространства с координатами, соответствующими критериям их эффективности. Определено понятие условного лидера, который аккумулирует наилучшие значения критериев всех муниципальных образований.

Предположим, что заданы m объектов O_1, O_2, \dots, O_m , качественные характеристики которых определены n количественными показателями Q_1, Q_2, \dots, Q_n , называемыми критериями. Пусть $q_{ij}, i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}$ – величина критерия Q_j , соответствующая объекту O_i . Критерии Q_j описывают качественные свойства объектов, поэтому, им присуще свойство: если объект O_k имеет предпочтение перед объектом O_l ($O_k \succ O_l$), то $q_{kj} >$ (или $<$) q_{lj} , где \succ символ предпочтения. Символ $>$ используем, если предпочтению соответствует большая величина критерия, знак $<$ – в противном случае. Необходимо составить рейтинги объектов $Q_j, j = \overline{1, n}$.

Значения $q_{ij}, i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}$ можно представить как таблицу (матрицу) с числом строк и столбцов, равными соответственно количеству объектов m и количеству столбцов n :

$$Q = \begin{pmatrix} q_{11} & q_{12} & \dots & q_{1n} \\ q_{21} & q_{22} & \dots & q_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ q_{m1} & q_{m2} & \dots & q_{mn} \end{pmatrix} \quad (2)$$

Строки таблицы соответствуют объектам O_i , столбцы – критериям Q_j . Представленная матричная запись объектов позволяет рассматривать их как точки n -мерного пространства и оценивать при помощи метрик многомерных пространств расстояние между ними, например посредством евклидова (геометрического) расстояния:

$$d(X_i, X_j) = (\sum_k (x_{ik} - x_{jk})^2)^{1/2} \quad (3)$$

Для ранжирования объектов рассмотрен гипотетически эталонный объект (в нашем случае – условный лидер) $O_{\text{этал}}^*$, который аккумулирует наилучшие свойства всех объектов. Тогда, координатами $O_{\text{этал}}^*$ будут значения q_j^* ($j = \overline{1, n}$), доставляющие наибольшее или наименьшее значение критериев, в зависимости от характера предпочтения:

$$q_j^* = \max(\min)\{q_{ij}\}, \quad i = \overline{1, m} \quad (4)$$

По расстояниям между объектами O_1, O_2, \dots, O_m и эталоном $O_{\text{этал}}^*$, вычисленным по формуле (3) легко их ранжировать по принципу – чем больше расстояние, тем ниже рейтинг и больше номер (ранг) объекта в списке.

На значения расстояний могут сильно влиять различия между единицами измерения осей (критериев), поэтому целесообразно столбцы матрицы (2) предварительно привести к безразмерному виду нормированием.

Если нормированные значения обозначить через q_j^{*S}, q_{ij}^S , а расстояние между объектами O_i и эталоном $O_{\text{этал}}^* - d_i$, то:

$$d_i(O_i, O_{\text{этал}}^*) = \sqrt{(q_{i1}^S - q_1^{*S})^2 + (q_{i2}^S - q_2^{*S})^2 + \dots + (q_{in}^S - q_n^{*S})^2} \quad (5)$$

Для составления рейтинга достаточно объекты расположить в порядке возрастания d_i . Номера объектов в списке $1, 2, \dots, m$ будут их рангами. Объект с рангом 1 будет наилучшим, потому что его расстояние до эталона минимально, объект с рангом m будет худшим, так как ему соответствует наибольшее расстояние.

С помощью предложенного нами метрического подхода, реализованного в программе *STATISTICA*, были определены рейтинги 45 районов Краснодарского края по количеству выявленных нарушений ОНЛП в медицинских организациях за год по 17 критериям МЭК. Условным лидером муниципальных образований считали реально несуществующий район со значениями критериев МЭК, равными 0. Самый высокий рейтинг – первое место у Новокубанского района – ему соответствует наименьшее расстояние до условного лидера, второе у Тимашевского района и так далее, на последнем 45 месте – город Анапа, так как ему соответствует наибольшее расстояние до условного лидера.

Используя метод иерархической классификации, сделан анализ сходства и различия районов посредством кластерной структуры, изображенной в виде дендрограммы на рисунке 2.

По оси абсцисс указаны названия районов, по оси ординат – расстояние между ними, которое является критерием объединения в кластеры. При расстоянии равном 0, каждый район образует самостоятельный кластер – группу однородности, состоящую из одного объекта. По мере увеличения расстояния районы объединяются в группы. На последнем шаге районы образуют один кластер – исходную совокупность из 45 муниципальных образований.

Для повышения эффективности МЭ, необходимо спланировать количество проверок в течение года таким образом, чтобы охватить максимальное количество организаций и рецептов.

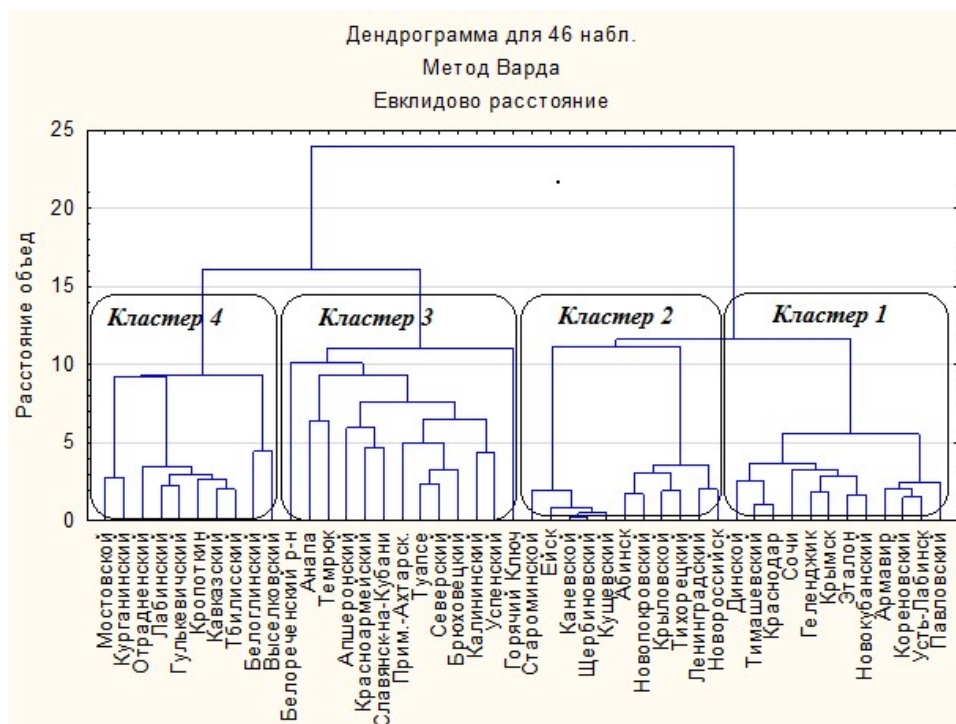


Рисунок 2 – Дендрограмма кластерной структуры районов

В третьей главе приведены разработанные алгоритмы программного комплекса МЭК и автономного приложения *ABC/VEN*-анализа. Дано описание автоматизированных процессов организации и проведения МЭ. Алгоритм СППР представлен на рисунке 3.

Алгоритм включает в себя блоки: 1 – сбора информации о результатах автоматизированной экспертизы рецептов; 2 – создания плана МЭ; 3 – утверждения плана МЭ и направления в медицинские организации запросов о проведении МЭ (в виде заявок и реестров рецептов); 4 – обработки, анализа, визуализации и трансформации информации о результатах МЭ и *ABC*-анализа.

Суть алгоритма заключается в автоматизации планирования и учета результатов МЭ назначения ЛЛС. При проведении МЭ в плановом режиме по результатам автоматизированной экспертизы рецепты образуют 3 группы по принципу:

- группа 1, если выписано более 10 рецептов одному льготнику в месяц;
- группа 2, если выписано более 5 рецептов одному льготнику в день;
- группа 3, если выписано менее 5 рецептов одному льготнику в месяц.

Рецепты из первой и второй группы по умолчанию автоматически включаются в план экспертизы. Из третьей группы ЛПР отбирает рецепты, если при назначении ЛЛС была превышена курсовая доза. Так как третья группа составляет $\frac{2}{3}$ рецептов, были предложены дополнительные критерии отбора:

- по соответствию назначенного ЛЛС диагнозу согласно международной классификации болезней 10-го пересмотра (МКБ-10);
- по затратам денежных средств на ЛЛС.

Для определения рецептов с наиболее затратными лекарствами категории *A* использован фармако-экономический *ABC*-анализ, позволяющий определить структуру расходов, произведенных на лекарственное обеспечение посредством

классификации ЛЛС по категориям *A*, *B* и *C* в зависимости от затраченных на них денежных средств:

класс *A* – от 5 до 15% лекарств, на которые тратится 80% от лекарственного бюджета;

класс *B* – от 15 до 60% лекарств, на которые расходуется 15% от лекарственного бюджета;

класс *C* – от 60 до 80% лекарств, на которые расходуется 5% от лекарственного бюджета.

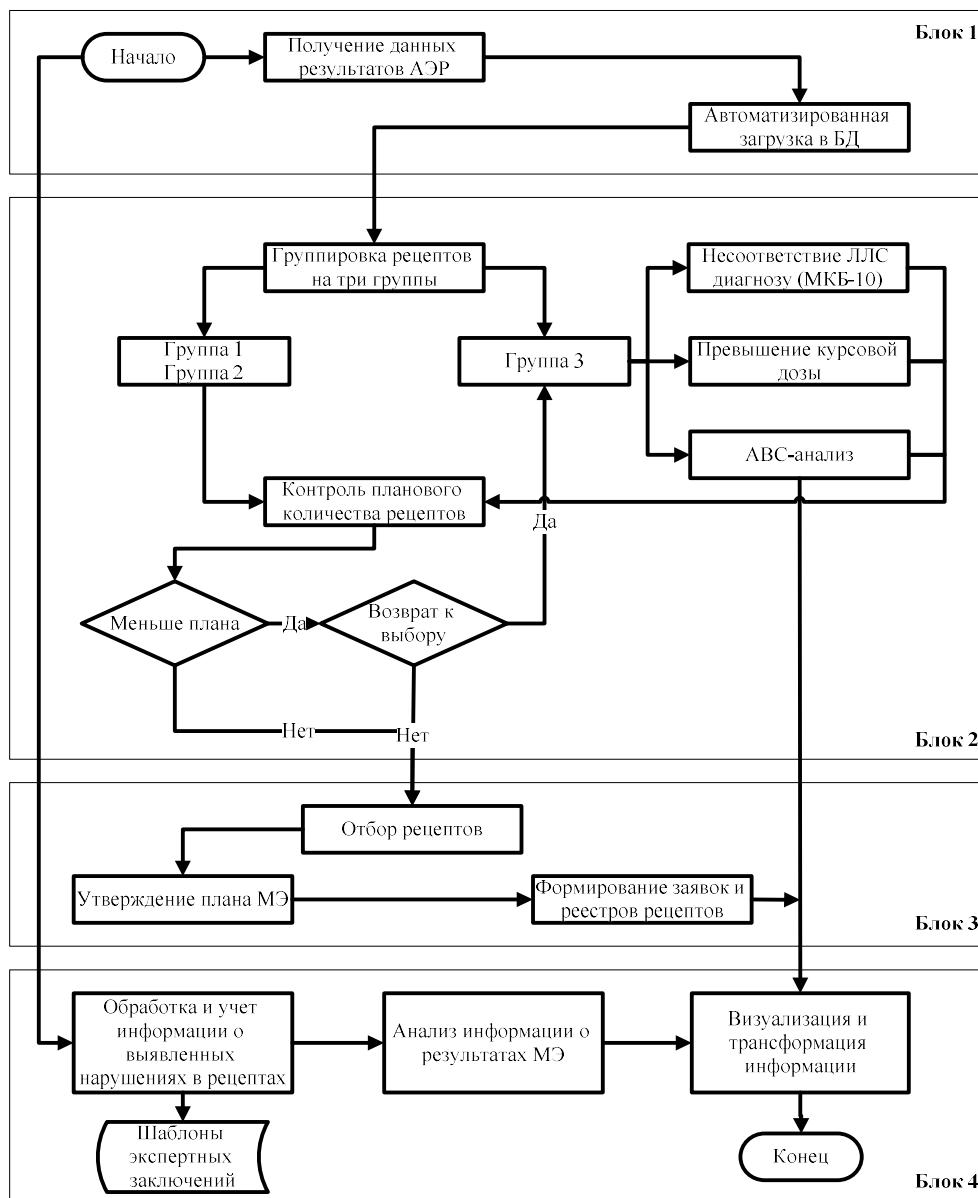


Рисунок 3 – Блок-схема алгоритма СППР

Для оценки рациональности использования денежных средств *АВС*-анализ использовали в сочетании с *VEN*-анализом – методом оценки структуры расходов, произведенных на лекарственные средства по их важности.

Далее отобранные рецепты ЛПР включает в план экспертизы. Сформированные заявки и реестры с сериями и номерами рецептов направляют в медицинские организации для подготовки к проверке бумажных бланков рецептов. Врачи-эксперты проверяют бумажные бланки рецептов. Результаты МЭ вносят индивидуально по каждому проверенному рецепту. Экспертные заключения

заполняют на основе автоматизированных шаблонов. СППР позволяет ЛПР оперативно получать сводки о выявленных нарушениях, принимать участие в проведении МЭ, формировать необходимые отчеты и акты.

Так как предполагается взаимодействие СППР с внешними системами, в главе сделан обзор реализованных на территории Краснодарского края систем по выдаче и обслуживанию льготных рецептов, а также рецептов, контролируемых ЛП. Многообразие программных продуктов делает актуальной проблему эффективного управления обеспечением ЛЛП. Для решения обозначенной проблемы необходим универсальный программный продукт, используемый не только при выписке рецептов, но и при их обслуживании.

В диссертационной работе предложен метод интеграции существующих систем, который избавит от фрагментарности при автоматизации льготного лекарственного обеспечения (ЛЛО). Суть метода состоит в объединении систем в централизованную систему управления ЛЛО посредством создания интеграционного профиля на основе форматов обмена *DBF/XML* по протоколу *SOAP*. Базы данных этой единой системы и системы АЭР могут оперативно взаимодействовать. Доступ к оперативным отчетам может быть предоставлен через *Службы Reporting Services*.

В четвертой главе рассмотрены вопросы практической реализации СППР в виде информационной системы МЭ назначения ЛЛС применительно к Краснодарскому краю.

Предложен метод создания единой автоматизированной БД, размещение которой возможно в частном, защищенном и в публичном облаке, с предоставлением доступа к информации через Интернет. Работа с БД осуществляется в среде *T-SQL*. Доступ к конечным пользователям реализован посредством технологии «тонкий клиент», обеспечивающей информационную безопасность. Для возможности удобной работы с отчетами разнообразных источников данных использована серверная платформа отчетов *Служба Reporting Services*. Персональные данные обрабатываются путем их обезличивания методом введения идентификаторов.

Предложен переход на облачную платформу. Но работа в облаке также связана с рисками компрометации или потери данных из-за возможного несанкционированного доступа к ним. Поэтому информация о 575 436 льготных категорий граждан – субъектах персональных данных была обезличена в разработанной БД. Показаны возможности размещения обезличенной БД в облаке с предоставлением доступа через сеть «Интернет» к информации на рабочих местах, используя различные браузеры. Предложенное обезличивание информации представляет существенное отличие от имеющихся решений в ОНЛП, которые предназначены для персонификации учета медицинских услуг, оказываемых населению.

В сущности, пользователи получают доступ к хранилищу данных и могут создавать только запросы на выборку данных, что позволят задействовать меньше ресурсов серверной инфраструктуры, другие системы, осуществляющие полный спектр работы с данными.

Для защиты данных при их обработке в информационной системе МЭ назначения ЛЛС предложена модель угроз, благодаря которой идентифицированы актуальные угрозы безопасности персональных данных с учетом особенностей существующей информационной системы льготного лекарственного обеспечения МИАЦ.

Таким образом, СППР в виде информационной системы МЭ назначения ЛЛС как автоматизированная интегрированная система включает в свой состав программный комплекс МЭК и автономное приложение *ABC/VEN*-анализа. Функциональные модули СППР объединены в информационную систему МЭ (рисунок 4).



Рисунок 4 – Структурная схема СППР

Программный комплекс МЭК состоит из пяти модулей, автономное приложение *ABC/VEN*-анализа – из шести. Взаимодействие подсистем осуществляется через модули «Экспертиза рецептов» и «Рецепты». Первый предназначен для внесения замечаний по результатам МЭК в медицинских организациях; второй – представляет список рецептов, по которым были отпущены ЛЛС за указанный промежуток времени.

В заключении сформулированы основные выводы и результаты диссертационной работы.

В приложениях приведены структура таблиц разработанных баз данных и их физическое представление, описание интерфейсов интеграции информационных систем, акты об использовании результатов диссертационной работы.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ И ВЫВОДЫ

В ходе работы получены следующие основные научные и практические результаты:

1. Показано, что для ретроспективной оценки расходования средств на льготное лекарственное обеспечение целесообразно использование метода фармако-экономического анализа. На основе метода *ABC*-анализа разработан алгоритм анализа расходов на льготное лекарственное обеспечение;

2. Анализ информационных систем медицинских организаций показал, что применение критериев МЭ в медицинских организациях не является совершенным и целесообразно их скорректировать. Разработан подход и методические рекомендации по применению критериев с разделением на дефекты рецептов и нарушения медицинских организаций, а также алгоритм учета и анализа результатов экспертиз;

3. С учетом необходимости проверки большого числа льготных рецептов, выписываемых в медицинских организациях, используя линейное программирование и игровую модель, предложена методика автоматизированного планирования МЭ обоснованности назначения ЛЛС для каждой медицинской организации в отдельности по месяцам;

4. Рассмотренный в работе метрический подход многомерного анализа данных позволил построить рейтинги муниципальных образований Краснодарского края по эффективности их деятельности в сфере обеспечения необходимыми лекарственными препаратами отдельных категорий граждан, исследовать их кластерную структуру;

5. Предложен подход по проектированию, определению экономической сущности задач, заключающийся в разбиении на функциональные модули подсистемы МЭК, которая реализована как программный комплекс, и подсистемы *ABC/VEN*-анализа, представленной в виде автономного приложения;

6. Предложена методика создания общей автоматизированной базы данных для существующих на территории края систем учета льготного лекарственного обеспечения. База данных может быть размещена в частном, защищенном и публичном облаке, что обеспечит доступ к информации через Интернет;

7. На основании анализа существующих методов к управлению льготным лекарственным обеспечением разработана методика и алгоритмы объединения существующих программ обслуживания льготных рецептов в единый программный продукт, которое позволит преодолеть недостатки фрагментарного решения автоматизации обеспечения льготными лекарствами;

8. В информационной системе льготного лекарственного обеспечения для защиты данных предложена методика идентификации угроз безопасности и, разработаны алгоритмы;

9. На основе предложенных методов и алгоритмов разработана СППР в виде информационной системы МЭ назначения ЛЛС, которая обеспечит автоматизированный анализ экспертиз, проведение фармако-экономического анализа и создание плана проверок лечебных учреждений;

10. Результаты диссертационного исследования внедрены в производственный процесс Краснодарского филиала открытого акционерного общества «Страховая медицинская организация «Сибирь» (с 2014 г. общество с ограниченной ответственностью «АльфаСтрахование-ОМС» Краснодарский филиал «Сибирь») и медицинского информационно-аналитического центра Краснодарского края.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ

Публикации в журналах, входящих в список рецензируемых изданий ВАК при Минобрнауки России

1. **Кошкарров А.А.** Анализ и синтез системы поддержки принятия решений при медико-экономическом контроле назначения льготных лекарств // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №05(119). С. 926 – 937.
2. **Кошкарров А.А.** Структурная адаптация федеральных требований к медицинским информационным системам на региональном уровне // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №05(119). С. 889 – 925.
3. **Кошкарров А.А.** Повышение эффективности автоматизированной экспертизы льготных рецептов и защиты информации // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №03(117). С. 315 – 325.
4. **Кошкарров А.А., С.В. Лысков, Халафян А.А.** Защита данных при их обработке в информационной системе льготного лекарственного обеспечения Краснодарского края // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2015. – Т.13, №10. – С.63-68.
5. **Кошкарров А.А., Халафян А.А., Семенов А.Б.** Концепция интеграции систем выдачи и обслуживания льготных рецептов на территории Краснодарского края // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №06(110). С. 608 – 631.
6. **Кошкарров А.А., Семенов А.Б.** ABC-анализ перечня лекарственных препаратов, выписанных льготной категории граждан федерального уровня ответственности, имеющих право на получение государственной социальной помощи на территории Краснодарского края // Фармакоэкономика. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология. Том 5, № 1, 2012 г. Международная медико-фармацевтическая научно-образовательная конференция «Мед-ФармИнновации – 2012»: С. 57.
7. **Халафян А.А., Кошкарров А.А.** Система управления базами данных льготного лекарственного обеспечения в Краснодарском крае с использованием облачных технологий // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №05(109). С. 451 – 467. – IDA [article ID]: 1091505026.
8. **Халафян А.А., Кошкарров А.А., Фабрицкая Е.Ю., Семенов А.Б.** Состав и структура системы поддержки принятия решений в сфере льготного лекарственного обеспечения // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №04(118). С. 1075 – 1085.
9. **Халафян А.А., Семенов А.Б., Кошкарров А.А.** Математические модели медико-экономического контроля назначения льготных лекарств // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №05(119). С. 877 – 888.

Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ

10. **Кошкарлов А.А.** Программный комплекс медико-экономического контроля назначения лекарственных средств (Medical Economic Control): Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016611447. Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. Зарегистрировано 02.02.2016.

11. **Кошкарлов А.А., Фабрицкая Е.Ю., Халафян А.А.** Автономное приложение для проведения ABC/VEN-анализа льготного потребления лекарственных препаратов: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. Зарегистрировано 09.02.2016.

Статьи в научных журналах и материалы конференций

12. **Бондарь В.Г., Кошкарлов А.А.** Автоматизация персонифицированного учета граждан, имеющих право на льготное обеспечение лекарственными препаратами и изделиями медицинского назначения за счет средств бюджета Краснодарского края // Материалы XVI всероссийской конференции «Информационные технологии в медицине». Официальный каталог. / М.: «Консэф», 2015. – С.25-26.

13. **Должкова Е.Ю., Кошкарлов А.А., Оськин А.Н.** Об интеграции единой системы учета льготного лекарственного обеспечения с медицинскими информационными системами // Тезисы докладов международного конгресса «Информационные технологии в медицине 2016» [Электронный ресурс]. – М.: «Консэф», 2016. – Режим доступа: <http://itm.consef.ru/dl/2016/08/16/ob-integratsii-edinoy-sistemy-ucheta-lgotnogo-lekarstvennogo-obespecheniya-s-meditsinskimi-informatsionnymi-sistemami.pdf>, 0,125 у.п.л.

14. **Иванов Е.О., Кошкарлов А.А.** Использование теории игр для повышения эффективности работы предприятия // Новые научно-исследовательские технологии: Матер. XVI регион. науч.-прак. конф. – Краснодар: ИнЭП, 2008. – с. 35-36.

15. **Кошкарлов А.А., Семенчин Е.А.** Оптимизация проводимого МЭК Краснодарским филиалом ОАО «СМО «Сибирь» // Инновационные подходы и перспективы развития научных исследований: Матер. XVII межвузов. науч.-прак. конф. – Краснодар: ИнЭП, 2009. – 208 с.: 67-68.

16. **Кошкарлов А.А., Сидоренко А.В., Сурженко Л.В.** Проектирование программных продуктов в системе ОНЛС // Инновационные подходы и перспективы развития научных исследований: Матер. XVII межвузов. науч.-прак. конф. – Краснодар: ИнЭП, 2009. – 208 с.: 69-70.

17. **Кошкарлов А.А., Семенчин Е.А.** Математическая модель планирования медико-экономического контроля обоснованности назначения лекарственных средств // Вестник студенческого научного общества факультета математики и компьютерных наук Кубанского государственного университета /Под редакцией Е.А. Семенчина. Вып. 1. Краснодар: Кубанский государственный университет, 2010. – 97 с.: 30-33.

18. **Кошкарлов А.А., Семенин А.В., Семенчин Е.А.** Автоматизация сбора данных методами CRM для проведения медико-экономического контроля при

защите прав застрахованных // Инновации в науке – путь к прогрессу: Матер. XVIII межвузов. науч.-практ. Конф. – Краснодар: ИнЭП, 2010. – 115 с.: 54-56.

19. **Кошкарров А.А., Семенчин Е.А.** Автоматизация процесса учёта результатов медико-экономического контроля обеспечения необходимыми лекарственными средствами // Инновации в науке – путь к прогрессу: Матер. XIX межвузов. науч.-практ. Конф. – Краснодар: ИнЭП, 2011. – 164 с.: 133-135.

20. **Кошкарров А.А.** ABC-анализ финансовых расходов на обеспечение лекарственными средствами в Краснодарском крае // Медицинская наука и здравоохранение: материалы IX научно-практической конференции молодых ученых и студентов юга России, г. Краснодар, 27-29 апреля 2011 г. / Под ред. В.П. Крылова. - Краснодар, 2011. – 231 с.: 158-160.

21. **Кошкарров А.А.** Применение информационных технологий в оптимизации бизнес-процессов отдела лекарственного обеспечения // Медицинская наука и здравоохранение: материалы X научно-практической конференции молодых ученых и студентов юга России, г. Краснодар, 25-27 апреля 2012 г. / Под ред. В.П. Крылова. - Краснодар, 2012. – 207 с.: 129-132.

22. **Кошкарров А.А.** Процессинговый центр льготного лекарственного обеспечения Краснодарского края // Материалы XVI Всероссийской конференции «Информационные технологии в медицине». Официальный каталог. / М.: «Консэф», 2015. – С.31-32.

23. **Кошкарров А.А., Халафян А.А., Фабрицкая Е.Ю.** Методы проектирования и разработки информационной системы медико-экономического контроля назначения лекарственных средств и подсистемы ABC/VEN-анализа // Медицинская наука и здравоохранение: материалы XIV научно-практической конференции молодых ученых и студентов юга России - Краснодар, 2016. – 150 с.: 141-142.

24. **Кошкарров А.А., Семенов А.Б.** Совершенствование алгоритмов электронной записи на прием к врачу // Тезисы докладов международного конгресса «Информационные технологии медицине 2016» [Электронный ресурс]. – М.: «Консэф», 2016. – Режим доступа: <http://itm.consef.ru/dl/2016/08/16/sovershenstvovanie-algoritmov-elektronnoy-zapisi-na-priem-k-vrachu.pdf>, 0,125 у.п.л.

25. **Кошкарров А.А.** ABC-анализ динамики расходования финансовых средств на обеспечение необходимыми лекарственными средствами в Краснодарском крае за первое полугодие 2010 – 2011 // Журнал научных статей Здоровье и образование в XXI веке. 2011. Т. 13. № 1. С. 26-28.

26. **Кошкарров А.А.** Поддержка принятия решений для задач медико-экономического контроля назначения лекарственных средств // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 4. – С.71-75.

27. **Лысков С.В., Кошкарров А.А.** Анализ технологии построения защищенного межсетевого взаимодействия с информационной системой льготного лекарственного обеспечения Краснодарского края // Материалы XVI Всероссийской конференции «Информационные технологии в медицине». Официальный каталог. / М.: «Консэф», 2015. – С.33-34.

28. **Лысков С.В., Кошкарров А.А., Кугаевский Д.Н.** Построение защищенной сети для автоматизированных систем управления лекарственным обеспечением населения // Тезисы докладов международного конгресса «Информационные технологии медицине 2016» [Электронный ресурс]. – М.: «Консэф», 2016. – Режим доступа: <http://itm.consef.ru/dl/2016/08/16/postroenie-zaschischennoy-seti-dlya-avtomatizirovannykh-sistem-upravleniya-lekarstvennym-obespecheniem-naseleniya.pdf>, 0,125 у.п.л.

29. **Мандрик М.Е., Халафян А.А., Тонян А.Г., Кошкарров А.А.** Автоматизация вычисления показателя клубочковой фильтрации // Медицинская наука и здравоохранение: материалы XIV научно-практической конференции молодых ученых и студентов юга России, г. Краснодар, 28-29 марта 2016 г. / Под ред. А.Н. Редько, О.Г. Компаниец, А.А. Басова. - Краснодар, 2016. – 150 с.: 143-145.

30. **Мандрик М.Е., Кошкарров А.А., Тонян А.Г., Халафян А.А.** Внедрение электронной формы вычисления скорости клубочковой фильтрации в медицинскую информационную систему // Тезисы докладов международного конгресса «Информационные технологии медицине 2016» [Электронный ресурс]. – М.: «Консэф», 2016. – Режим доступа: <http://itm.consef.ru/dl/2016/08/16/vnedrenie-elektronnoy-formy-vychisleniya-skorosti-klubochkovoy-filtratsii-v-meditsinskuuyu-informatsionnuuyu-sistemu.pdf>, 0,125 у.п.л.

31. **Оленева А.Д., Кошкарров А.А., Халафян А.А.** Медицинская информационная система "САМСОН" как инструментарий автоматизации статистической отчетности // Медицинская наука и здравоохранение: материалы XIV научно-практической конференции молодых ученых и студентов юга России - Краснодар, 2016. – 150 с.: 145-147.

32. **Оленева А.Д., Кошкарров А.А., Халафян А.А.** Программная инфраструктура разработки медицинских информационных систем на базе свободных программ // Тезисы докладов международного конгресса «Информационные технологии медицине 2016» [Электронный ресурс]. – М.: «Консэф», 2016. – Режим доступа: <http://itm.consef.ru/dl/2016/08/16/programmnyaya-infrastruktura-razrabotki-meditsinskikh-informatsionnykh-sistem-na-baze-svobodnykh-programm.pdf>, 0,125 у.п.л.

33. **Петренко О.И., Кошкарров А.А.** Автоматизация процесса ведения электронной медицинской карты на примере городской клинической больницы № 3 г. Краснодара // Прикладная математика XXI века: материалы XII объединенной науч. конф. студентов и аспирантов / под. ред. Ю.В. Кольцова. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2012. 97 с.: 86-88.

34. **Семенов А.Б., Кошкарров А.А.** О построении региональной системы управления медицинскими изображениями // Тезисы докладов международного конгресса «Информационные технологии медицине 2016» [Электронный ресурс]. – М.: «Консэф», 2016. – Режим доступа: <http://itm.consef.ru/dl/2016/08/16/o-postroenii-regionalnoy-sistemy-upravleniya-meditsinskimi-izobrazheniyami.pdf>, 0,125 у.п.л.

35. **Халафян А.А., Кошкарров А.А., Фабрицкая Е.Ю.** Система поддержки принятия решений на основе ABC/VEN-анализа льготного потребления ле-

карственных препаратов // *Фундаментальные исследования*. – 2016. – № 4. – С. 323-327.

36. Халафян А.А., Кошкарлов А.А., Пелипенко Е.Ю. Сравнительная оценка эффективности вузов методами классификационного анализа // *Фундаментальные исследования*. 2016. № 5. С. 58-64.

37. Халафян А.А., Кошкарлов А.А., Семенов А.Б. Построение рейтинга медицинских страховых компаний методом иерархической классификации // *Врач и информационные технологии*. – 2016. – №5. – С. 56-68.

38. Халафян А.А., Кошкарлов А.А., Семенов А.Б. Интегральная оценка эффективности деятельности страховых медицинских организаций в регионах (на примере ООО «АльфаСтрахование-ОМС») // Тезисы докладов международного конгресса «Информационные технологии медицине 2016» [Электронный ресурс]. – М.: «Консэф», 2016. – Режим доступа: <http://itm.consef.ru/dl/2016/08/16/integralnaya-otsenka-effektivnosti-deyatelnosti-strakhovykh-meditsinskikh-organizatsiy-v-regionakh.pdf>, 0,125 у.п.л.

Личный вклад автора в опубликованных в соавторстве работах: в [4] – разработка процессов определения актуальных угроз безопасности персональных данных; [5, 13, 28, 31 – 34] – обзор систем, разработка методики их интеграции; [6] – проведение ABC-анализа перечня лекарственных препаратов; [7, 8, 11, 23, 35] – проектирование единой базы данных в сфере обеспечения необходимыми лекарственными препаратами, разработка запросов *T-SQL* на выборку данных; [9, 17] – решение задачи линейного программирования; [12] – описание участников информационного взаимодействия, предложены методы автоматизированной обработки; [14 – 17] – создание игровой модели организации и проведения медико-экономического контроля; [16] – анализ автоматизированной экспертизы реестров рецептов; [18] – применение методов *CRM* для сбора данных; [19] – разработка программных модулей для учета результатов медико-экономического контроля; [24] – разработка алгоритма электронной записи; [27, 28] – предложены мероприятия по защищенному межсетевому взаимодействию медицинских и аптечных организаций; [29, 30] – разработка интерфейса для программы, вычисляющей показатель скорости клубочковой фильтрации почек; [36 – 38] – проведение математических экспериментов для ранжирования объектов и построения рейтингов.

Диссертация посвящена памяти профессора, доктора физико-математических наук Семенчина Евгения Андреевича (1952-2014) и начальника отдела лекарственного обеспечения Краснодарского филиала ОАО СМО «Сибирь» Грошевой (Коммодовой) Маргариты Геннадьевны (1958-2012).