

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

**ТРУДЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ**

ЧАСТЬ 2



Воронеж 2017

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический
университет»

РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ
СИСТЕМЫ**

**ТРУДЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ**

(г. Воронеж, 12-13 декабря 2017 г.)

Часть 2

Воронеж 2017

УДК 681.518(06)

ББК – 32.97:74.58-26.253Я4

И 73 Интеллектуальные информационные системы: труды Всерос. конф. с международным участием. Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2017. Ч.2. 191 с.

ISBN 978-5-7731-0564-0 978-5-7731-0566-4 (Ч.2)

В трудах нашли отражение вопросы моделирования, оптимизации проектирования интеллектуальных информационных систем, использования информационных технологий в образовании, экономике, технике, биомедицинских системах, здравоохранении и экологии.

Опубликованные материалы соответствуют научному направлению «Интеллектуальные информационные системы» и Перечню критических технологий Российской Федерации, утвержденному Президентом Российской Федерации.

Конференция проводится при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 17-07-20593.

Редакционная коллегия:

- | | |
|-----------------|---|
| Я.Е. Львович | - заслуженный деятель науки РФ,
д-р техн. наук, проф. (Воронеж)
- ответственный редактор; |
| С.Л. Подвальный | - заслуженный деятель науки РФ,
д-р техн. наук, проф. (Воронеж); |
| О.В. Родионов | - д-р техн. наук, проф. (Воронеж); |
| В.А. Зернов | - д-р техн. наук, проф. (Москва); |
| И.Я. Львович | - д-р техн. наук, проф. (Воронеж); |
| М.В. Фролов | - д-р мед. наук, проф. (Воронеж); |
| Б.Я. Советов | - заслуженный деятель науки и техники РФ,
д-р техн. наук, проф. (Санкт-Петербург); |
| Ю.С. Сахаров | - д-р техн. наук, проф. (Москва); |
| Н.А. Селезнева | - д-р техн. наук, проф. (Москва); |
| Е.Н. Коровин | - д-р техн. наук, проф. (Воронеж); |
| Б.Н. Тишуков | - ответственный секретарь (Воронеж) |

Рецензенты: кафедра вычислительной математики и прикладных информационных технологий Воронежского государственного университета (зав. кафедрой д-р техн. наук, проф. Т.М. Леденёва); д-р техн. наук, проф. В.Ф. Барабанов

ISBN 978-5-7731-0564-0

© Коллектив авторов, 2017

978-5-7731-0566-4 (Ч.2) © ФГБОУВО «Воронежский государственный технический университет», 2017

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях развитие информационных технологий и систем все в большей степени определяется их интеллектуализацией. Интеллектуальные информационные технологии — одна из наиболее перспективных и быстро развивающихся научных и прикладных областей информатики, в рамках которой разрабатываются модели и методы решения слабо формализуемых задач.

В трудах представлены материалы, затрагивающие вопросы повышения эффективности производственных, экономических, образовательных, биомедицинских систем на основе использования современных технологий, интеллектуальной поддержки принятия решений, формализации экспертной информации, создания учебно-исследовательских систем, теории моделирования и оптимизации.

Сборник полезен специалистам, аспирантам, студентам, деятельность которых связана с решением практических задач в области информатики, кибернетики, применением информационных систем и технологий в технике, образовании, экономике и медицине.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОНОМИКЕ И УПРАВЛЕНИИ

УДК 519.176

И.А. Котенко, А.П. Котенко

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОРОДСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ КОНЕЧНЫМИ АВТОМАТАМИ

Проблемы транспортных потоков в современном городе выдвигают задачу управления пропускными способностями магистралей (реверсивные полосы, организация одностороннего движения, изменения правил дорожного движения и др.). Математическое моделирование позволяет проверить эффективность новаций, предложить новые подходы в организации движения. Например, имитационное моделирование с помощью конечных автоматов не требует значительных расходов, хотя охватывает все критические варианты развития транспортной сети [1]. Представим потоки транспорта между узловыми точками города как систему массового обслуживания (СМО), состоящей из подсистем, образованных различными каналами обслуживания. [2]

При параллельном соединении неразличимых каналов обслуживания (имеющих одинаковую пропускную способность и общую очередь) оргграф состояний СМО будет линейным графом процесса гибели и размножения. Последовательное соединение неразличимых каналов имеет такой же вид за исключением разметки дуг, отвечающих за переход заявки из предыдущей подсистемы к следующей [1]. Однако учёт более жизненной различимости каналов приводит к значительному усложнению топологии графа состояний составной СМО. [3]

Пусть подсистемы ПС₁ и ПС₂, состоящие соответственно из n_1 и n_2 каналов обслуживания, неразличимых внутри своей подсистемы, соединены параллельно. Такую СМО представим узлами прямоугольной $n_1 \times n_2$ -решётки с горизонтальными либо вертикальными размеченными дугами переходов. Их разметка определяется как пропускными способностями каналов подсистем ПС₁ и ПС₂, так и диспетчеризацией входящих заявок данной СМО между подсистемами. Аналогично строится граф состояний СМО из большего числа параллельно соединённых подсистем.

С другой стороны, последовательное соединение подсистем $ПС_1$ и $ПС_2$, состоящих соответственно из n_1 и n_2 каналов, неразличимых внутри своей подсистемы, имеет вид СМО так же представимы прямоугольной решёткой с n_1 строками и n_2 столбцами. Однако теперь ряд дуг, отвечающих за переход заявки между подсистемами $ПС_1$ и $ПС_2$, направлен по диагонали соответствующей клетки [1]. Разметка дуг оргграфа состояний СМО вновь зависит от пропускной способности каналов подсистем $ПС_1$ и $ПС_2$. Кроме того, на неё влияет вероятность отказа в подсистеме $ПС_1$. С другой стороны, отпадает необходимость в диспетчеризации входящих заявок данной СМО. Аналогично строится граф состояний СМО, образованной *большим* числом последовательно соединённых подсистем.

Сочетание параллельного и последовательного соединения подсистем, состоящих из неразличимых каналов, позволяет представить практически любую СМО стандартным образом и упростить анализ её свойств.

Булевы функции, реализующие канонические уравнения перехода конечного автомата, позволяют имитировать СМО при разнообразных сочетаниях параметров входных потоков и получить статистически значимые оценки предельных вероятностей состояний СМО. Особый интерес представляет подбор диспетчеризации входных заявок, необходимой при наличии различных каналов обслуживания, соединённых параллельно, для учёта самых разнообразных критериев оптимизации транспортных потоков.

Таким образом, появляется возможность имитационного моделирования транспортных потоков с помощью известных приёмов теории конечных автоматов [3].

Литература

1. Котенко, И.А. Имитационное моделирование потоков городского транспорта методами конечных автоматов [Текст] / И.А. Котенко, М.С. Бобков, М.С. Щербаков / «Математическое моделирование и краевые задачи». Труды X Всероссийской научной конф., ч.2. – Самара: Изд-во СамГТУ. – 2016. – С. 124-126.

2. Котенко, А.П. Аналитическое описание систем массового обслуживания с использованием колец вычетов [Текст] / А.П. Котенко, М.Б. Букаренко / «Математическое моделирование и

краевые задачи». Труды VII Всероссийской научной конференции. Ч.2. – Самара: Изд-во СамГТУ. – 2010. – С. 136-139.

3. Котенко, А.П. Система массового обслуживания с различными каналами как конечный автомат [Текст] / А.П. Котенко, М.Б. Букаренко // Вестник СамГТУ Серия «Физ.-мат. науки». – 2012. – № 3(28). – С. 114-124.

Самарский государственный технический университет

УДК 681.3

А.И. Станкевич

РАЗРАБОТКА WEB-СЕРВИСА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ АТТЕСТАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Аттестация информационных систем (ИС) по требованиям безопасности информации обязательна [1] для государственных информационных систем, а также для информационных систем персональных данных, в случае отнесения персональных данных к государственному информационному ресурсу.

Процессы аттестации ИС на данный момент выполняются ручными методами, а именно путем заполнения анкет на бумажных носителях, общения со специалистами информационной безопасности (ИБ) [2], составления перечня необходимых документов, выявление класса/уровня защищенности, а также подбор сертифицированных средств защиты информации (СЗИ), подходящих под требования и законодательные акты. Выполнение таких работ занимает значительное время. СЗИ имеют сертификаты соответствия, срок действия которых ограничен. По причине отсутствия системы уведомления об истечении сроков действия сертификатов, часто возникают ситуации использования несертифицированных СЗИ в ИС.

В настоящее время не существует программного обеспечения в полной мере реализующего автоматизацию процессов аттестации.

Предлагаемое решение позволит систематизировать требования, выдвигаемые ИС, автоматизировать деятельность отдела аттестации, при этом достаточно будет всего лишь ввести данные, полученные в ходе предпроектного обследования, для получения всех необходимых документов, а также для формирования рекомендуемых и обязательных мер по обеспечению безопасности ИС.

Непосредственно для более качественного и рационального проектирования системы защиты информации формируется список подходящих СЗИ с соответствующими настройками.

Реализуемый сервис представляет собой web-сайт. Сайт разрабатывается на языке программирования Python с использованием библиотеки Django, а также с применением HTML, CSS, MySQL.

Для работы с системой пользователю будет необходимо пройти регистрацию и аутентификацию. Пользователи регистрируются в двух ролях – заказчика и специалиста ИБ.

Для заказчика доступно анкетирование, где он может ввести все требуемые данные для аттестации ИС. Также, помимо анкетирования, будет реализован мониторинг процессов аттестации.

В кабинете специалиста ИБ функционал более широкий. Сотрудник имеет доступ к результатам анкетирования заказчика. На их основе будет формироваться предварительное коммерческое предложение. Если клиент согласен продолжить работу с компанией, то он должен оплатить предоставляемые услуги. Таким образом, работа с web-сервисом условно-бесплатная: для привлечения клиентов и апробации продукт используется на бесплатной основе, но для продолжения работы необходима оплата.

Далее формируется портфель документов и рекомендуемые меры с подходящими СЗИ, а также настройки СЗИ в соответствии с классом/уровнем защищенности. Вдобавок будет встроена система автоматического уведомления об истечении срока действия сертификатов соответствия СЗИ.

Web-сервис используется в компании ООО “Системы информационной безопасности” в тестовом варианте. Таким образом, после долгосрочного использования сервиса, будут заключаться партнерские отношения с другими компаниями, занимающимися аттестацией ИС, для предоставления доступа к нему.

Литература

1. Приказ ФСТЭК России N 21. Об утверждении Состав и содержания организационных и технических мер по обеспечению безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных. – Введ. 18.02.2013. – М.: ФСТЭК России, 2013.

2. Васильев Р.В. Методика проведения аттестации информационной системы по требованиям защиты персональных данных [Электронный ресурс] // Информационная безопасность: электрон. науч.-техн. журн. – № 5. – 2011. – URL: <http://www.itsec.ru/articles2/byupub/insec-5-2011> (дата обращения: 05.10.2016).

Новосибирский государственный технический университет

УДК 004.42

С.А. Олейникова

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ДЛЯ МНОГОСТАДИЙНЫХ ОБСЛУЖИВАЮЩИХ СИСТЕМ

Рассматривается задача автоматизации процесса календарного планирования в системах, отличительной особенностью которых является наличие нескольких обслуживающих центров, взаимная зависимость работ, необходимых для выполнения заявки, а также их случайная длительность. На вход поступают заявки, требующие выполнения заданного множества взаимно-зависимых работ со случайным временем исполнения. Целью является разработка системы календарного планирования, которая является основой программного комплекса, предназначенного для автоматизации управления сложными многостадийными системами. Подробное математическое описание исследуемых систем и соответствующая оптимизационная задача приведены в [1]. Отметим основные особенности, которые необходимо учесть при разработке программного средства:

- взаимная зависимость между работами;
- наличие ресурсного критерия, а также временных и ресурсных ограничений (что обуславливает разработку новых специализированных алгоритмов с возвратом, ориентированных на решения задач календарного планирования и позволяющих в случае нарушения временных ограничений изменить выбранное решение);
- наличие существующего графика работы системы к моменту прихода заявки, который влияет на занятость ресурсов.

В [2] были сформулированы требования к разрабатываемому программному продукту, а также представлена структура программного средства. В частности, отмечено, что система календарного планирования будет содержать три основные подсистемы: подсистему предварительного планирования, подсистему оптимизации и подсистему коррекции расписания.

На вход подсистемы предварительного планирования поступает информация о заявке (множество работ, время, необходимое для выполнения каждой из них и т.д.). Основным назначением подсистемы является определение основных характеристик работ для последующего планирования (раннего и позднего времени начала работ и их резерва). Эти данные (совместно с некоторыми дополнительными сведениями о заявке, а также имеющимся расписании) являются исходными для работы системы оптимизации. Главной ее целью является формирование план-графика обслуживания поступившей заявки с учетом ограничений на время выполнения T и на ресурсы $R=(R_1, \dots, R_k)$ таким образом, чтобы отклонение запланированного объема ресурсов каждого типа от заданного пользователем эталонного значения было минимальным. Для этого был разработан целый комплекс алгоритмов, представленных в [3]. К основным из них можно отнести следующие:

- определение множества работ, которые будут выполнены в данное время $t_{нач}$;
- оценка критического времени выполнения заявки;
- определение оптимального времени для возврата;
- возврат на заданный предыдущий этап планирования с целью переопределения времени начала работ.

Для реализации данных алгоритмов было разработано множество вспомогательных подпрограмм, таких как функция, позволяющая количественно оценить эффективность выбора времени выбора работы, целевая функция, комплекс эвристик, лежащих в основе алгоритма планирования и целый ряд других процедур и функций. Результатом работы подсистемы является время начала каждой работы, необходимой для обслуживания заявки, с точки зрения ресурсного критерия.

Целью подсистемы коррекции является возможность внесения изменений в разработанный план-график. Эти изменения вносятся вручную, поэтому основные подпрограммы подсистемы реализуют разные элементы пользовательского интерфейса.

На основе этой структуры был разработан спектр программных комплексов, позволяющий разрабатывать приложения для оптимизации функционирования различных обслуживающих и производственных систем со стохастическими параметрами взаимно-зависимых работ. В частности, исследованию подлежали следующие направления и отрасли: вагоноремонтные производства (на примере Воронежского вагоноремонтного завода); медицинские учреждения (на примере МУЗ Хохольская ЦРБ и БУЗВО ВОККВД); строительные компании (на примере ООО УК «Жилпроект», ОАО «Воронежтрубопроводстрой») и др.

Одним из несомненных достоинств разработанного программного обеспечения и базы данных является то, что его внедрение в новую предметную область требует внесения лишь минимальных изменений.

Ввод сведений о новой заявке осуществлялся путем определения множества зависимых работ, а также срока их завершения. С учетом уже существующего в базе расписания для обслуживания других заявок, используя описанные выше алгоритмы, система выдает время начала каждой работы. На рисунке приведены результаты работы системы для строительных компаний.

№ п/п	Наименование работы	Дата начала план	Дата окончания план
1	Разметка площадки под строительство	07.04.2014	09.04.2014
2	Устройство временных зданий и сооружений	09.04.2014	11.04.2014
3	Устройство временного водопровода	11.04.2014	15.04.2014
4	Устройство временной канализации	11.04.2014	16.04.2014
5	Ограждение площадки	16.04.2014	18.04.2014
6	Устройство временных электросетей	14.04.2014	17.04.2014
7	Устройство временных дорог	16.04.2014	18.04.2014
8	Устройство слаботоковых сетей	14.04.2014	18.04.2014
9	Планировка площадей бульдозером	21.04.2014	22.04.2014
11	Разработка грунта с погрузкой на самосвалы экскаваторами	22.04.2014	28.04.2014
12	Перевозка грунта самосвалами	22.04.2014	28.04.2014
13	Засыпка траншей и котлованов бульдозерами	28.04.2014	29.04.2014
14	Уплотнение грунта пневматическими трамбовками	29.04.2014	30.04.2014
15	Засыпка вручную траншей, пазух котлованов	05.05.2014	07.05.2014
16	Обустройство опалубка	08.05.2014	13.05.2014

Реализация системы календарного планирования для строительных компаний

Эффект от внедрения заключается в оптимизации процесса планирования за счет использования более точных оценок (в среднем на 3,5 %) и применения эвристических методов с использованием

ресурсного критерия оптимальности, что привело к уменьшению случаев запаздывания при сдаче готовых проектов.

Целью работы являлась разработка системы календарного планирования - составной части программного комплекса для оптимизации функционирования многостадийных обслуживающих систем со стохастическими параметрами. В результате проанализированы особенности системы, что позволило сформулировать требования к разрабатываемому приложению, определена структура программной системы, а также представлены результаты реализации.

Применение данного программного комплекса позволит не только существенно сократить время, затрачиваемое на формирование графика обслуживания заявок, но и повысит качество предлагаемого расписания за счет использования более точных оценок стохастических параметров системы. Он может быть использован для оптимизации функционирования любых систем, особенностью которых являются наличие нескольких центров, случайная длительность выполнения отдельных работ, а также наличие временных и ресурсных ограничений.

Литература

1. Олейникова С. А. Математическая модель и оптимизационная задача составления расписания для мультипроектной системы с временными и ресурсными ограничениями и критерием равномерной загрузки // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2013. - Т9. - № 6-3. - С. 58-61.

2. Олейникова С. А., Краец О.Я. Структура программного комплекса для оптимизации функционирования сложных обслуживающих систем со стохастическими параметрами // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия Естественные и технические науки. – 2015. - №12. – С.84 – 89.

3. Олейникова С.А. Численные методы оптимизации планирования сложных проектов при наличии временных и ресурсных ограничений и обобщенного ресурсного критерия // Программные системы и вычислительные методы, 2015. - № 4. - С.414-427. DOI: 10.7256/2305-6061.2015.4.17573.

Воронежский государственный технический университет

СТРУКТУРА ХРАНИЛИЩА ДАННЫХ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ

SAP BW поддерживает оперативную аналитическую обработку (OLAP) для стейджинга информации из больших объемов оперативных и исторических данных. Технология OLAP позволяет получать многомерные аналитические отчеты согласно различным бизнес-перспективам.

Подсистема формирования отчетности должна аккумулировать информацию всех подразделений, входящих в предприятие или группу компаний, и всех функциональных подсистем SAP ERP, действующих на момент внедрения. Система формирования отчетности подразделяется на следующие составные части: анализ бизнес процессов, создание хранилища данных, создание отчета. На рисунке 1 показана декомпозиция системы формирования отчетности.

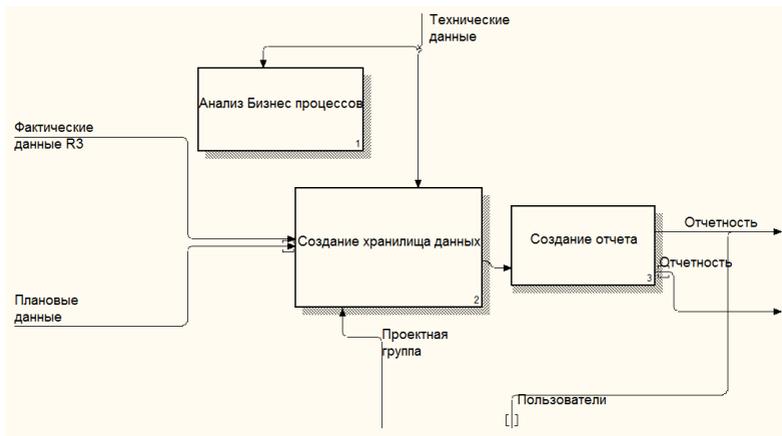


Рис. 1. Декомпозиция контекстной диаграммы

Процесс создание хранилища данных в свою очередь делится на следующие составные части: создание экстрактора данных, выбор объектов хранилища данных, создание иерархии объектов хранилища,

создание цепочек загрузки данных и создание заданий. Данные действия осуществляются проектной группой консультантов и разработчиков.

На рисунке 2 представлена декомпозиция создания хранилища данных.

Информационная модель SAP BW основывается на фундаментальном структурном блоке, который называется инфо-объектом. Инфо-объекты содержат данные о клиентах, заказе клиента и т.д. Они также являются носителями метаданных, которые описывают данные, содержащиеся в инфо-объекте, такие как их происхождение, история и технические свойства (рисунок 3).

Метаданные играют фундаментальную роль в преобразовании данных в информацию. В этом процессе метаданные предоставляют контекст и понимание того, каким образом соединены разные элементы данных. Для создания полезной бизнес-информации к комбинации данных и метаданных применяются бизнес-правила. Информационная модель SAP BW предоставляет последовательные и интегрированные метаданные для всех объектов по всему процессу хранения данных [1].

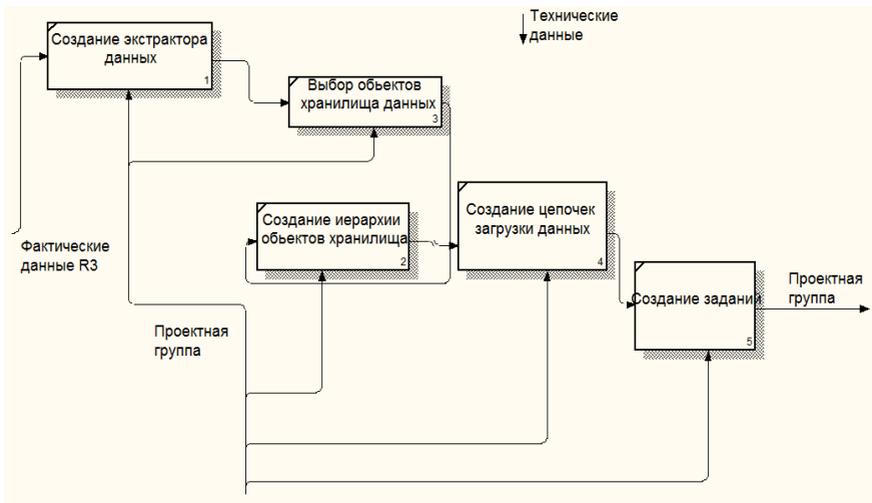


Рис. 2. Декомпозиция создания хранилища данных

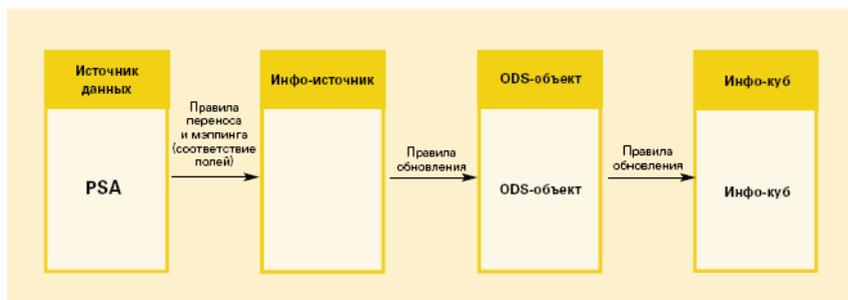


Рис. 3. Информационная модель SAP BW

Хранилище данных является относительно статичным. Оно спроектировано для оптимизации запросов на крупные объемы исторических и агрегированных данных, для поддержания в основном стратегического, а не оперативного процесса принятия решений.

Хранилище операционных данных, с другой стороны, спроектировано для поддержки большого количества запросов на небольшие объемы данных, которые часто обновляются. Оно хранит подробные данные и поддерживает процесс ежедневного принятия решений на тактическом уровне. Точные определения хранилища операционных данных бывают разными, но SAP рассматривает его как информационную среду "почти" реального времени, которая поддерживает оперативную отчетность, взаимодействуя с существующими операционными системами, хранилищами данных или аналитическими приложениями.

Литература

1. Kimbal R. The Data Warehouse Toolkit: Practical Techniques for Building Dimensional Data Warehouses. John Willey&Sons, 1996. – 248 с.
2. Спирли Э. Корпоративные хранилища данных. Планирование, разработка, реализация. Том.1: Пер. с англ. // М.: Вильямс, 2001. – 480 с.

Воронежский государственный технический университет

ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВУЗА ЗА СЧЕТ УЛУЧШЕНИЯ ПОЗИЦИИ В РЕЙТИНГЕ

В последнее время в международном образовательном пространстве всю большую значимость приобретают системы рейтингового оценивания деятельности университетов [1]. В настоящее время формируется платформа национального рейтинга для российских вузов [2], задачей которого является повышение конкурентоспособности как внутри страны, так и в мире с возможностью определения слабых и сильных сторон в продвижении на более высокие позиции.

Поскольку в данных рейтинга агрегируется информация по f_{ijk} значениям показателя эффективности по разным направлениям деятельности университета (i – индекс, характеризующий множество вузов, участвующих в рейтинговании, $i = \overline{1, I}$, j_k – номер показателя по k -му направлению деятельности, $j_k = \overline{1, J_k}$, $k = \overline{1, K}$) и его итогом являются ранги, присвоенные вузам по интегральной оценке $r_j = \overline{1, R}$, возникает возможность анализа положения i -й образовательной организации на рейтинговой шкале и принятия управленческих решений по созданию условий изменения значений ранга r_i в направлении r_i - t , $t = \overline{1, T}$ – дискретный набор целых чисел, характеризующих продвижение на более высокую позицию.

С целью реализации выбора предполагается использовать многоэтапную процедуру, базирующуюся на совмещении экспертной и формализованной информации [3].

Этап 1. Экспертная оценка целесообразного числа позиций t^* повышения рейтинга r_i .

Рассматриваются наборы f_{ij}^t для всех $t = \overline{1, T}$, наборы отклонений $\Delta f_{ij}^t = f_{ij}^t(r_i - t) - f_{ij}^t(r_i)$ и на основе этой информации эксперт выбирает целесообразное число позиций t^* , исходя из анализа условий развития вуза, позволяющих компенсировать отклонения

Δf_{ij}^t . Предполагается, что при достижении в течение следующего календарного периода значений показателей $f_{ij}^{t^*}(r_i - t^*)$ и сохранении значений остальных показателей на уровне $f_{ij}^t(r_i)$, обеспечивается возможность перехода на более высокую позицию в рейтинге.

Этап 2. Ранжирование показателей, входящих в набор $f_{ij}^{t^*}$, и вероятностная интерпретация рангов.

Обозначим показатели, входящие в набор $f_{ij}^{t^*}$ индексами $m = \overline{1, M}$. Проведем экспертное априорное ранжирование [4] показателей f_m , $m = \overline{1, M}$ по степени их значимости для перехода на более высокую позицию при ограниченных ресурсах на развитии вуза. В результате получим величины рангов a_m , $m = \overline{1, M}$. При вероятностной интерпретации ранговой оценки будем учитывать, что наиболее значимому показателю соответствует наименьшее дискретное значение величины ранга. Исходя из этого, получим следующее распределение случайной величина, характеризующей номера показателей, $m = \overline{1, M}$:

$$P_m^y = \frac{1/a_m}{\sum_{m=1}^M 1/a_m}, \quad m = \overline{1, M}, \quad \sum_{m=1}^M P_m^y = 1. \quad (1)$$

Для вероятностной интерпретации результатов ранжирования недостаточно иметь только распределение (1), требуется установить, с какой вероятностью эксперт выбирает влияние на переход на более высокую позицию в рейтинге показателе f_m , то есть $P^3(f_m)$. Если величина $P^3(f_m) < 0.5$, то влияние менее достаточное, при $P^3(f_m) > 0.5$ – более достаточное.

Этап 3. Формирование оптимизационной модели и ее погружение в рандомизированную среду.

С учетом этого, что выбор большего числа показателей, по которым необходимо компенсировать отклонения $\Delta f_{ij}^{t^*}$, предполагаем привлечение большего объема ресурсного обеспечения, их число необходимо минимизировать, сохранив не менее одного по каждому из направлений деятельности. Такому разбиению множества

показателей на две группы соответствует следующая модель многоальтернативной оптимизации [5]:

$$\sum_{m=1}^M x_m \rightarrow \min, \quad (2)$$

$$\sum_{m=1}^M C_{mk} x_m \geq 1, \quad k = \overline{1, K},$$

$$x_m = \begin{cases} 1, & m = \overline{1, M}, \\ 0, & \end{cases}$$

где x_m – альтернативные переменные,

$$x_m = \begin{cases} 1, & \text{если показатель } f_m \text{ используется для перехода на} \\ & \text{более высокую позицию в рейтинге,} \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases}$$

C_{mk} - булевый коэффициент,

$$C_{mk} = \begin{cases} 1, & \text{если показатель } f_m \text{ относится к } k\text{-му направлению,} \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases}$$

Ориентируясь на вероятностную интерпретацию экспертных оценок на этапе 2, их интеграция с решением оптимизационной задачи (2) требует ее погружения в адекватную вероятностным характеристикам P_m^y и $P^o(f_m)$ рандомизированную среду [3].

Эксперт рассматривает варианты, характеризующиеся наибольшими значениями вероятностей, и принимает окончательное решение о выборе набора показателей, которые будут использованы в течение очередного календарного периода как ключевые для перехода вуза на более высокую позицию в рейтинге.

Литература

1. Зернов В.А. Оптимизация развития негосударственного сектора высшего образования на основе результатов мониторингово-рейтингового оценивания [Текст] / В.А. Зернов, Я.Е. Львович, С.О. Сорокин // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Проблемы высшего образования. – 2014. - № 4. – С. 22-26.
2. Зернов В.А. Конкурентоспособность отечественной системы высшего образования [Текст] / В.А. Зернов // Проблемы теории и практики управления. – 2014. - № 4. – С. 36-40.
3. Львович Я.Е. Принятие решений в экспертно-виртуальной среде / Я.Е. Львович, И.Я. Львович. – Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2010. – 140 с.
4. Львович И.Я. Информационные технологии моделирования и оптимизации: краткая теория и приложения / И.Я. Львович, Я.Е. Львович, В.Н. Фролов. – Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2016. – 444 с.
5. Львович Я.Е. Многоальтернативная оптимизация: теория и приложения / Я.Е. Львович. – Воронеж: ИД «Кварта», 2006. – 426 с.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

УДК 519.874

М.Х. Прилуцкий, У.С. Колосовская

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСОВ В ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ С ГОРИЗОНТАЛЬНЫМИ СВЯЗЯМИ

В условиях острого дефицита ресурсов первоочередное значение приобретает задача их рационального распределения. Особое место среди прикладных задач занимают задачи распределения ограниченных ресурсов в иерархических системах [1-5]. «Иерархичность» системы выражается в характере связей между составляющими систему элементами: для каждого элемента имеются предшествующие ему (кроме элементов первого уровня) и последующие для него элементы (кроме элементов последнего уровня иерархии). Такие связи будем называть «вертикальными». В общем случае, ограничения на суммарные объёмы распределяемого ресурса отражают наличие вертикальных связей в системе. В работах [1-4]

рассматриваются задачи распределения ресурсов с вертикальными связями. Существуют также задачи распределения ресурсов, в которых кроме «вертикальных связей», имеются также «горизонтальные» связи – связи между элементами одного уровня иерархии. Такие задачи подробно рассмотрены в работе [5]. Наличие горизонтальных связей в системе означает, что объём ресурса, распределённый некоторому элементу системы, зависит от объёма ресурса, распределённого другому элементу этого же уровня иерархии. В отличие от [5], здесь мы будем рассматривать задачи распределения ресурсов, в которых присутствуют только горизонтальные связи. В качестве примера такой задачи рассмотрим динамическую (функционирование системы осуществляется по тактам) транспортную задачу с промежуточными пунктами.

Пусть I – множество номеров пунктов производства, J – множество номеров складских помещений (промежуточных пунктов), K – множество номеров пунктов потребления, T – множество номеров тактов функционирования системы. Полагается, что продукция может быть перевезена из пункта производства в пункт потребления только через промежуточные пункты. Предполагается, что функционирование системы целиком зависит от потребностей пунктов потребления по тактам планирования: пункты производства выпустят столько продукции, сколько потребуется и договора аренды складских помещений могут быть заключены для хранения продукции в любом нужном объёме. Известны следующие требования к функционированию системы:

– каждый пункт производства в следующий такт планирования не может произвести продукции меньше, чем в предыдущий такт (*условия 1*);

– в силу условий договоров аренды, заключённых для каждого из складских помещений, на каждый склад в следующий такт планирования нельзя «поместить» груза больше, чем в предыдущий такт (*условия 2*);

– в силу условий ранее заключённых договоров на поставку продукции в пункты потребления, каждый пункт потребления в следующий такт планирования не может получить продукции меньше, чем в предыдущий такт (*условия 3*).

Тогда формально задача может быть поставлена как задача определения таких величин x_{ijkt} (количество продукта, которое будет перевезено из пункта производства i через промежуточный пункт j

потребителю k в такт планирования t , $i \in I$, $j \in J$, $k \in K$, $t \in T$, для которых выполняются ограничения:

$$\sum_{j \in J} \sum_{k \in K} x_{ijk_{t+1}} \geq \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} x_{ijk_t}, \quad i \in I, t \in T \setminus \{t_{|T|}\}, \quad (1)$$

(услови 1 функционирования системы)

$$\sum_{i \in I} \sum_{k \in K} x_{ijk_t} \geq \sum_{i \in I} \sum_{k \in K} x_{ijk_{t+1}}, \quad j \in J, t \in T \setminus \{t_{|T|}\}, \quad (2)$$

(условия 2 функционирования системы)

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} x_{ijk_{t+1}} \geq \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} x_{ijk_t}, \quad k \in K, t \in T \setminus \{t_{|T|}\}, \quad (3)$$

(условия 3 функционирования системы)

$$x_{ijk_t} \geq 0, \quad i \in I, j \in J, k \in K, t \in T \quad (4)$$

(естественные условия на переменные). Отметим, что здесь ограничения (1)-(3) отражают наличие горизонтальных связей в транспортной системе.

При постановке задач распределения ресурсов обычно задаются директивные показатели, к достижению определённых значений которых необходимо стремиться. Пусть заданы величины A_{kt} – планы потребления продукции по тактам планирования, причем $A_{kt} \leq A_{k_{t+1}}$ – в каждый следующий такт планирования пункты потребления не могут получить продукции меньше, чем в предыдущий такт, $k \in K$, $t \in T \setminus \{t_{|T|}\}$. Пусть, как и в [1], заданы

функции $f_{kt} \left(\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} x_{ijk_t}, A_{kt} \right)$, неотрицательные по обе стороны от

величины A_{kt} , и при $\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} x_{ijk_t} = A_{kt}$ принимающие нулевые значения,

$k \in K$, $t \in T$. Эти функции являются функциями оценок отклонений объемов выполняемых работ от заданных величин A_{kt} , $k \in K$, $t \in T$. Тогда, задача распределения ресурса в транспортных системах с горизонтальными связями заключается в определении такого допустимого решения системы (1)-(4), при котором функции отклонений принимают минимальные значения:

$$f_{kt} \left(\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} x_{ijkt}, A_{kt} \right) \rightarrow \min, k \in K, t \in T \quad (5).$$

Функции критериев будем задавать в виде кусочно-постоянных функций, которые разбивают множество величин отклонений по каждому критерию на области качества отклонений. Будем считать, что функции, определяющие критерии оптимальности, имеют одинаковую область значений, равную множеству целых чисел от 0 до p (0 – «превосходно», 1 – «отлично», 2 – «очень хорошо», и т.д., p – «удовлетворительно»). Тогда функции отклонений имеют вид

$$f_{kt} \left(\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} x_{ijkt}, s_{kt}^0, s_{kt}^1, s_{kt}^2, \dots, s_{kt}^p \right), \text{ и определены на множестве } s_{kt}^p, \text{ со}$$

значениями из множества $\{0, 1, 2, \dots, p\}$, где $s_{kt}^v, v \in \{0, 1, \dots, p\}$ – совокупность вложенных друг в друга интервалов, $s_{kt}^v \subseteq s_{kt}^{v+1}, v \in \{0, 1, \dots, p-1\}$, определяемых следующим образом:

$s_{kt}^v = [A_{kt} - \varepsilon_{kt}^v, A_{kt} + \varepsilon_{kt}^v], v \in \{0, 1, \dots, p\}$, где $\{\varepsilon_{kt}^0, \varepsilon_{kt}^1, \varepsilon_{kt}^2, \dots, \varepsilon_{kt}^p\}$ – множество величин отклонений от плана потребления продукции по тактам планирования, $0 \leq \varepsilon_{kt}^0 \leq \varepsilon_{kt}^1 \leq \varepsilon_{kt}^2 \leq \dots \leq \varepsilon_{kt}^p \leq A_{kt}, k \in K, t \in T$.

При этом, $f_{kt} \left(\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} x_{ijkt}, s_{kt}^0, s_{kt}^1, s_{kt}^2, \dots, s_{kt}^p \right) = l$, если $\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} x_{ijkt} \in s_{kt}^l$ и

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} x_{ijkt} \notin s_{kt}^{l-1}, k \in K, t \in T.$$

Для решения задачи (1)-(5) разработан эффективный алгоритм, который лег в основу программного обеспечения (ПО) «Ресурс», реализованного средствами MS Visual C# v.4.0, и предназначенного для решения задач распределения ресурсов в иерархических системах. Проведенные вычислительные эксперименты показали эффективность использования ПО «Ресурс» для решения большеразмерных задач с ограничениями транспортного типа.

Литература

1. Прилуцкий, М.Х. Многокритериальное распределение однородного ресурса в иерархических системах / М.Х. Прилуцкий // Автоматика и телемеханика – 1996 – №2 – с.139–146.
2. Афраймович, Л.Г. Многоиндексные задачи распределения ресурсов в иерархических системах / Л.Г. Афраймович, М.Х. Прилуцкий // Автоматика и телемеханика – 2006 – № 6 – с. 194–205.
3. Прилуцкий, М.Х. Оптимизационные задачи распределения ресурсов при планировании производства микроэлектронных изделий/ М.Х.Прилуцкий, В.С.Власов// Системы управления и информационные технологии. – 2009. – № 1(35). – С. 38-437.
4. Прилуцкий, М.Х. Иерархические системы древовидной структуры с затратами / М.Х. Прилуцкий, У.С. Кулакович // Системы управления и информационные технологии. – 2015. – № 2(60). – С. 61–67.
5. Прилуцкий, М. Х. Распределение ресурсов в иерархических системах древовидной структуры с горизонтальными и вертикальными связями / М.Х. Прилуцкий, У.С. Кулакович // Системы управления и информационные технологии. – 2015. – № 3.1(61). – С. 166–171.

Нижегородский государственный университет
имени Н.И. Лобачевского

УДК 681.3

А.В. Артамонова, О.К. Альсова

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ НОВОСИБИРСКОЙ ГЭС НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОДНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ

Новосибирская ГЭС – один из основных крупных технических объектов г. Новосибирска, входящих в единую энергетическую систему Сибири. Новосибирская ГЭС представляет собой комплекс сложных гидротехнических сооружений и оборудования. Новосибирское водохранилище, созданное при ГЭС, дает возможность при эксплуатации ГЭС управлять процессом выработки электроэнергии и подачи воды отдельным водопользователям.

Главная цель управления – приведение режима подачи воды и электроэнергии в соответствие с требованиями различных водопользователей (водоснабжение, водный транспорт, сельское и рыбное хозяйство, энергетика, рекреация), интересы которых в различные периоды противоречат друг другу [1].

Одна из основных задач, которая решается в процессе управления – это планирование водно-энергетических режимов функционирования Новосибирской ГЭС при выполнении ограничений всех водопользователей.

В настоящее время задача планирования решается на основе применения имитационного метода. Однако, этот метод имеет ряд недостатков. В частности, эффективность полученного решения полностью зависит от опыта и интуиции специалиста.

Перспективным направлением представляется постановка и решение задачи планирования водно-энергетического режима ГЭС как оптимизационной, с использованием аппарата математического программирования. Оптимизационная задача сводится к нахождению наилучшего варианта режима ГЭС из всех возможных в соответствии с заданным критерием (критериями) оптимальности при выполнении комплекса ограничений (водно-энергетических, морфометрических, управленческих, сезонных, ограничений со стороны водопользователей и других) [2]. В качестве критерия оптимальности может выступать максимизация объема выработанной электроэнергии за период планирования, минимизация суммарных холостых сбросов, максимизация выручки от продажи электроэнергии и другие критерии или их совокупность в зависимости от конкретной ситуации.

На основании вышеизложенного была сформулирована следующая цель: Разработать математическое и программное обеспечение исследования водно-энергетических режимов Новосибирской ГЭС для решения задач планирования и оптимизации.

Методы исследования: общая теория систем, системный анализ, математические методы исследования операций (линейное и нелинейное программирование).

В качестве исходных данных при моделировании водно-энергетического режима ГЭС используются прогнозный объем притока к створу гидроузла по периодам планирования, минимальные и максимальные значения параметров и переменных, обусловленные Правилами использования водных ресурсов водохранилища и морфометрическими характеристиками водохранилища. В

результате моделирования необходимо получить значения уровней верхнего и нижнего бьефов, значения расходов через гидроагрегаты ГЭС и холостых сбросов по периодам планирования, а также плановые значения мощности и выработки электроэнергии.

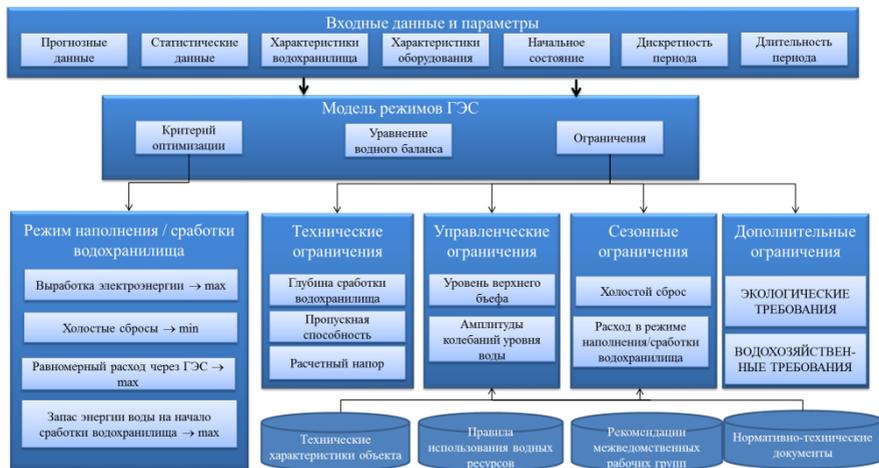


Рис. 1. Структура математической модели планирования водно-энергетических режимов ГЭС

Структура математической модели планирования водно-энергетических режимов ГЭС приведена на рис. 1.

В основе модели уравнение водного баланса, которое описывает изменение объема водохранилища за период планирования (приток в водохранилище минус суммарный расход равен изменению объема водохранилища за период планирования). В модели могут использоваться разные критерии оптимальности или их комбинация, т.е. задача планирования может быть формализована и решена как однокритериальная или многокритериальная в зависимости от целей планирования. Также модель включает комплекс ограничений, которые можно разделить на следующие основные группы:

- технические, определяемые характеристиками гидрообъекта (максимальные расходы воды через турбины ГЭС и водосливную плотину, номинальная мощность и др.);

- управленческие, определяемые характеристиками водохранилища, Правилами использования водных ресурсов, диспетчерскими требованиями;

– сезонные (режим наполнения водохранилища в летний период, попуски на навигацию и др.);

– экологические и водохозяйственные, включающие минимизацию ущербов и рисков (исключение ситуаций переполнения верхнего бьефа, затопления нижнего бьефа и др.).

На настоящий момент построен первый вариант модели планирования водно-энергетического режима Новосибирской ГЭС на весенне-осенний период по месяцам (апрель-ноябрь). Модель тестировалась на данных за 2016 год (рис. 2).

$$C_N \times E_N + C_E \times \sum_{i=1}^N E_i - C_U \times \sum_{i=1}^N E_{U_i} \rightarrow \max, \text{ где}$$

$E_N = K_E \times K_Z \times (Z_{(N+1)} - Z_{\min})$, где E_N - потенциальная энергия воды на конец периода (млрд.КВтч);

$E_i = K_E \times K_V \times q_i$, где $i = \overline{1, N}$, где E_i - выработка энергии за i -й месяц (млрд.КВтч);

$E_{U_i} = K_E \times K_V \times q_{U_i}$, где $i = \overline{1, N}$, где E_{U_i} - потеря энергии на холостом водосбросе за i -й месяц (млрд. КВтч).

Входные параметры:

$N = 8$, где N - количество рассматриваемых периодов (месяцев);

$P = \{2650; 4070; 3550; 2850; 1750; 1100; 1050; 870\}$, где P - прогноз притока по месяцам (м³/с);

$Z_{\min} = 108.5$; $Z_{\max} = 113.7$, где Z_{\min} , Z_{\max} - глубина сработки водохранилища (м);

$Z_1 = 108.5$, где Z_1 - уровень верхнего бьефа на начало периода;

$C_N = 0.2$, где C_N - запас энергии воды; $C_E = 0.4$, где C_E - выработка электроэнергии;

$C_U = 0.3$, где C_U - холостой выброс.

Переменные:

Z_i - уровень верхнего бьефа за i -й месяц (м), где $i = \overline{1, N+1}$;

q_i - расход воды через турбины ГЭС за i -й месяц (м³/с), где $i = \overline{1, N}$

q_{U_i} - расход на холостой водосброс за i -й месяц (м³/с), где $i = \overline{1, N}$

Постоянные показатели:

$V_a = 4.096536$ - объем водохранилища при $Z_a = 108$; $V_b = 9.355404$ - объем водохранилища при $Z_b = 114$;

$Z_a = 108$; $Z_b = 114$ - минимальный и максимальный уровни верхнего бьефа;

$K_z = \frac{V_b - V_a}{Z_b - Z_a}$ - где K_z - коэффициент линеаризации для перевода уровня верхнего бьефа в объем водохранилища;

$K_e = 0.04267$ - коэффициент перевода расхода притока через турбины ГЭС в энергию

$K_v = 0.002635$ - коэффициент перевода притока в м³/с в км³

Система уравнений:

$Pv_i - Qv_i = dv_i$ - уравнение водного баланса, где $i = \overline{1, N}$;

$Pv_i = K_v \times P_i$ - объем приток за i -й месяц (км³), где $i = \overline{1, N}$;

$Qv_i = K_v \times Q_i$ - суммарный расход воды через ГЭС за i -й месяц (км³), где $i = \overline{1, N}$;

$Q_i = q_i + q_{U_i}$ - суммарный расход (расход через турбины+холостой водосброс) (км³), где $i = \overline{1, N}$;

Технические и управленческие ограничения:

Ограничения на глубину сработки водохранилища: $Z_{\min} \leq Z_i \leq Z_{\max}$, где $i = \overline{1, N+1}$;

Ограничения на расход воды через турбины ГЭС: $0 \leq q_i \leq 3400$, где $i = \overline{1, N}$

Ограничения на холостой водосброс: $0 \leq q_{U_i} \leq 14190$, где $i = \overline{1, N}$;

Сезонные ограничения:

Ограничения на холостой водосброс: $q_{U_i} = 0$, где $i = \overline{1, 4}$;

Ограничения на суммарный расход воды: $900 \leq Q_i \leq 4600$, где $i = \overline{1, N}$

Рис. 2. Модель планирования водно-энергетического режима

В качестве критериев оптимальности используется упрощенные критерии, отражающий условную стоимость: накопленной энергии воды в водохранилище на конец периода, выработки электроэнергии ГЭС по месяцам, штрафов за холостой водосброс.

Эвристический подбор весовых коэффициентов в целевой функции с добавлением управленческих ограничений задают необходимый водно-энергетический режим ГЭС. По исходно заданным прогностическим распределениям притока, характеристикам водохранилища и оборудования сформированы итоговые распределения расхода воды через турбины ГЭС, холостого расхода, уровня верхнего бьефа и выработки электроэнергии. Модель имеет линейную целевую функцию, линейные функции ограничений, относится к классу задач линейного программирования и решается на основе применения симплекс-метода.

Литература

1 Абасов Н.В., Бережных Т.В., Резников А.П. Долгосрочный прогноз природообусловленных факторов энергетики в информационно-прогностической системе ГИПС АР // Известия РАН, Энергетика, №6, 2000. С. 22-30.

2 Осипчук Е.Н., Методическое и программное обеспечение исследования режимов ГЭС с использованием метамоделей. Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2013. С. 114-121.

Новосибирский государственный технический университет

УДК 681.3

Д.В. Иванов

СТРУКТУРНАЯ ИМИТАЦИОННАЯ АГЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ В СОЦИОТЕХНИЧЕСКОМ ОБЪЕКТЕ

Применение наиболее адекватных моделей в управлении позволяет получить эффективные решения, что снижает риск ошибки и позволяет снизить издержки. Прежде всего, перед лицом, принимающим решение, стоит задача определения стратегических альтернатив, когда из

большого числа существующих стратегий необходимо выбрать несколько вариантов стратегии развития предприятия (отрасли), отвечающих требованиям, предъявляемым со стороны внешней и внутренней сред объекта. В статье будет рассмотрено принятие управленческих решений в социотехническом объекте.

Социотехнический объект – это технический объект, элементы которого являются активными и способны самостоятельно принимать решения на основе собственных целей в пределах заданной компетенции и в зависимости от параметров состояний внешней и внутренней сред. Примеры социотехнических систем можно встретить в сфере медицины, ликвидации ЧС, экономики и др. Отличительной особенностью социотехнического объекта является взаимосвязь его элементов, которые наделены правом обмениваться разнородными ресурсами друг с другом.

В ходе исследования установлено, что наиболее адекватным для анализа социотехнических систем является многоальтернативный подход, основанный варьировании информацией, которой обладает ЛПР. В зависимости от полноты информации, её объема и детализации можно построить разноуровневые модели применимые к одному и тому же объекту. В социотехнической системе принятие управленческого решения осуществляется по следующим уровням: стратегический, где решения принимаются на основе опыта эксперта; тактический, где решения принимаются на основе абстрактных моделей, допускающих упрощения и погрешность; оперативный, где решения принимаются на основе моделей, работающих с детализированной информацией и имеющих высокую степень формализации предметной области. Далее в зависимости от качества информации возможно формирование алгоритмов обработки информации различными методами.

Одним из современных подходов является анализ системы с помощью мультиагентного подхода. Такой подход повысит требование к вычислительным возможностям системы, однако появляется возможность просчитать состояние системы с множеством различных параметров и сложно формализуемой моделью. С помощью мультиагентных технологий появляется возможность создания имитационной модели системы для оперативного уровня принятия решения.

При этом следует понимать, что одномоментное формирование модели оперативного уровня имеет высокую трудоемкость. Поэтому подобные модели должны отвечать требованиям развития и открытости для будущих уточнений. Недостаток информации оперативного уровня

купируется применением математического аппарата на тактическом уровне. В ходе исследования установлено, что, как правило, социотехнический объект имеет конфликтную природу, а обрабатываемая информация содержит риск и неопределенность, что приводит к применению теоретико-игровой математического аппарата.

Для формирования имитационной модели оперативного уровня, основанной на мультиагентном подходе следует определить основные элементы, такие как: шаг (такт), сообщения (события), глобальные переменные, локальные переменные, агенты, база данных, правила обработки информации, параметры оценки и др.



Рис. 1. События в имитационной модели

Для каждого агента формируются события (рис. 1), которые отражают его поведение и изменение значений показателей. События могут быть как детерминированными, так и стохастическими, причём тип события является справочником для базы данных системы. В случае с стохастическим событием задается временной диапазон, когда данное событие должно произойти и его вероятность. Здесь возможно применение различных законов распределения для активации события.

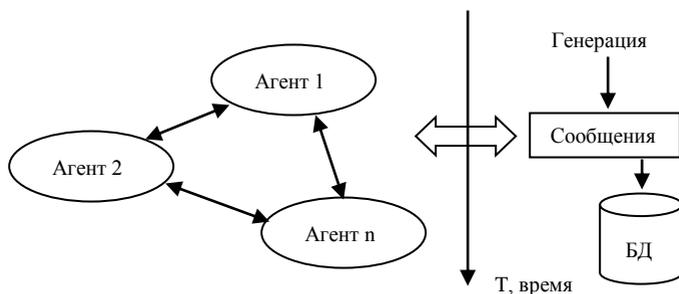


Рис. 2. Структура обработки сообщений в ИМ

При этом возможно введение периодического события. Следует выделять параметры события, где одним из важнейших будет

вероятность реализации события. В последующем возможно управление всей моделью посредством, в том числе, управления данной вероятностью.

Таким образом, в имитационной модели происходит генерация сообщений (событий) посредством которых управляются основные параметры модели (рис. 2). Возможно формирование сценариев событий, например, плановых: то, как планируется функционирование объекта; и рискованных, когда формируются сообщения, выводящие систему из равновесия. Сценарий должен быть оформлен в файл с открытым форматом. При этом все сообщения должны храниться в базе данных для того, чтобы агенты имели доступ к ретроспективной информации в пределах своей компетенции. В этом случае требуется универсальный открытый протокол обмена сообщениями между агентами, основанный, например, на формате языка XML, что более подробно рассмотрено в [1].

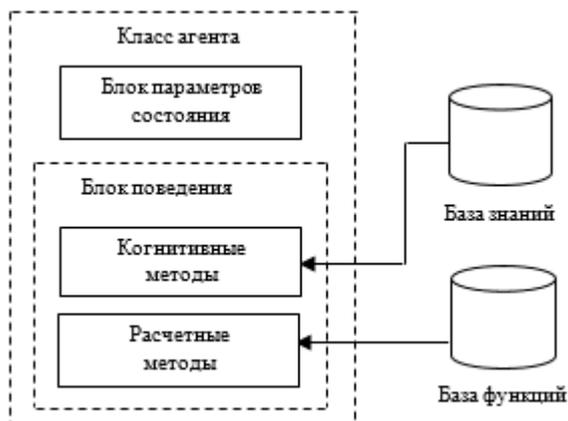


Рис. 3. Объектно-ориентированная модель агент

Для рассматриваемой модели агента удобнее всего рассматривать с точки зрения объектно-ориентированного подхода путем выделения основных параметров агента и методов его поведения (обработки информации), причем возможно формирование связей между агентами, характерных для классов в ООП (рис. 3). Требуется унификация параметров агентов путем выделения общих показателей характерных как для внешней, так и для внутренней сред.

Организация агентов в социотехническом объекте может быть различной: как централизованной, так и децентрализованной. Но в обоих случаях агенты могут обмениваться ресурсами: в первом случае

посредством центра, с возможными ограничениями накладываемые центра, а во втором - напрямую, при условии непротиворечивости таких операций.



Рис. 4. Схема принятия решения

Обмен ресурсами между агентами возможен в случае нехватки ресурсов у какого-либо агента и избытка этого ресурса у другого. Подобное взаимодействие определяется предметной областью, в которой функционирует социотехнический объект. При обмене ресурсами между агентами формируется сообщение по заранее определенному алгоритму на основе локальной базы данных (фрагмента базы данных) агента. Агент собирает статистические данные, обрабатывает правила по собственному алгоритму и формирует сообщение в общий поток сообщений о своих параметрах и поведении. Имитационная модель добавляется понятием риска. Риск – вероятность события, которое имеет негативное воздействие на систему (агента), изменяющего глобальные или локальные переменные системы. Риск в мультиагентной системе реализуется с помощью сообщения, которое формируются в системе с определенной периодичностью для случайного или определенного агента. Для купирования воздействия риска может применяться целый

комплекс мероприятий, основанный на решении за счет внутренних возможностей агента или за счет обмена ресурсами с другими агентами.

Таким образом, генерируя сообщения значений плановых показателей и показателей рисков, можно сформировать имитационную агент-ориентированную модель, которая на выходе определяет математическое ожидание требуемых параметров. Схема принятия решения представлена на рис. 4. С течением заданного интервала времени следует проводить пересчет алгоритмов с учетом новых параметров системы. Полученные результаты по времени (ретроспективная информация) следует обрабатывать с тем, чтобы адаптировать основные параметры оптимизационным алгоритмом с целью повышения эффективности.

Литература

1. Иванов Д.В. Многоальтернативная система принятия решения для социотехнических объектов на основе теоретико-игровых методов и мультиагентных технологий в условиях риска / Д.В. Иванов // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2016. – Т. 12. № 1. – С. 8-14.

Воронежский государственный технический университет

УДК 681.3

А.С. Борзова

ОПТИМИЗАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫБОРА КЛЮЧЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ АВИАКОМПАНИЕЙ

В качестве основы содержательной постановки задачи оптимального выбора используется методика сбалансированных показателей (Balanced Scorecard), обеспечивающая возможность координации различных уровней управления компанией на основе ключевых показателей деятельности (КПД) [1].

КПД предназначены для руководства компании как инструмент принятия решений в процессе управления деятельностью компании. Это могут быть решения, связанные с развитием деятельности компании либо с реорганизацией деятельности

компании, в том числе – с усовершенствованием бизнес-процессов, совершенствованием организационных структур, внедрением информационных технологий.

Содержательная постановка служит базой для формирования оптимизационной модели выбора КПД задачи управления по отклонениям. Рассматривается полное множество показателей эффективности процесса эксплуатации воздушного транспорта $y_g, g = \overline{1, G}$ и управляющих (корректирующих) воздействий $x_j, j = \overline{1, J}$. Далее осуществляется экспертное ранжирование множества управляющих воздействий x_j , характеризующее их значимость для компенсации отклонения фактических значений g -го, $g = \overline{1, G}$ показателя от плановых, с определением величины рангов r_{jg} , изменяющейся на интервале $[\overline{1, J}]$. По диаграмме рангов r_{jg} аналогичной приведенной на рис. 4.1, визуально выбирается две ранговые ситуации, при которых происходят скачки обобщенной суммы рангов j -го воздействия. Это позволяет разделить управляющие воздействия на 3 группы по уровню значимости влияния на уменьшение отклонения g -го показателя: существенный, средний, несущественный.

Результаты экспертного оценивания формализуются с использованием дискретной величины $c_{jg}, j = \overline{1, J}, g = \overline{1, G}$:

$$c_{jg} = \begin{cases} 1, & \text{если уровень значимости существенный,} \\ 0,5, & \text{если уровень значимости средний,} \\ 0, & \text{если уровень значимости несущественный.} \end{cases} \quad (1)$$

Исходя из содержательного описания задачи выбора КПД, число этих показателей должно быть минимально возможным. введем альтернативную переменную

$$z_g = \begin{cases} 1, & \text{если } g \text{ – й показатель эффективности процесса} \\ & \text{эксплуатации воздушного транспорта включается} \\ & \text{в число КПД для решения задач управления,} \\ 0, & \text{в противном случае, } g = \overline{1, G}. \end{cases} \quad (2)$$

Тогда критерий оптимизации, обеспечивающий требование минимизации, имеет вид

$$\sum_{g=1}^G z_g \rightarrow \min. \quad (3)$$

Граничные условия связаны с требованием того, чтобы каждому g – му показателю соответствовало хотя бы одно управляющее воздействие, имеющее существенный уровень значимости. Эти условия формализуются с использованием следующей системы ограничений

$$\sum_{g=1}^G c_{jg} z_g \geq 1, j = \overline{1, J} \quad (4)$$

Объединим критерий оптимизации (3) и ограничения (2), (4) в единую оптимизационную модель:

$$\begin{aligned} \sum_{g=1}^G z_g \rightarrow \min, \\ \sum_{g=1}^G c_{jg} z_g \geq 1, j = \overline{1, J}, \\ z_g = \begin{cases} 1, \\ 0 \end{cases}, g = \overline{1, G}. \end{aligned} \quad (5)$$

Завершающим этапом оптимизационного моделирования является построение процедуры решения задачи (5). В основе решения применим схему рандомизированной дихотомической редукции [2].

Литература

1. Дмитриев О.Н. Стратегическое управление авиационно-промышленной корпорацией России/ О.Н.Дмитриев, С.Х.Екшимонов. – М.: КНОРУС, 2008.
2. Львович И.Я. Информационные технологии моделирования и оптимизации: Краткая теория и приложения/ И.Я.Львович, Я.Е.Львович, В.Н.Фролов. – Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2016 – 444 с.

Московский государственный технический университет гражданской авиации

НЕРАЗРЕШИМЫЕ ПРОБЛЕМЫ В УПРАВЛЕНИИ ИТ-ПРОЕКТОМ

Маркетинг ломится к нам из всех СМИ и как ни странно формирует наш ИТ-язык. Возьмем, к примеру, термин "Коробочное решение", который собран из двух: "Отраслевого решения" и "Коробочного программного продукта". Известные всем массовое коробочное ПО содержит очень мало ошибок: на конкурентном рынке выживает только качественный софт. Интеграторы, в попытке продать свои отраслевые решения, идут на маркетинговый подлог, называя их коробочными. Постепенно красивые термины приживаются.

Вопросы, которые мы поднимем в этой статье относятся к индивидуальным проектам, которые получаются при взаимодействии исполнителя (гаранта технологий) и заказчика (гаранта ресурсов проекта) и лишь в незначительной мере к коробочному софту.

Продавцы софта и ИТ-проектов создают нам не только язык, но и мировоззрение. Маркетинговая точка зрения построена по принципу максимального отвлечения взгляда от подводных камней. Поэтому вопрос про "неразрешимые проблемы" даже для опытных специалистов порой оказывается неожиданным.

Классическое контроллинговое проектное управление в инновациях применимо с очень большими купюрами. Однако профессиональные прожект-менеджеры (ПМ) знают, что ценятся на рынке благодаря своим дипломам по классическому менеджменту (PMI, IPMA и т.д.) и своему опыту. И хотя они интуитивно понимают, что многое из книг не работает, однако при этом явно это не говорят. Их риторика следующая:

Мы придерживаемся классического проектного управления.

Надо понимать, как его применять, для этого нужен большой опыт.

В этой статье разглядим неразрешимые или плохо-разрешимые вопросы инновационного управления. Т.е. какие-то решения у них существуют, но нет ни одного хорошего. Особенно интересно, что эти подводные камни остаются такими же острыми даже если мы переходим на модные сегодня гибкие (итеративные) модели управления (XP, Scrum и т.д). Итак:

Обмен знаниями: никто не знает, когда он начинается, когда заканчивается, в чем он измеряется. Этот процесс невозможно достоверно спланировать. Невозможно проверить его статус. Как только все обеспечительные меры выполнены, и мы спускаемся на уровень взаимодействия стороны передающей и стороны их получающей информацию, то невозможно достоверно определить виноватого в том, что передача знаний не происходит или происходит медленно. Эта проблема была подробно описана в статье Разговор о неделимых операциях. Следствием этой проблемы является множество негативных эффектов.

К этому добавляется проблема проверки квалификации. Достоверно сказать, что-либо про программиста можно только через очень длительный промежуток времени, например, через пол года. Если с задачей специалист справляется заметно медленнее чем его коллеги, то он кандидат на увольнение. Но как это проверить, ведь каждый занимается своим направлением, и задачи между собой почти не сравнимы?

Это к тому, что достоверно определить объем работ невозможно, даже после того как он выполнен. Количество физических исправлений в программе, количество написанных строчек кода, количество затраченных часов являются плохими критериями. Все попытки объективной оценки работ по данным показателям наталкиваются на подгонку, которую напрямую поймать невозможно. Основная часть реального объема работ определяется временем, на разбирательство в задаче, а этот процесс похож по свойствам на "обмен знаниями". Количество часов, подлежащих оплате, определяют экспертное мнение, другого способа уйти от таймшитов нет.

После того как программа будет написана, еще придется ловить ее баги. Этот объем работ тоже относится к работе по написанию программы, ведь нам нужна программа, работающая хорошо, а процесс написания такой программы подразумевает: проектирование, разработку, тестирование, исправления по результатам тестирования, опытную эксплуатацию, исправления по результатам опытной эксплуатации. Если программа написана хорошо, то багов будет мало и проблем будет мало. А если наоборот?

Про тестирование стоит поговорить отдельно. Это совершенно самостоятельная неразрешимая проблема, которая рассматривалась в ключевых нестареющих ИТ-трудах: "Заметки по структурному

программированию" Эдгера Дейкстры (Dijkstra E.W. 1972. Notes on Structured Programming) и в книге "Мифический человек-месяц" Федерика Брукса (Brooks F.P. 1975 The Mythical Man-Month). Брукс пишет так: "...количество тестируемых случаев растет экспоненциально". Дейкстра говорит еще проще: "Тестирование программы может служить для доказательства наличия ошибок, но никогда не докажет их отсутствие".

Следствием проблемы тестирования, является то, что даже если программа успешно работает несколько лет, то нет никакой гарантии, что в ней нет ошибок. Ни существует ни каких методов достоверно определить есть ли ошибки в программе. Точнее метод существует, и у Дейкстры он называется "доказательство правильности программы". Но в книге Брукса этот метод не упоминается, по тому, что этот метод не уровня управления, это инструмент технических специалистов. Мы им пользоваться не сможем, и при желании спецы смогут водить нас за нос.

Все функции и свойства, которые требуются от ПО заранее предсказать невозможно. Большая часть статьи Колосса на глиняных ногах посвящена вопросу эмергентности при проектировании ПО: "ограничения человеческого воображения и мышления не позволяют заранее представить себе картину, как все будет работать в достаточных деталях".

Эффективность использования работающего ПО невозможно измерить с приемлемой точностью, чаще всего по тому что, невозможно измерить эффективность сотрудника его использующего. Для большинства полезных эффектов ПО не существует методик расчета. Тем более, невозможно спланировать эффективность заранее, уже по тому, что все функции, которые потребуются в ПО мы предсказать не сможем. Это, компенсируется тем, что получаемая польза настолько значительна, что многие готовы рисковать.

А бывает еще и спор специалистов. Когда программы взаимодействуют с другими программами или оборудованием, то отладка такой интеграции вопрос весьма непростой. Коммуницирующие изделия созданы разными специалистами. В спорных случаях у вас не будет на руках объективных критериев проверки того, кто же прав.

Контролировать все детали не возможно. Чем больше контроля, тем больше бугафории. Процесс разработки/настройки/внедрения софта, совершенно неразделим на

этапы. Как ни будь разделить, конечно можно. Вместо фактических результатов контроллер увидит потемкинские деревни, на которую, к тому же добросовестный исполнитель потратит лишнее время. А при недобросовестном выполнении работ контроль не сможет обнаружить отсутствие реальных дел.

Перечисленные вопросы раздуваются на уровне управления только косвенными методами. Программиста, которые пишет плохой софт, через год увольняют, но год потерял. Объем работ определяется наугад, а что бы выиграть тендр, в расчет берется нижняя граница, что в конечном счете приводит к переработке. Впрочем, вмняемый заказчик, понимает невозможность быстрой замены специалистов и готов пересматривать объемы работ. Заказчика так же подстегивает, то что ему нужны функции программы, которые он предсказать не смог, и теперь вынужден договариваться.

Опыт профессиональные ПМ подразумевает в частности знание на уровне условных рефлексов перечисленных 11 пунктов. Если мы не можем найти идеальное решение, то можем найти способ решать проблему лучше, чем делается сейчас. Гипотеза Пуанкаре тоже долго не имела решения, к доказательству Гипотезы математики продвигались постепенно. Важно, что она была четко сформулирована.

Литература

- 1.«Руководство по управлению проектами»; 2015г.;496 стр.
- 2.Резеньков Д.Н. Параллельные методы цифровой обработки сигналов. Современные наукоемкие технологии. 2006. № 4. С. 67-68.
- 3.Зайцева И.В., Попова М.В. Современные возможности интерактивных технологий в обучении// сборник: теоретические и прикладные проблемы современной педагогики2014. С. 50-55.
- 4.Лабуренко Е.С., Зайцева И.В., Компьютеризация технологий обучения// В сборнике: Моделирование производственных процессов и развитие ИС 2012. С. 86-87.

Ставропольский государственный аграрный университет

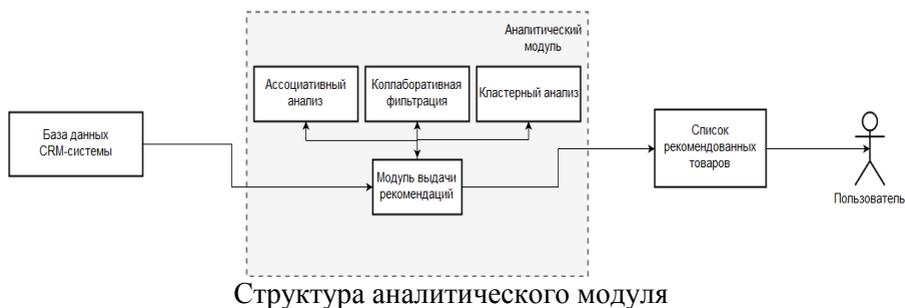
АНАЛИТИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ CRM-СИСТЕМЫ

Введение. Постановка задачи. Компания «ФБ КОНСАЛТ» специализируется на формировании стратегии управления взаимоотношениями с клиентами (CRM - Customer Relationship Management), CRM-консалтинге и внедрении CRM-технологий для предприятий финансового и торгово-промышленного секторов экономики. Компания обеспечивает глубокую автоматизацию всей технологической цепочки сбытовых процессов: маркетинг, сбыт, сервис с использованием средств аналитики и документооборота.

CRM – информационная система, которая дает возможность автоматизировать взаимодействие с клиентами и процесс продаж. Система представляет собой клиентно-ориентированное решение, призванное усовершенствовать управление отношениями с действующими и потенциальными клиентами в подразделениях продаж, маркетинга и сервисного сопровождения. В процессе работы с системой накапливаются массивы информации о клиентах, которые необходимо анализировать с целью повышения эффективности работы организации и получения дополнительной прибыли. Аналитический модуль системы выполняет функции анализа информации и выдачи рекомендаций пользователям.

Одной из главных задач аналитического модуля является выявление товаров, которые можно рекомендовать клиенту. Это помогает организации не просто получить максимальную прибыль, но и создать положительный имидж в глазах потребителей. Столь мощный инструмент анализа, как специализированный модуль CRM, во многом облегчает работу рекламистов и маркетологов. Для последних, особенно важно владеть информацией о сегментации рынка, чтобы вырабатывать максимально эффективную политику продвижения организации на рынке. Поэтому, разработка аналитического модуля CRM – системы является важной и актуальной задачей для компании.

Структура модуля. В рамках поставленной задачи был разработан аналитический модуль CRM – системы, состоящий из четырех основных частей:



Структура аналитического модуля

Модуль коллаборативной фильтрации. В модуле реализован один из основных методов построения прогнозов покупки товаров, используемый в рекомендательных системах — коллаборативная фильтрация. Метод применяется из-за двух его основных преимуществ: довольно простой реализации алгоритма и достаточно хороших результатов работы. Алгоритм метода строится на допущении, что те клиенты, которые одинаково оценивали какие-либо продукты в прошлом, будут схоже оценивать и другие продукты в будущем.

В процессе работы модуля коллаборативной фильтрации анализируется таблица покупок клиентов и находятся наиболее близкие клиенты. Далее модуль передает список клиентов с указанной степенью близости в модуль выдачи рекомендаций. В модуле берутся все товары клиентов, степень близости которых больше, или равна степени близости, заданной в настройках анализа. После этого убираются одинаковые товары и товары, уже приобретенные клиентом. Далее результаты передаются в модуль выдачи рекомендаций, полученных на основе применения разных моделей.

Модуль ассоциативного анализа. Если предыдущий модуль искал схожих пользователей, то задача модуля ассоциативного анализа – найти взаимосвязи между товарами.

Ассоциативный анализ – это метод, реализующий поиск часто встречающихся наборов данных (покупок товаров в данном случае) в большом множестве наборов и формирующий ассоциативные правила, которые определяют какие товары покупаются совместно и с какой вероятностью [1].

Ассоциативное правило представляет собой выражение типа "если-то" и состоит из двух частей: причины и следствия.

В модуле реализован алгоритм Apriori, позволяющий сократить пространство поиска ассоциативных правил и увеличить скорость проведения анализа.

После того, как все ассоциативные правила сформированы, они передаются в модуль выдачи рекомендаций, где, при наличии причины в товарах клиента, следствие ассоциации добавляется в список рекомендованных товаров.

Модуль кластерного анализа. У методов двух предыдущих модулей есть один общий недостаток – при появлении нового клиента, ему не может быть порекомендован ни один товар, ведь своих товаров у него еще нет. Эта проблема называется «проблемой холодного старта» и именно ее и помогает решить данный модуль. В модуле реализован EM-алгоритм кластерного анализа данных, который разбивает клиентов на классы на основе анализа их метаданных, заполняемых менеджером в CRM-системе.

После того как клиенты разделены на кластеры, для каждого класса выбирается набор наиболее часто встречающихся продуктов. При выборе нового клиента (клиента у которого нет приобретенных товаров), выявляется к какому кластеру он относится и выдается набор наиболее популярных товаров для этого кластера.

В настоящее время выполняется тестирование разработанного аналитического модуля на разных клиентских базах.

Литература

1. Паклин Н. Б. Бизнес-аналитика От данных к знаниям Учебное пособие./ Паклин Н. Б., Орешков В. И. – 2-е изд., испр. СПб.: Питер, 2013. 704 с.

Новосибирский государственный технический университет

УДК 519.16

Е.А. Кумагина, Д.В. Буяков

МЕТАЭВРИСТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ УПОРЯДОЧЕНИЯ

Несмотря на растущие вычислительные мощности, решение задач упорядочения сопряжено с большими вычислительными

затратами. Оптимальное решение в этих задачах ищется среди $n!$ допустимых решений, поэтому разработка эвристических алгоритмов, к которым относится метаэвристический алгоритм, является актуальной.

Задачи упорядочения и приближенные методы их решения используются в широком классе задач дискретной оптимизации: как вспомогательные процедуры нахождения оценок в методе ветвей и границ [1,2], в алгоритмах генерация начальных решений генетических алгоритмов [3,4], во фронтальных алгоритмах [5,6].

В качестве примера задачи упорядочения рассмотрим задачу построения оптимального по быстрдействию расписания выполнения работ в системе конвейерного типа.

Работы (детали, заявки) множества $N=\{1, 2, \dots, n\}$ подлежат выполнению. Для этого предоставляются станки множества $M=\{1, 2, \dots, m\}$. Для каждой работы известно время ее выполнения на каждом станке. Технологический маршрут у всех работ одинаков: работа считается выполненной, если она обслужена последовательно на всех m станках, начиная с первого. Технологические условия выполнения работ состоят в следующем: на одном станке одновременно может выполняться только одна работа; процесс выполнения работы протекает без прерываний; выполнение работы на следующем станке может начаться не раньше, чем завершится ее выполнение на предыдущем станке; все работы доступны сразу; порядок выполнения работ на станках одинаковый. Требуется определить такой порядок включения работ в расписание, при котором минимизируется общее время выполнения всех работ. Задача относится к классу NP-трудных [7], поэтому возникает потребность поиска эвристических процедур решения этой задачи.

Эвристические подходы к решению NP-трудных задач больших порядков позволяют за разумное время находить приемлемое решение. Эффективность такого алгоритма определяется экспериментальным путем на определенном классе прикладных задач.

Метаэвристические подходы – это стратегии управления эвристическими процедурами. Для построения метаэвристического метода необходимо иметь набор эвристических процедур получения локальных решений (стратегий первого уровня) и разработать общую стратегию поиска решения (стратегия второго уровня).

Для применения метаэвристического подхода к задачам упорядочения введем понятия "окрестности" и "расстояния" между

перестановками. Под расстоянием между перестановками будем понимать число несовпадающих элементов в этих перестановках. Максимальное расстояние в этой метрике равно n . Под окрестностью перестановки будем понимать множество перестановок, полученных из исходной перестановки путем однократной транспозиции двух элементов, мощность этого множества равна $n(n-1)/2$.

Общая схема предлагаемого подхода выглядит следующим образом. На подготовительном этапе случайным образом из всего множества перестановок выбирается совокупность из $g < n$ начальных решений, удаленных друг от друга на максимальное расстояние. Для каждого начального решения выполняется процедура локального поиска в окрестности этого решения. Таким образом, будет построено начальное множество локальных решений $S_0 = \{s_1^0, s_2^0, \dots, s_g^0\}$.

Далее запускается итерационная процедура перехода от совокупности решений S_i к совокупности S_{i+1} , $i = 0, 1, 2, \dots$. Из множества S_i выбирается пара решений s_a^i и s_b^i , наиболее удаленных друг от друга. Будем считать, что значение критерия в s_b^i лучше, чем в s_a^i . Для этой пары локальных решений определяется расстояние r_{ab} , и строится лексикографически упорядоченная цепочка транспозиций $s_a^i, \pi_1, \pi_2, \dots, \pi_{r_{ab}-1}, \pi_{r_{ab}}, s_b^i$, составляющая это расстояние.

Перестановки $\pi_2, \dots, \pi_{l-1}, \pi_l, \dots, \pi_{r_{ab}-1}$, не попадающие в окрестности решений s_a^i и s_b^i , могут находиться в окрестностях новых локальных решений. Для них последовательно рассчитываются значения критерия.

Пусть π_l будет первой перестановкой из r_{ab} , на которой значение критерия улучшается по сравнению со значением в π_{l-1} . Это означает, что π_l находится в окрестности нового локального решения. Процесс рассмотрения цепочки перестановок расстояния r_{ab} завершается, и выполняется процедура локального поиска в окрестности π_l . Результатом этой процедуры будет новое локальное

решение π_l^* . Из трех локальных решений π_l^* , s_a^i , s_b^i в совокупность S_{i+1} помещаются только два решения с лучшими значениями критерия. Процесс выбора пары перестановок повторяется для новой совокупности локальных решений S_{i+1} .

Если такой перестановки π_l не найдется, то это означает, что между выбранными решениями нет других локальных минимумов. В этом случае $S_{i+1} = S_i \setminus s_a^i$.

Итерационный процесс поиска решения завершается, когда во множестве локальных решений S_{i+1} останется одна перестановка.

Для проверки эффективности предложенного подхода проведен вычислительный эксперимент. Были сгенерированы серии из 10 задач упорядочения работ на 5 станках. Целочисленные времена выполнения работ на станках выбирались случайным образом из интервала (0, 100). Множество начальных решений состояло из 4 элементов. Точное решение F^* находилось методом ветвей и границ [1]. Для каждого приближенного решения F определялось относительное отклонение от оптимума $(F-F^*)/F^*$.

Результаты вычислительного эксперимента

Число работ	Среднее относительное отклонение	Среднее число итераций
10	2,07%	1662,2
20	2,89%	22687,11
50	1,32%	304567,6

В работе рассмотрена NP-трудная задача построения оптимального по быстродействию расписания выполнения работ в системе конвейерного типа. Для ее решения разработана стратегия формирования множества локальных решений, которая применима для решения любых задач упорядочения. Приведены результаты тестирования предложенного подхода, показавшие высокую точность приближенных решений.

Литература

1. Прилуцкий М.Х. Метод ветвей и границ с эвристическими оценками для конвейерной задачи теории расписаний / М.Х. Прилуцкий, В.С. Власов // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2008. – № 3. – С. 147–153.
2. Прилуцкий М.Х. Метод ветвей и границ решения задачи многоресурсного сетевого планирования / М.Х. Прилуцкий, Е.А. Кумагина // Системы управления и информационные технологии. – 2014. – № 2(56). – С. 48–51.
3. Булгаков И.В. Решение задачи коммивояжера с использованием генетических алгоритмов / И.В. Булгаков, Е.А. Неймарк // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 1998. – № 2. – С. 186.
4. Старостин Н.В. Генетический алгоритм решения задачи отображения графа / Н.В. Старостин, М.А. Панкратова // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2013. – № 5-1. – С. 204–209.
5. Прилуцкий М.Х. Управляемый фронтальный алгоритм решения задачи распределения ресурсов в сетевых канонических структурах / М.Х. Прилуцкий, Е.А. Кумагина // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2008. – № 6. – С. 126–129.
6. Афраимович Л.Г. Планирование и оперативное управление процессом изготовления сложных изделий / Л.Г. Афраимович, В.С. Власов, М.С. Куликов, М.Х. Прилуцкий, Н.В. Старостин, А.В. Филимонов // XII Всероссийское совещание по проблемам управления (ВСПУ-2014). Москва, 16–19 июня 2014 г.
7. Гэри М. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи / М. Гэри, Д. Джонсон – М.: Мир, 1982. – 419 с.

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

УДК 519.248

Ю.Д. Ревина, М.С. Бобков

КОНЕЧНЫЙ АВТОМАТ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТЬЮ СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Предложим ранее полученный метод описания систем массового обслуживания (СМО) с помощью конечных автоматов [1-3]

в случае неординарных потоков входящих и обслуженных заявок. Подобные неклассические СМО встречаются при описании систем с заявками, приходящими одновременно, или с неразличимым временем прихода. Классическая теория СМО, опирающаяся на описание с помощью линейчатого орграфа процесса «гибели и размножения», не допускает появления неординарных потоков заявок как на входе, так и на выходе системы.

Пусть в системе имеется два различных канала, которые имеют разную пропускную способность, и отдельные очереди на одну ожидающую заявку. Представим входной алфавит A конечного автомата $K(A, Q)$:

a_1 – поступление одиночной заявки;

a_2 – одновременное поступление двух заявок на обслуживание;

a_3 – одна обработанная заявка покидает систему;

a_4 – систему одновременно покидают две обработанные заявки.

Алфавит внутренних состояний Q примет вид:

q_0 – простой системы;

q_1 – в системе единственная заявка занимает I канал;

q_2 – в системе единственная заявка занимает II канал;

q_3 – две заявки занимают каналы обслуживания, очереди пусты;

q_4 – занят I канал и его очередь, II канал пуст;

q_5 – занят II канал и его очередь, I канал пуст;

q_6 – занят I канал и его очередь, II канал тоже занят, но его очередь пуста;

q_7 – занят II канал и его очередь, I канал тоже занят, но его очередь пуста;

q_8 – заняты оба канала и их очереди, пришедшая в это время заявка получает отказ в обслуживании.

Тогда таблицу переходов T автомата K можно представить матрицей с 9 строками для описания алфавита состояний Q и 4 столбцами для описания алфавита входных сигналов A . Дополняя таблицу T до матрицы T_1 размерностью 16×4 , представим функции перехода автомата $K(A, Q)$ с помощью булевых функций $s_1(n+1)$, $s_2(n+1)$, $s_3(n+1)$, $s_4(n+1)$ перехода автомата K в следующее состояние [1]. Каждая из них зависит от двух булевых аргументов, необходимых для описания 4 сигналов входного алфавита.

Заполнение матрицы T_1 зависит от выбранного алгоритма диспетчеризации входных заявок. Действительно, в зависимости от

выбранного критерия оптимизации работы СМО получим различные варианты перехода от одного состояния системы к другому.

Возможны такие критерии качества работы СМО, как максимизация пропускной способности системы в целом, минимизация простоев системы, уменьшение среднего времени нахождения заявки в системе, минимизация разности в загруженности отдельных каналов и др. Каждая из этих задач требует подбора особого алгоритма диспетчеризации, который с высокой точностью определяется имитационным моделированием работы конечного автомата на выборках последовательностей сигналов входного алфавита сколь угодно большой длины.

Простота построения функций перехода окупает рост числа состояний СМО при увеличении числа каналов и объёма очередей. Поэтому возможен перенос метода имитации СМО с помощью конечных автоматов на более громоздкие задачи при совпадении большого числа заявок на входе или выходе.

Литература

1. Котенко, А.П. Моделирование конечными автоматами систем массового обслуживания с различными каналами [Текст] / А.П. Котенко, М.Б. Букаренко // Известия СНЦ РАН, т.16, №4(2). – Самара, Изд-во СНЦ РАН, 2014. – С. 318-321.

2. Котенко, А.П. Моделирование системы массового обслуживания конечным автоматом при неординарности потоков заявок [Текст] / А.П. Котенко, М.С. Бобков, Ю.Д. Ревина / «Перспективные информационные технологии (ПИТ-2015)». Труды Междунар. научно-техн. конф., т.2. – Самара: Изд-во СНЦ РАН, 2015. – С.274-276.

3. Шикина, Е.Д. Диспетчеризация потока заявок системы массового обслуживания с помощью транспортной задачи линейного программирования [Текст] / Е.Д. Шикина, Е.А. Каюрин / «Перспективные информационные технологии (ПИТ-2016)»: Труды Международной научно-техн. конф. – Самара: Изд-во СНЦ РАН, 2016. – С. 972-974.

Самарский государственный технический университет

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОНОМИКЕ И УПРАВЛЕНИИ

Современные информационные технологии представляют собой компьютерную обработку информации заранее отработанным алгоритмами, а так же хранение больших объёмов информации на различных носителях и передачу информации на любые расстояния в предельно минимальное время. Суть таких информационных технологий - передача, хранение, обработка и восприятие информации.

Разработка информационных технологий - это очень затратная отрасль, которая требует высокой подготовки специалистов и техники, но их реализация обычно сравнима с революционными нововведениями.

Чем дальше, тем чаще и в научно-производственных кругах, и даже в обывательской среде можно услышать такое понятие, как виртуальная или информационная экономика. На данный момент информационные технологии в экономике, их изучение и разработка является актуальнейшей задачей для специалистов данной области. Поэтому уже понятно, что без новейших информационных технологий экономика и отдельно взятых предприятий, и целого государства останется отстающей.

Информационная экономика изменила многие аспекты экономической реальности, такие как функцию денег, которые из всеобщего эквивалента трудозатрат постепенно превратились в средство расчета. Виртуальные банки и системы оплаты - это плод развития информационных технологий.

В экономике и бизнесе информационные технологии применимы для обработки, сортировки и агрегирования данных, организации взаимодействия участников процесса и вычислительной техники, удовлетворения информационных потребностей, а так же оперативной связи и так далее.

Не менее важно отметить, образовательную составляющую, связанную с применением информационных технологий в экономике. Для того чтобы информационные технологии работали, их необходимо уметь использовать с максимальной отдачей.

Следовательно, многие управленцы уделяют большое внимание обучению персонала и мониторингу новейших разработок в области информационных технологий в экономике.

Таким образом, информационные технологии представляют собой совокупность методов и программно-технических средств, объединенных в технологическую цепочку, обеспечивающую сбор, обработку, хранение, распределение и отображение информации с целью снижения трудоемкости процессов использования информационных ресурсов, а также повышения их надежности и оперативности.

Информационные технологии в сфере экономики управления - это комплекс методов переработки разрозненных исходных данных в надежную и оперативную информацию механизма принятия решений с помощью аппаратных и программных средств целью которых является достижения оптимальных рыночных параметров объекта управления.

Суть информационной технологии на практике - технологическое применение компьютеров и других технических средств обработки и передачи информации. Как и какая-либо технология, информационная технология состоит из определенных комплексов материальных средств, способов взаимодействия, и определенных методов организации работы с информацией.

Информационная система - упорядоченная совокупность документированной информации и информационных технологий. Проектирование и эксплуатация информационных систем обеспечиваются следующими средствами: программными, техническими, лингвистическими, организационными, кадровыми.

Все виды информационных систем, сетей, технологии, а также средств их обеспечения составляют специальную отрасль экономической деятельности, развитие которой определяется государственной научно-технической и промышленной политикой информатизации. Жизненный цикл автоматизированной информационной системы можно сформулировать из 4 этапов: разработка (техническое задание, технический проект, рабочая документация), ввода в эксплуатацию (эксплуатационное накопление данных, испытание информационных технологий, сертификация, установка на объекте), эксплуатации (эксплуатационное накопление данных и ситуационное изменение данных, использование на объекте, услуги заказчикам), списания.

В качестве основного классификационного признака автоматизированных информационных систем следует выделить особенности автоматизируемой профессиональной деятельности - процесса переработки входной информации для получения требуемой выходной информации, в котором автоматизированная информационная система выступает в качестве инструмента должностного лица или группы должностных лиц, участвующих в управлении организационной системы.

В соответствии с предложенным классификационным признаком можно выделить такие автоматизированные информационные системы как:

- автоматизированные системы управления;
- системы поддержки принятия решений;
- автоматизированные информационно-вычислительные системы;
- автоматизированные информационно-справочные системы.

Автоматизированная система управления представляет собой систему управления, необходимую для автоматизации всех или большинства задач управления, решаемых коллективным органом управления.

Системы поддержки принятия решений - это интерактивные компьютерные ИС, использующие различные модели принятия решений и специальные базы данных, обеспечивающие деятельность ответственных за принятия решений сотрудников. Программное обеспечение таких систем дает возможность пользователям таким образом ставить ряд вопросов. К примеру, что, если, получая в интерактивном режиме соответствующие определенной ситуации варианты действий.

Автоматизированные информационно-вычислительные системы необходимы для решения сложных математических задач, требующих больших объемов числовой информации. Так как видом деятельности автоматизированной информационно-вычислительной системы является проведение различных объемных и сложных расчетов. Эти системы используются в обеспечении научных исследованиях и разработках и в подсистемах автоматизированных систем управления и системах поддержки принятия решений в тех случаях, когда выработка управленческих решений должна работать в сторону сложных вычислений.

Автоматизированные информационно-справочные системы — это информационная система, необходимая для сбора, хранения, поиска и передачи в требуемом виде потребителям информации справочного характера. В зависимости от характера работы с информацией различают следующие виды автоматизированных информационно-справочных систем:

- автоматизированные архивы;
- автоматизированные системы делопроизводства;
- автоматизированные справочники и картотеки;
- автоматизированные системы ведения электронных карт местности;

В настоящее время разработано большое количество разновидностей автоматизированных информационно-справочных систем, а так же их количество продолжает увеличиваться. Автоматизированные информационно-справочные системы создаются при использовании технологий баз данных, хорошо разработанной и получившей широкое распространение. Для создания автоматизированной информационной системы, как правило, не требуется высокопроизводительная вычислительная техника.

Искусственный интеллект - это информационная технология, целью, которой является создание компьютера, умеющего думать, видеть, слушать и чувствовать подобно человеческому существу. Наибольшее организационное воздействие искусственный интеллект оказывает на области экспертных систем. Экспертная система пытается копировать мыслительные процессы, свойственные в ходе процесса принятия решений профессионалам, разрабатывается посредством кодирования знаний специалиста из области правил принятия решений, которые записываются в компьютерную программу, моделирующую определенную стратегию решения задач, экспертные системы имеют значительное сходство с системами поддержки принятия решений. Как правило, обе они обеспечивают высокий уровень, поддержки решений занятых рабочих задачами пользователей. Однако экспертные системы применяются, обычно, для работы с циклическими проблемами в узких сферах деятельности и предлагают рекомендации, тогда как системы поддержки решений используются в решении уникальных, имеющих сложную природу проблем.

Последнее десятилетие представляет собой не только различные изменения социально-экономической среды, в котором

функционируют российские предприятия и организации всех форм собственности, но и устойчивую тенденцию развития информатизации процессов управления.

Необходимость предпринимать какие-либо действия в условиях рыночной экономики обостряется конкуренцией товаропроизводителей, которая обуславливает повышенные требования к профессиональным качествам специалистов, ответственности руководителей за результаты и последствия принимаемых решений. Чрезвычайно актуальным становится учет временного фактора и организация анализа материальных, товарных, финансовых потоков, поиск обоснованных решений в регулировании производственно-хозяйственных и финансовых ситуаций.

Внедрение в управленческую деятельность исследовательского подхода базируется на применении современных достижений в области информационных технологий, которые обеспечивает полноту, своевременность информационного отображения управляемых процессов и возможность их моделирования, анализа, прогнозирования. Исследовательский подход, лежащий в основе менеджмента, одинаково применим как федеральным, региональным, местным органам управления, так и предприятиям, фирмам, корпорациям, которые проводят инжиниринговые исследования и реинжиниринг организационных структур, тесно увязывая их с проектируемыми бизнес-процессами и добиваясь при этом реального выигрыша во времени и экономического эффекта.

Литература

1. Лабуренко Е.С., Зайцева И.В., Шаповал А.С. КОМПЬЮТЕРИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В БУХГАЛТЕРСКОМ УЧЕТЕВ сборнике: МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ И РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ 2012. С. 86-87.

2. Зайцева И.В., Попова М.В. СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕРАКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ//В сборнике: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ПЕДАГОГИКИ 2012. С. 50-55.

3. Зайцева И.В., Астахова Н.И. Оптимизация управленческой деятельности организации с использованием современных

информационных систем // в сборнике: информационные системы и технологии как фактор развития экономики региона ii международная научно-практическая конференция. 2013. С. 25-26.

4. Будко П.А., Фомин Л.А., Гайчук Д.В. ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ И ПЛАНИРОВАНИЯ СЕТЕЙ // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2003. Т. 6. № 5. С. 87-90.

Ставропольский государственный аграрный университет,
г.Ставрополь

УДК 004.421

О.Г. Яскевич, А.С. Шаталов

РЕАЛИЗАЦИЯ СЛУЖБЫ УВЕДОМЛЕНИЙ НА СОВРЕМЕННЫХ МОБИЛЬНЫХ ПЛАТФОРМАХ

Современные информационные системы, включают на данный момент в свой состав широкий круг клиентских устройств:

- Смартфоны;
- Планшеты;
- персональные компьютеры;
- телевизоры с поддержкой smartTV;
- т.д.

Естественно все вышеперечисленные виды устройств работают под управлением различных операционных систем: iOS, Android, Windows Phone, Tizen, BlackBerry – и это только для смартфонов. Список с течением времени может пополниться, но в данный момент просматривается тенденция к унификации и производители стремятся этой тенденции держаться.

Если рассматривать классы задач решаемых информационными системами, то среди них хотелось бы выделить задачи оповещения пользователей о каких либо событиях, произошедших в системе. Например, для смартфонов это может быть новое сообщение в социальной сети, для персональных компьютеров информирование о течении какого-либо долгого вычислительного процесса, для телевизоров сообщение о начинающейся передаче.

Данную задачу можно разбить на два подкласса:

- Уведомления о локальных событиях;
- Уведомления об удаленных событиях.

Уведомления о локальных событиях требуются в тех случаях, когда пользователя необходимо оповестить о каком либо важном изменении во внутреннем состоянии системы. Примером таких уведомлений могут служить, например напоминания в календаре вашего смартфона.

Данный тип уведомлений является простым по своей реализации. Структура данного вида оповещений для всех типов устройств будет выглядеть примерно следующим образом:



Рис. 1. Структура системы уведомлений о локальных событиях

Уведомления об удаленных событиях в свою очередь являются более сложными по своей структуре и интересными для рассмотрения, так как включают в свой состав элементы клиент – серверного взаимодействия.

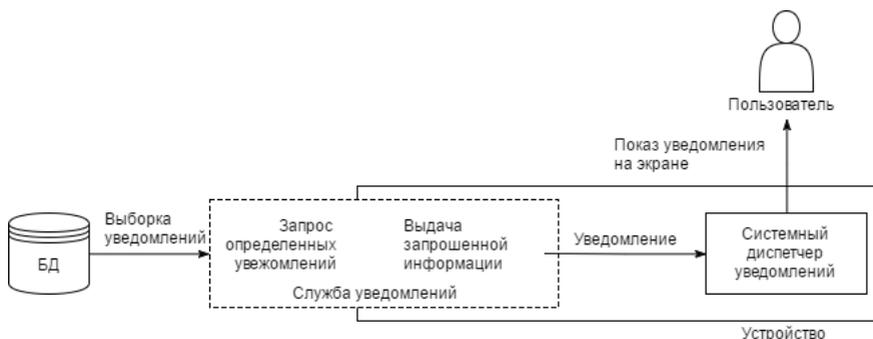


Рис. 2. Структура системы уведомлений об удаленных событиях

Как видно из схемы, изображенной на рисунке 2 данная система, имеет в своем составе службу уведомлений, которая предоставляет услуги по работе с уведомлениями, самыми важными из них являются доставка и добавление уведомлений. Структура непосредственно службы представлена на рисунке 3.

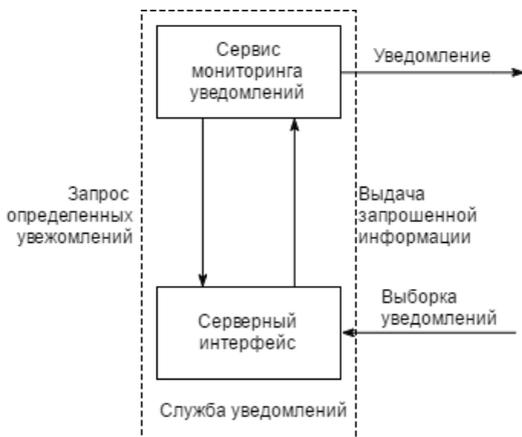


Рис. 3. Внутренняя структура службы уведомлений

Клиентскую часть службы образует сервис, реализованный на устройстве, который обеспечивает периодический опрос серверной стороны сервиса о наличии уведомлений.

Доставка уведомлений может быть реализована, например, с помощью web сокетов, или посредством использования протокола http (get или post запросы), все зависит от типа сервера, количества информации, содержащейся в уведомлении и требований по оперативности доставки.

Воронежский государственный технический университет

ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ТРАНСПОРТНОГО ТИПА ПРИ НАЛИЧИИ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ

В работе рассматривается класс оптимизационных задач транспортного типа, являющихся частным случаем задач линейного программирования. В классической постановке задача заключается в нахождении такого оптимального плана перевозок продукции от производителей к потребителям, при котором суммарная стоимость перевозки минимальна. При этом должны учитываться ограничения на объёмы выпускаемой и потребляемой продукции.

В современных условиях рыночной экономики транспортные затраты, как правило, закладываются в себестоимость продукции. В связи с этим на первый план выдвигаются другие критерии, связанные со значениями определённых параметров, таких как длина коммуникаций, наличие подъездных дорог, своевременность поставок, качество продукции, платёжеспособностью потребителей и т.д. На основании этих критериев формируются матрица предпочтений производителей на множестве потребителей и матрица предпочтений потребителей на множестве производителей.

В рассматриваемой постановке задачи предполагается, что имеется производственное предприятие, у которого есть филиалы в различных местах области. Каждый филиал характеризуется производительностью. Предприятие заключило договора на поставку продукции с предприятиями области, в которых указываются объёмы поставок.

Заданы индивидуальные предпочтения производителей и заказчиков. Имеется дополнительный критерий, связанный со временем перевозки продукции (например, при перевозке скоропортящейся продукции). В качестве критерия предлагается минимаксный критерий. Минимаксное решение соответствует такому плану перевозок, при котором максимальные потери от принятия решения будут минимальны.

Математическая модель задачи:

Исходные параметры модели:

$i = 1, \dots, m$ – номера пунктов производства

A_1, \dots, A_m – пункты производства

a_i – объёмы i – го пункта производства, ($i = 1, \dots, m$)

B_1, \dots, B_n – пункты потребления

$j = 1, \dots, n$ – номера пунктов потребления

b_j – объёмы j – го пункта потребления, ($j = 1, \dots, n$)

$P_a = \{ \langle^1, \langle^2, \dots, \langle^m \} – система предпочтений производителей на множестве потребителей$

$P_b = \{ \langle_1, \langle_2, \dots, \langle_n \} – система предпочтений потребителей на множестве производителей$

$T = \| t_{ij} \| – матрица времён перевозок$

Рассматривается транспортная модель, когда суммарные запасы производителей не превосходят суммарных запросов потребителей:

$$\sum_{i=1}^m a_i \geq \sum_{j=1}^n b_j.$$

Варьируемые параметры модели:

$X = \| x_{ij} \| – количество единиц продукции, поставляемого из пункта a_i в пункт b_j .$

Ограничения:

$x_{ij} \geq 0$ – объём распределяемой продукции неотрицателен;

$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq a_i$ – суммарное количество перевозимого продукта для i – го пункта производства не должно превышать объёма выпуска;

$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j$ – потребности потребителя должны быть полностью удовлетворены

Постановка задачи:

Необходимо найти план перевозок, при котором:

1. максимальное время перевозки для каждого участника было бы минимальным:

$$K(X) = \max_{i=1, m} t_{ij} \rightarrow \min \text{ для любого } j = 1, \dots, n$$

2. были бы наилучшим образом учтены индивидуальные предпочтения участников;

Системы предпочтений P_a, P_b являются строгими линейными порядками, т.е. ($\forall i = 1, \dots, m; \forall x \in B, y \in B | x \neq y$) имеет место одно из двух соотношений: либо $b_x \langle^i b_y$, либо $b_y \langle^i b_x$. В первом случае элемент b_y является более предпочтительным для элемента a_i , чем b_x , во втором элемент b_x является более предпочтительным, чем b_y . Аналогично определяются системы предпочтений P_b элементов множества B .

Для решения данной задачи предлагается применить алгоритм Гейла – Шепли [1]. Рассматриваемая задача (учёт предпочтений)

относится к классу систем «советующего типа», когда в зависимости от инициатора начала решения могут быть получены разные решения. Алгоритм может функционировать в двух режимах: режим «А», когда первоначально предложения делают элементы множества A , режим «В» – предложения делают элементы множества B . Гейл и Шепли использовали понятие стабильного (устойчивого) распределения, и доказали это конструктивно. Решение является устойчивым, если не существует таких элементов A_i и B_j , которые не образуют пару, то есть участвуют в парах (A_i, B_x) , (B_j, A_y) , но исходя из имеющихся предпочтений им лучше образовать свою пару. В обоих случаях полученные решения являются наилучшими с точки зрения «инициатора» начала предложений.

Рассматривается алгоритм «А» решения замкнутых задач транспортного типа, когда суммарный объём производства равен суммарному объёму потребления, предлагается модифицированный алгоритм Гейла – Шепли [2]. Если $\sum_{i=1}^m a_i \geq \sum_{j=1}^n b_j$, то для построения замкнутой модели предлагается ввести фиктивный пункт потребления с минимальными предпочтениями и объёмом потребления равным разности $\sum_{i=1}^m a_i - \sum_{j=1}^n b_j$, для того чтобы скомпенсировать потери. В случае транспортных задач под устойчивым решением будем понимать следующее: не существует такого пункта производства A_i и пункта потребления B_j , которым исходя из имеющихся предпочтений было бы лучше увеличить поставку x_{ij} на некоторую величину $\delta > 0$ за счёт соответствующего уменьшения поставок из A_i в менее предпочтительные для него пункты потребления и поставок в B_j из менее предпочтительных для него пунктов производства.

Процедура носит итерационный характер.

1. На первом этапе каждый пункт производства A_i делает предложение на поставку всей производимой им продукции наиболее предпочтительным для него пунктам потребления B_j .
2. Каждый пункт потребления B_j суммирует объёмы поступивших предложений (V_j – результат суммирования) и определяет соотношение между предложением и потребностью.
3. Если $V_j \leq b_j$ все предложения сохраняются, в противном случае B_j должен отвергнуть предложения менее предпочтительных для него производителей. $V_j - b_j$ - суммарный объём отвергнутых предложений.

4. На втором и последующих этапах пункты производства, чьи предложения были отвергнуты на предыдущем этапе, делают предложения следующим в порядке убывания предпочтений элементам V_j . Переход к пункту 2.
5. Процесс завершается, когда множество отвергнутых предложений пунктов потребления оказалось пустым.

Режим «В» реализуется аналогично, но инициатором диалога являются пункты потребления, которые делают заявки наиболее предпочтительным для них пунктам производства.

Для учёта минимаксного критерия предлагается использовать метод дихотомии:

1. В матрице перевозок T определяются верхние и нижние границы ($V = \max_{i,j} t_{ij}$, $H = \min_{i,j} t_{ij}$).
2. Определяется величина $S = [(V - H) / 2]$.
3. В матрице предпочтений разрешаются те пункты, для которых время перевозки $\leq S$.
4. Решается задача алгоритмом Гейла – Шепли при наличии неполных предпочтений.
5. Если решение существует, то полагаем $V = S$, в противном случае $H = S$.
6. Переход к пункту 2.

В рамках предложенной модели могут быть поставлены различные оптимизационные задачи, напрямую не связанные с транспортными перевозками: вложение инвестиций в проекты, распределение ресурсов по подразделениям, темам и периодам планирования [2,3], в которых учитываются приоритеты участников и их индивидуальные предпочтения.

Литература

1. Gale D., Shapley L. S. (1962). College Admissions and the Stability of Marriage // American Mathematical Monthly. Vol. 69, No 1. P. 9—15.
2. Фомина И.А. Оптимизация модели распределения ресурсов в сложных системах. [Электронный ресурс]: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Режим доступа: http://elibrary.ru/query_results.asp (27.04.17)
3. Коротченко А.Г. Динамический способ формирования классов при решении задачи «грубого

Нижегородский государственный университет им. Н.И Лобачевского, г. Нижний Новгород

УДК 681.3

С.Ю. Белецкая, Н.С. Паненко

ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ ПРИ АВТОМАТИЗИРОВАННОМ УПРАВЛЕНИИ ГАЗОВОЙ КОТЕЛЬНОЙ

Современная котельная представляет собой сложную систему, в которой осуществляется нагрев теплоносителя для систем тепло- или пароснабжения. Котельные могут производиться в стационарном, блочно-модульном и крышном исполнении, и в зависимости от типа установленных котлов делятся на паровые, водогрейные или смешанные. Также котельные подразделяются по виду используемого топлива на газовые, жидкотопливные, твердотопливные и комбинированные (многотопливные). Для обеспечения эффективной и безопасной работы котельных в настоящее время применяют автоматизированные системы регулирования и управления, а также современные информационные технологии.

Основными задачами, решаемыми при автоматизации котельных, являются:

1. Управление пуском и останом котлов, в том числе и в аварийном режиме.
2. Регулирование мощности котлов.
4. Каскадное управление работой котлов.
5. Включение резервного котла при отказе рабочего.
6. Автоматическое регулирование параметров теплоносителя на выходе из котельной.
7. Автоматическая подпитка котловых контуров и контуров теплоснабжения.
8. Автоматическое управление работой насосных агрегатов котельной.

9. Автоматическая защита котлов и общекотлового оборудования при выходе технологических параметров их работы за установленные пределы.

10. Аварийная сигнализация и передача тревожных сообщений на верхний уровень.

Особое внимание при автоматизированном управлении котельными уделяется вопросам диспетчеризации. Системы диспетчеризации позволяют осуществлять автоматизированный контроль параметров технологических процессов. Когда все элементы системы управления (в том числе диспетчерский пункт) находятся на территории самого объекта, говорят о локальной диспетчеризации. При удаленной диспетчеризации управление объектом и контроль за ним ведутся из удаленного диспетчерского пункта.

Система диспетчеризации газовой котельной позволяет:

- осуществлять контроль рабочих параметров котельной (давление газа и воды, перепад давления на сетевых и циркуляционных насосах, температуру, расход энергии и др.);

- передавать с панели оператора настроечные параметры системы автоматизации-диспетчеризации газовой котельной (аварийные границы параметров, временные интервалы, точки графика климат-зависимого регулирования, номера операторов и др.).

- передавать сигналы об авариях, сигналы состояния оборудования (работа насосов, состояние клапанов, котлов и т.п.), параметры котельной (давление, температура, расход), показания корректора газа и тепловычислителя на диспетчерский компьютер.

- вести журнал всех действий пользователей системы и архив по выбранным параметрам.

Основные функции системы диспетчеризации котельной представлены в таблице.

Возможны различные варианты реализации диспетчерского контроля и управления. Может использоваться локальная (на месте), удаленная или глобальная (Интернет) диспетчеризация. Контроль и дистанционное реагирование на изменение параметров процессов осуществляются через каналы передачи данных: кабель (проводная связь), радио- или сотовую сеть. Удалённая диспетчеризация котельных позволяет непрерывно контролировать важные системные параметры, оповещая персонал в экстренных ситуациях с помощью индикации, SMS сообщений и голосовых вызовов.

Функции диспетчеризации

Функция	Описание
Контроль показаний датчиковой аппаратуры	<ol style="list-style-type: none"> 1. Температура и давление прямой\обратной воды котлового контура. 2. Температура и давление на входе и выходе из котла. 3. Температура и давление подающей\обратной воды контуров теплоснабжения. 4. Давление газового топлива. 5. Температура и загазованность воздуха в котельной. 6. Температура наружного воздуха. 7. Состояние датчиков перепада давления на насосах котельной.
Контроль состояния оборудования	<ol style="list-style-type: none"> 1. Состояние и режим работы котлов 2. Состояние и режим работы насосов. 3. Положение исполнительных механизмов систем регулирования, их конечные состояния.
Управление основным оборудованием	<ol style="list-style-type: none"> 1. Каскадное управление котлами. 2. Аварийный останов котлов. 3. Закрытие топливного клапана-отсекателя при аварийных ситуациях. 4. Управление циркуляционными и подпиточными насосами котельной. 5. Управление регулирующими клапанами контуров теплоснабжения. 6. Управление клапанами подпитки котлового контура и контуров теплоснабжения.
Защита оборудования при	<ol style="list-style-type: none"> 1. Падении давления в котловом контуре ниже допустимого предела. 2. Превышении давления в котловом контуре выше допустимого предела. 3. Отказе горелки. 4. Аварийно высокой температуре воды. 5. Загазованности по уганому газу и метану. 6. Пожаре в котельной.
Аварийная сигнализация,	Ведение журнала, визуальное, звуковое и SMS-оповещение при возникновении тревог

Литература

1. Кашапов И.Д. Автоматизация промышленных котельных / И.Д. Кашапов. М.: СМС, 2010. – 112 с.
2. Бушуев С.Д., Михайлов В.С. Автоматика и автоматизация производственных процессов. - М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.

Воронежский государственный технический университет

УДК 004.942: 519.17: 004.031.43: 519.876.5

И.М. Пашуева, С.М. Пасмурнов, А.В. Бондарев

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОДСИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ОПЕРАТИВНЫХ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ЭКСТРЕННОМ РЕЖИМЕ РАБОТЫ ЦЕНТРА СКОРОЙ ПОМОЩИ

Работа центра скорой медицинской помощи заключается в оперативном обслуживании поступающих вызовов. Одной из актуальных на сегодняшний день задачей является задача оптимального распределения поступающих вызовов по бригадам скорой медицинской помощи. Работа центра догоспитальной медицинской помощи характеризуется двумя основными режимами: нормальным и экстренным. Для экстренного режима работы характерно резкое увеличение количества поступающих в районный центр вызовов. При таком режиме работы возникает необходимость перераспределения бригад между районными центрами [1,2]. Для принятия оперативных управленческих решений предлагается подсистема, позволяющая оперативно проанализировать загруженность районных центров и предложить оптимальный варианты решения.

Для принятия оперативных управленческих решений при перераспределении бригад скорой медицинской помощи между районными центрами при возникновении экстренного режима работы возможно применить метод, основанный на построении обобщенных оценок вариантов решений. Каждое решение оценивается по каждому из критериев: количество ожидающих обслуживания вызовов (S_1), количество свободных машин (S_2), удаленность районного центра от района с чрезвычайным режимом работы (S_3), предполагаемое количество свободных машин в ближайшие семь (S_4) и пятнадцать

минут (S_5) (табл.). В предлагаемой модели в качестве V_i выбирается количество ожидающих вызовов, K_i - количество свободных бригад в настоящий момент времени, KT_i - ожидаемое количество свободных бригад через промежуток времени 7 минут, KTT_i - ожидаемое количество свободных бригад через промежуток времени 15 минут, P_i - общее количество бригад скорой помощи на i -й районной станции, где $i=1..n$ индекс района, n - количество районных центров входящих в состав данного городского центра скорой медицинской помощи, L_i - расстояние от i -го районного центра скорой медицинской помощи до места вызова, L_{max} - максимальное значение из множества расстояний от i -го районного центра скорой медицинской помощи до места вызова.

Количественные оценки критериев

Критерий	Количественная оценка
Кол-во ожидающих обслуживания вызовов S_1	$-V_i/P_i$
Количество свободных бригад S_2	K_i/P_i
Удаленность районного центра S_3	$-L_i/L_{max}$
Количество свободных бригад через 7 мин. S_4	KT_i/P_i
Количество свободных бригад через 15 мин. S_5	KTT_i/P_i

Приоритеты критериев для экстренного режима работы задаются весовыми коэффициентами, которые отражают значимость каждого критерия для принятия управленческого решения. Формируются весовые коэффициенты D [3, 4, 5].

Для сравнения вариантов решений используется несколько функций агрегирования. В качестве оптимального варианта выбирается тот, на котором достигнут максимум функции агрегирования следующего вида

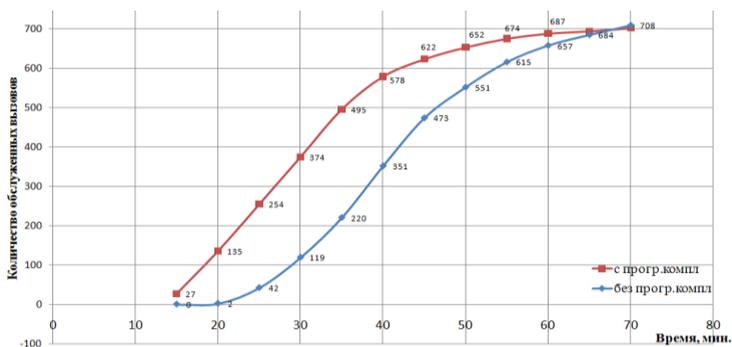
$$\text{а) } \alpha_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m (d_i \cdot v(A_i, S_j)), \quad (1)$$

$$\text{б) } \beta_i = \varphi \cdot \min(d_i \cdot v(A_i, S_j)) + (1 - \varphi) \cdot \max(d_i \cdot v(A_i, S_j)) \quad (2)$$

где d_i - вес критерия, $v(A_i, S_j)$ - оценка критерия S_j для района A_i , m - количество критериев, φ - изменяемый параметр, i - индекс района.

Особенность подхода заключается в том, что оценки $v(A_i, S_j)$ постоянно изменяются, поэтому и оценки α_i и β_i с течением времени меняется, но в каждый момент времени могут быть вычислены. В случае б) с помощью параметра φ учитываются различные стратегии при выборе оптимального решения. Если $\varphi = 1$, то функция агрегирования будет представлять собой самый пессимистичный вариант. При $\varphi = 0$ максимум функции агрегирования будет отражать наиболее оптимистичный вариант принятия управленческого решения. Во всех остальных случаях функция агрегирования будет выявлять решения, отражающие в различных соотношениях пессимистические и оптимистические решения.

В качестве средства моделирования используется язык имитационного моделирования GPSS. Рассматриваются для наглядности две модели: первая - без применения подсистемы поддержки принятия оперативных управленческих решений в экстренном режиме работы центра скорой медицинской помощи, и вторая - с применением этой подсистемы [6, 7]. Моделирование проводится в одинаковых условиях с одинаковым количеством поступающих вызовов в течение 24 часов.



Сравнение скорости обслуживания вызовов до и после применения подсистемы поддержки принятия решения

По результатам имитационного моделирования можно сделать вывод о том, что использование подсистемы поддержки принятия оперативных управленческих решений повышает эффективность, упрощает и оптимизирует работу центра скорой медицинской помощи, сокращает время реагирования на вызов.

Литература

1. Пашуева И.М. Моделирование и анализ подсистемы управления центрами быстрого реагирования с помощью сетей Петри / И.М. Пашуева, С.М. Пасмурнов // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2011. Т. 7. № 9. С.106-109.
2. Пашуева И.М. Применение сетей Петри в моделировании подсистемы управления центрами быстрого реагирования / И.М. Пашуева, С.М. Пасмурнов // Системы управления и информационные технологии: научно-технический журнал. 2011. №4.1(46). С. 162-166.
3. Пашуева И.М. Моделирование работы распределенной сети служб скорой помощи с использованием функции агрегирования / И.М. Пашуева // Физико-математическое моделирование систем: материалы XIII междунар. семинара. Воронеж, 2015. Ч. 2. С.65-68.
4. Пашуева И.М. Моделирование процессов принятия оперативных управленческих решений в системе управления центрами служб скорой медицинской помощи/ И.М. Пашуева // Физико-математическое моделирование систем: материалы XIII междунар. семинара. Воронеж, 2015. Ч. 2. С.69-73.

5. Пашуева И.М. Имитационное моделирование системы управления центрами служб скорой медицинской помощи с использованием многокритериальных оценок/ И.М. Пашуева // Физико-математическое моделирование систем: материалы XIII междунар. семинара. Воронеж, 2015. Ч. 2. С.74-78.

6. Пашуева И.М. Моделирование процесса перераспределения транспортного ресурса распределенной сети центров скорой медицинской помощи / И.М. Пашуева // Физико-математическое моделирование систем: материалы XIII междунар. семинара. Воронеж, 2015. Ч. 2. С.79-83.

7. Пашуева И.М. Моделирование функционирования распределенной сети центров оказания скорой медицинской помощи с использованием санавиации / И.М. Пашуева, С.М. Пасмурнов // Физико-математическое моделирование систем: материалы XIV междунар. семинара. Воронеж, 2016. Ч. 2. С.124-130.

8. Королев Е.Н. Использование стандарта SCORM и WEB-онтологий для повышения эффективности учебно-исследовательских САПР/ Е.Н. Королев // Интеллектуальные информационные системы: труды Всерос. конф. Воронеж, 2016. 248 с.

Воронежский государственный технический университет

УДК 004.056

Н.Ф. Богаченко

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКОГО МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ В МОДЕЛЯХ РОЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ

Модель ролевого управления доступом (ролевая модель) предполагает, что пользователь наделяется правами доступа и привилегиями (полномочиями) не непосредственно, а через авторизацию на некоторую роль [1]. Вместе с ролью пользователь получает закрепленный за ней набор полномочий. Важным моментом в построении ролевой модели является вопрос о возможности делегирования полномочий между ролями. Наиболее распространены ролевые модели с иерархической организацией системы ролей. Отношение частичного порядка, порождающее ролевую иерархию, удобно представлять ориентированным графом. Чаще всего этот граф является ориентированным деревом, называемым ролевым.

Основная задача, решаемая при построении и анализе моделей безопасности компьютерных систем – это проблема утечки прав доступа, которую для ролевой модели можно интерпретировать как проблему утечки полномочий. Так как роль представляет собой типовой набор полномочий, и получить полномочия пользователь может только через авторизацию на какую-либо роль, будем говорить об утечке ролей.

В рамках решения поставленной задачи роли следует ранжировать «по уровню опасности утечки информации» или, иными словами, «по степени предпочтительности с точки зрения злоумышленника». Количественные характеристики, отвечающие поставленным качественным критериям, назовем рисками утечки ролей.

При оценке рисков утечки ролей в качестве аналога экспертных оценок будем использовать следующие эвристические *предположения*:

1. Чем больше полномочий содержит роль, тем больше вероятность атаки на нее.

2. Чем выше роль в ролевой иерархии, тем больше вероятность атаки на нее.

3. Чем больше у роли подчиненных ролей, тем выше вероятность атаки на нее.

Для расчета рисков утечки ролей предлагается использовать метод анализа иерархий (МАИ) [2]. Ожидаемый результат применения метода – ранжирование ролей по степени предпочтительности с точки зрения злоумышленника. Для построения иерархии первого уровня необходимо определить альтернативы и критерии. *Альтернативы* – это роли, заданные в системе. *Критерии* порождаются предположениями 1 – 3:

1. «Набор полномочий» – критерий *A*.

2. «Уровень в ролевой иерархии» – критерий *B*.

3. «Подчиненные роли» – критерий *C*.

Для указанных критериев имеются количественные оценки, определяемые ролевой иерархией:

1. $r.a$ – число полномочий, приписанных роли r .

2. $r.b$ – номер яруса узла, соответствующего роли r в ролевом дереве (нумерация ярусов начинается с самых удаленных от корня листьев, тогда номер яруса корня будет максимальным в графе).

3. $r.c$ – число ролей, подчиненных роли r .

Согласно МАИ, риск утечки роли r_i равен комбинированному весовому коэффициенту:

$$W_i = w_A \times w_{Ai} + w_B \times w_{Bi} + w_C \times w_{Ci},$$

где w_A, w_B, w_C – относительные весовые коэффициенты уровня критериев, а w_{Ai}, w_{Bi}, w_{Ci} – относительные весовые коэффициенты уровня альтернатив, характеризующие роль r_i .

Для определения относительных весовых коэффициентов используется метод парных сравнений [2]. Матрицы парных сравнений уровня альтернатив предлагается заполнять на основе введенных предположений и следующих из них количественных оценок. Пусть $\mathbf{M}_A, \mathbf{M}_B, \mathbf{M}_C$ – матрицы сравнений ролей по каждому из критериев. Зададим следующие правила заполнения матриц:

$$[\mathbf{M}_A]_{ij} = r_i.a / r_j.a, [\mathbf{M}_B]_{ij} = r_i.b / r_j.b, [\mathbf{M}_C]_{ij} = r_i.c / r_j.c.$$

Несложно доказать, что матрицы будут идеально согласованными, что сокращает объем вычислений для расчета относительных весовых коэффициентов и избавляет метод от «модельной» ошибки, возникающей вследствие несогласованности суждений экспертов.

Так как матрицы парных сравнений были заполнены величинами, полученными эвристическим путем, то всем количественным оценкам присуща некоторая исследовательская неопределенность. Представляется целесообразным осуществить переход от классического МАИ к нечеткому. Здесь возможны несколько подходов. В работе [3] описан процесс построения нечетких матриц парных сравнений и получения на их основе точных (четких) весовых коэффициентов. Вычисление комбинированных весовых коэффициентов с помощью фаззификации относительных весов, найденных по классическому МАИ, предлагается авторами работ [4, 5]. Обоснованием совмещения теории нечетких множеств и МАИ может служить следующий факт. Метод парных сравнений, используемый в МАИ для заполнения матриц парных сравнений, в теории нечетких множеств применяется для задания функций принадлежности. Таким образом, при расчете относительных весовых коэффициентов в МАИ фактически происходит задание функций принадлежности нечетких множеств, описывающих альтернативы и критерии [6].

Литература

1. Role Based Access Control (RBAC) and Role Based Security. URL: <http://csrc.nist.gov/groups/SNS/rbac/>.
2. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. 320 с.
3. Дубровин В.И., Миронова Н.А. Метод получения вектора приоритетов из нечетких матриц парных сравнений // Искусственный интеллект. 2009. № 3. С. 464-470.
4. Артамонов В.С., Лабинский А.Ю., Уткин О.В. Модификация нечеткого метода анализа иерархий // Научно-аналитический журнал Вестник Санкт-Петербургского университета государственной противопожарной службы МЧС России. 2016. № 4. С. 77-84.
5. Каган Е.С. Применение метода анализа иерархий и теории нечетких множеств для оценки сложных социально-экономических явлений // Известия Алтайского государственного университета. 2012. № 1-1. С. 160-163.
6. Прилипко В.А., Карпов В.Я., Красовский В.Е. Модификация метода анализа иерархий для задач проектирования аппаратных средств АСУТП // Вопросы радиоэлектроники. 2009. Т. 4. № 3. С. 168-175.

Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского

УДК 683.1

Т.И. Сергеева, Т.А. Евсеенко

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ОПЕРАТИВНЫХ ДАННЫХ

Автоматизированные системы обработки оперативной информации играют определяющую роль в жизнедеятельности любой фирмы. Учет, хранение, обработка и анализ больших объемов информации невозможны вне специализированных информационных систем.

Анализ данных, реализуемый на основе описательной статистики, обеспечивает обобщение первичных результатов статистической обработки данных [1]. Описательная статистика

оценивает выборку данных по показателям, которые можно разбить на несколько групп: параметры положения случайной величины, параметры рассеяния случайной величины, параметры, влияющие на форму распределения [2].

Существующие стандартные пакеты статистической обработки данных предлагают развитые средства проведения анализа данных по многим показателям, но имеют существенные недостатки [1,2]:

- отсутствуют удобные средства для ввода данных, их накопления и хранения;
- отсутствуют средства для описания результатов анализа данных, их интерпретации и представления в виде, удобном для пользователя.

Информационная система статистического анализа оперативных данных, обеспечивающая проведение описательной статистики и визуализацию результатов анализа, включает следующие функциональные блоки:

- специализированная база данных для хранения оперативных данных о работе фирмы и результатов статистического анализа;
- блок реализации ввода, просмотра и редактирования данных в таблицах базы данных;
- блок проведения статистического анализа данных и расчета показателей описательной статистики;
- блок формирования и визуализации результатов статистического анализа в виде набора аналитических отчетов.

Для проведения статистического анализа данных в рамках описательной статистики необходимо определить показатели оценки текущей работы фирмы. Такими показателями могут быть: суточный общий объем продаж или оказанных услуг, рассчитанный в денежном или количественном выражении; суточный объем продаж наиболее важных изделий или объем оказанных наиболее востребованных услуг.

Реализация специализированной информационной системы осуществлена для анализа работы сети аптек по показателю – объем продаж лекарств в денежном выражении.

Специализированная база данных включает следующие таблицы:

- таблица «Лекарства» для хранения общих характеристик лекарств (наименование, код, цена, количество в упаковке);

- таблица «Аптеки» для хранения общих сведений об аптеке (номер, адрес) и статистических показателей работы за временной интервал (суммарная стоимость проданных лекарств, Среднее значение, Среднеквадратическое отклонение, максимальная стоимость, минимальная стоимость и т.д.);

- таблица «Склад» для хранения данных о наличии партий лекарств на складах аптек;

- таблица «Продажа» для хранения оперативных данных о продажах лекарств каждого кода в каждой аптеке, входящей в состав сети.

Блок реализации ввода, просмотра и редактирования данных в таблицах базы данных реализован как набор форм, обеспечивающих работу с данными в одной или двух таблицах одновременно.

Блок проведения статистического анализа данных и расчета показателей описательной статистики осуществляет следующие действия:

- обработка данных о продаже, реализация вычислений: суммарная стоимость по номеру партии, максимальная стоимость, минимальная стоимость;

- обработка данных о продажах, расчет суммарных продаж по интервалу дат и обновление полученных данных в таблице базы данных;

- обработка данных о продажах, проведение описательной статистики для всей сети аптек: расчет среднего значения, стандартного отклонения, максимума и минимума; фиксирование результатов вычислений в таблице базы данных.

Блок формирования и визуализации результатов статистического анализа в виде набора аналитических отчетов осуществляет следующие действия:

- генерация отчета о статистических показателях работы сети аптек за выбранный промежуток времени;

- генерация отчета об аптеках, чей объем продаж ниже среднего показателя;

- генерация отчета об аптеках, чей объем продаж выше среднего показателя.

Специализированная информационная система реализована как система, работающая с локальной базой данных. Приложение по работе с базой данных разработано в среде Delphi.

Таким образом, разработанная система выполняет следующие функции:

- ведение базы данных лекарственных средств;
- сортировка и фильтрация данных о лекарствах по группе показателей;
- расчет стоимости имеющихся на складе лекарствах, объема продаж аптеки за временной промежуток;
- проведения описательной статистики всей сети аптек;
- реализация запросов о лекарствах;
- формирование отчетов о лекарствах, о назначениях лекарства, о продажах лекарств, о статистических показателях работы сети аптек, об аптеках с объемами продаж выше и ниже среднего.

Литература

1 Кулаичев, А. П. Методы и средства комплексного анализа данных [Текст]: учеб. пособие / А. П. Кулаичев. – М.: ФОРУМ, 2010. – 512 с.

2 Мидлтон, М. Р. Анализ статистических данных с использованием MS Excel для Office XP [Текст] / М. Р. Мидлтон. – М.: Бинум, 2013. – 296 с.

Воронежский государственный технический университет

УДК 004.78

С.А. Вдович

МЕХАНИЗМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ НА ПЛАТФОРМЕ 1С:ПРЕДПРИЯТИЕ 8

Большие объемы информации, развитие информационных технологий и программных средств, жесткая конкуренция во всех сферах бизнеса обусловило появление и использование механизмов интеллектуального анализа данных. Интеллектуальный анализ данных (Data Mining) это одно из направлений искусственного интеллекта, включающий совокупность методов поиска и выявления закономерностей и полезных знаний в больших объемах данных. Интеллектуальный анализ данных позволяет выявлять следующие типы закономерностей: ассоциация, последовательность,

прогнозирование, кластеризация, классификация. Методы интеллектуального анализа данных (МАД) применяются во многих сферах человеческой жизни: в торговле, в банковском и страховом деле, в медицине, телекоммуникациях, в автомобильной промышленности и др. Существует большое количество специализированных программ для интеллектуального анализа данных, например, Deductor Academic, Statistica Base, OLAP ModelKit. Основным недостатком этих пакетов является их узкая направленность и необходимость ввода больших объемов данных. Руководители и менеджеры без обучения не могут использовать эти пакеты в своей деятельности.

Исследуя рынок программного обеспечения, которое использует в своей деятельности субъекты бизнеса, можно сделать вывод, что большую часть этого рынка занимают продукты фирмы 1С. Это обусловлено такими факторами как доступность программ, возможность бесплатного обновления и сопровождения, взаимосвязь с налоговыми органами, фондами социального страхования и пенсионным фондом, готовые прикладные решения, как для организаций торговли, так и для других областей бизнеса. Система 1С:Предприятие имеет механизмы интеллектуального анализа данных, которые можно интегрировать в любую конфигурацию платформы 1С:Предприятие. Данный механизм появился в 2005 году в версии системы 8.0, «1С» выпустила специальное прикладное решение — подсистему поддержки принятия решений на основе интеллектуального анализа данных, которая может быть встроена в любую конфигурацию платформы начиная с версии «1С:Предприятие 8.0». МАД — это набор взаимодействующих друг с другом объектов встроенного языка, дающих возможность разработчику использовать его составные части в произвольной комбинации в любом прикладном решении. Помимо широкого набора базовых функций, в нее вошли более 30 предварительно настроенных моделей для типовой конфигурации «Управление торговлей». Эти модели имеют самостоятельную ценность (могут многократно использоваться), а также применяются для автоматизированного формирования прогнозов. В настоящее время МАД в системе «1С: Предприятие» содержит пять типов анализа данных: общая статистика, поиск последовательностей, поиск ассоциаций, кластеризация и дерево решений.

Анализ данных «Поиск последовательностей» позволяет выявлять в источнике данных последовательные, часто возникающие цепочки событий. Например, проанализировав заказы клиентов, можно выявить их последовательную взаимосвязь и на основании этого прогнозировать складские запасы, проводить рекламные акции и даже предлагать товары и услуги с опережением, если результаты проведенного анализа покажут высокую вероятность спроса на них в будущем. Анализ позволяет осуществлять поиск по иерархии, что дает возможность отслеживать не только последовательности конкретных событий, но и последовательности родительских групп.

Анализ данных «Общая статистика» представляет собой механизм для сбора общих сведений об исследуемой выборке. Этот тип анализа предназначен для предварительного исследования какого-то источника информации, позволяет получать статистическую информацию об имеющихся данных. Примером использования данного вида анализа может являться исследование продаж за прошлый период для выявления спроса на каждый товар. В результате проведения анализа рассчитываются такие показатели как мода (наиболее часто встречающееся значение), частота, среднее, медиана, максимальные и минимальные значения, размах. Пример результата анализа «Общая статистика» приведен на рисунке. Из примера видно, что наибольшим спросом пользовался товар «кабель цифровой», а наименьшим товар – «Samsung Galaxy S». Исходя из полученного результата, можно выявить причину снижения спроса на товары и применить специальную ценовую политику (скидки, акции) для групп товаров, с наименьшим спросом. Данный вид анализа в большинстве случаев является предварительным и служит как источник данных для других видов анализа.

Для выявления комбинации товаров продаваемых вместе в системе 1С используется анализ «Поиск ассоциаций». Этот вид анализа очень хорошо подходит для нахождения часто покупаемой вместе номенклатуры. Используя информацию о реализациях товаров за прошлый период, в результате анализа, система сгенерирует следующую информацию: информацию об обработанных данных, ассоциативные группы, ассоциативные правила по которым сопоставлены группы. Данные о типичных товарах в покупке заносятся автоматически в базу правил «Товары», которая в последующем используется для формирования предложений клиентам. Информация из этой базы может использоваться при

распределении прилавка менчандайзером. Также данный вид анализа может применяться для оптимального выбора поставщика по товарным группам.

Общая статистика							
Информация о данных							
Количество объектов:	52						
Непрерывные поля							
Поле	Значений	Минимум	Максимум	Среднее	Размах	Стд. откл.	Медиана
Цена	52	99	101 387	12 013,6538	101 288	20 849,7108	2 587
Количество	52	1	5	1,3077	4	0,7012	1
Дискретные поля							
ТоварНаименование							
Количество значений:	52						
Количество уникальных значений:	27						
Мода:	Кабель цифровой аудио-вид						
Таблица частот							
Значение	Частота	Относительная частота	Накопленная частота	Накопленная относительная частота			
Кабель цифровой аудио-вид	7	13,46	7	13,46			
Samsung UE32H4500AK	5	9,62	12	23,08			
Поглотитель запаха в х-к	4	7,69	16	30,77			
Контейнер для х-к	3	5,77	19	36,54			
Холодильник LG GC-C207GEQ	2	3,85	21	40,38			
Холодильник Indesit IIT 08	2	3,85	23	44,23			
Комплект клавиатура+мышь	2	3,85	25	48,08			
Кронштейн для ТВ наклонно	2	3,85	27	51,92			
Наушники Bluetooth Beats	2	3,85	29	55,77			
Музыкальный центр Micro P	2	3,85	31	59,62			
Наушники Bluetooth Marley	2	3,85	33	63,46			
Smart-TV приставка Haier	2	3,85	35	67,31			
Чистящее средство для м.п	2	3,85	37	71,15			
Кастриоль для духовки/CBH	2	3,85	39	75,00			
Samsung Galaxy S	1	1,92	40	76,92			
Защитное стекло InterStep	1	1,92	41	78,85			
Монитор Samsung S24D391HL	1	1,92	42	80,77			
Колонки компьютерные Sven	1	1,92	43	82,69			
Монитор Dell E2214H	1	1,92	44	84,62			
Zanussi ZAN3015R	1	1,92	45	86,54			

Результаты анализа «Общая статистика»

Анализ данных «Кластеризация» используется для выделения из множества объектов одной природы некоторого количества относительно однородных групп — сегментов или кластеров. Объекты распределяются по группам так, чтобы внутригрупповые отличия были минимальными, а межгрупповые — максимальными. Методы кластеризации позволяют перейти от пообъектного к групповому представлению совокупности произвольных объектов, что существенно упрощает оперирование ими. Кластеризация может применяться для сегментации: клиентов с целью выработки стратегии для каждой группы клиентов; товаров с целью определения ценовой политики и рекламных акций по каждой группе; сотрудников с целью

улучшения мотивационных схем, корректировки требований к найму персонала.

Анализ данных «Дерево решений». В результате применения этого метода к исходным данным создается иерархическая (древовидная) структура правил вида «Если... то...», а алгоритм анализа обеспечивает процесс вычленения на каждом этапе наиболее значимых условий и переходов между ними. Данный алгоритм получил наибольшее распространение при выявлении причинно-следственных связей в данных и описании поведенческих моделей. Типичная зона применимости деревьев решений — оценка различных рисков, например закрытия заказа клиентом или его перехода к конкуренту, несвоевременной поставки товара поставщиком или просрочки оплаты товарного кредита, профилирование менеджеров отдела продаж по ключевым показателям эффективности (удержание, поиск клиентов, эффективность коммуникаций, наличие дебиторской задолженности, удельные показатели эффективности на клиента и т. д.).

Предприятиям все чаще нужны качественно иные средства, позволяющие автоматически искать неочевидные правила и выявлять неизвестные закономерности, что дает возможность получать новые знания на основе накопленной компанией информации и принимать порой совсем нетривиальные решения для повышения эффективности бизнеса на основе методов интеллектуального анализа данных.

Литература

1. Радченко, М.Г. 1С:Предприятие 8.3 Практическое пособие разработчика. Примеры и типовые приемы / М.Г. Радченко, Е.Ю. Хрусталева. – М.: ООО «1С-Публишинг», 2013. – 965 с. – ISBN 978-5-9677-2041-3

2. Семенов, А.М. Интеллектуальные системы [Текст] : учебное пособие / А. М. Семенов, Н. А. Соловьев, Е. Н. Чернопрудова, А. С. Цыганков. - Оренбург: ОГИМ, 2014. - 237 с. – ISBN 978-5-9723-0158-4.

Оренбургский государственный университет

ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ В ИЕРАРХИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ
С ЗАТРАТАМИ

Широкий класс прикладных задач связан с распределением ограниченных ресурсов в иерархических системах [1-3]. Особое место среди таких задач занимают задачи, формализация которых возможна в виде многокритериальных задач с линейными ограничениями.

Пусть $G = (V, A)$, $A \subseteq V^2$ – ориентированный граф без петель и контуров, моделирующий иерархическую систему распределения ресурса. Будем полагать, что система имеет один входной элемент. Пусть разбиением множества V является совокупность множеств $\{1\}$, V_u , V_k , где $\{1\}$ – номер входного элемента, V_u – множество номеров выходных элементов (конечных пользователей), V_k – множество номеров промежуточных элементов системы. Обозначим через $Q(i) = \{j/(i,j) \in A, j \in V\}$ – множество номеров вершин графа, непосредственно следующих после вершины с i -ым номером, $i \in V \setminus V_u$; $R(i) = \{j/(j,i) \in A, j \in V\}$ – множество номеров вершин графа, непосредственно предшествующих вершине с i -ым номером, $i \in V \setminus \{1\}$. Каждой вершине i поставим в соответствие пару A_i, B_i , $0 \leq A_i \leq B_i < \infty$, где A_i и B_i – соответственно, нижняя и верхняя границы допустимых значений распределяемого ресурса, $i \in V$. Пусть x_{ij} – количество ресурса, распределённого от i -го элемента системы j -ому посредством связи $(i, j) \in A$. Тогда ограничения на допустимые значения распределяемого ресурса задаются следующей системой:

$$A_i \leq \sum_{j \in Q(i)} x_{ij} \leq B_i, \quad i \in V \setminus V_u, \quad (1)$$

$$A_i \leq \sum_{j \in R(i)} x_{ji} \leq B_i, \quad i \in V_u. \quad (2)$$

Среди ресурсных ограничений системы выделим так называемые «контролируемые» ограничения, которые определяют

условия «эффективного» функционирования системы. Пусть K – множество «контролируемых» ограничений из условий (1)-(2), $K \in 2^V$, $|K| = q_0$. Известны $\chi_i(A_i, B_i, x)$ – функции «затрат», которые понесёт система, если i -ому элементу системы будет распределено ресурса в объёме x единиц из соответствующего контролируемому ограничению интервала $[A_i, B_i]$, $i \in K$. Тогда задача распределения однородного ограниченного ресурса в иерархических системах с затратами будет заключаться в определении такого допустимого решения системы (1)-(2), при котором затраты на функционирование системы будут минимальны:

$$\chi_i(A_i, B_i, \sum_{j \in Q(i)} x_{ij}) \rightarrow \min, \quad i \in K \cap (V \setminus V_u) \quad (3)$$

$$\chi_i(A_i, B_i, \sum_{j \in R(i)} x_{ji}) \rightarrow \min, \quad i \in K \cap V_u. \quad (4)$$

Поставленная задача (1)-(4) является задачей многокритериальной оптимизации. Как и в [1-3], функции критериев будем задавать в виде кусочно-постоянных функций, имеющих одинаковую область значений, равную множеству целых чисел от 0 до p . При условии лексикографического упорядочивания частных критериев оптимальности, для решения задачи (1)-(4) разработан алгоритм решения (последовательная и параллельные версии), в основе которого лежит процесс проверки на совместность системы ограничений типа (1)-(2). Полученные теоретические результаты легли в основу созданного средствами MS Visual C# v.4.0 программного обеспечения (ПО) «Ресурс». Рассмотрим основные возможности разработанной диалоговой системы.

– Генерация системы ограничений задач распределения ресурсов: моделируется совместная система линейных двусторонних неравенств типа (1)-(2). Пользователь задает следующие параметры: количество переменных и ограничений задачи.

– Генерация многокритериальной задачи распределения ресурсов типа (1)-(4). Пользователь задает: q_0 и p . Среди ограничений сгенерированной системы типа (1)-(2) случайным образом выбирается q_0 контролируемых ограничений. На каждом из соответствующих контролируемым ограничениям интервалах генерируется кусочно-постоянная функция «затрат».

– Проверка совместности систем ограничений типа (1)-(2) осуществляется методом ортогональных проекций Агмона-Мощкина, являющимся итерационным алгоритмом. Пользователь задает: количество итераций, точность решения.

– Решение сгенерированной задачи типа (1)-(4). Пользователь задает: количество потоков, запускаемых при решении задачи. В случае, когда пользователь хочет использовать параллельный алгоритм решения (количество запускаемых потоков > 1), задача также будет решена последовательным алгоритмом (для последующего сравнения двух версий алгоритма решения).

– Визуализация процесса поиска решения. В качестве способа визуализации многомерных данных выбраны параллельные координаты.

– Получение выходной информации о времени решения. Информация выводится в общую «Таблицу решений». Каждая строка таблицы содержит: характеристики решенной задачи (все заданные пользователем параметры), время решения, и ускорение, полученное в сравнении с последовательной версией алгоритма решения (в случае запуска параллельной версии).

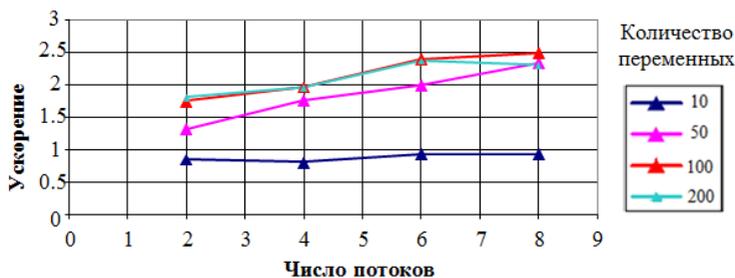
Рассмотрим результаты вычислительных экспериментов, полученные с использованием следующей инфраструктуры: AMD Opteron(tm) Processor 4171 HE 2.10 GHZ (8 cores); память 14 Gb; OS Microsoft Windows 7; среда разработки Microsoft Visual Studio 10.0.

В таблице представлены результаты вычислительных экспериментов при следующих фиксированных параметрах: количество ограничений системы – 200; количество критериев $q_0 = 10$, $p = 3$. В таблице использованы обозначения: n – количество переменных; t_l – время решения задачи (сек) в случае l потоков, запускаемых при решении задачи, $l \in \{1, 2, 4, 6, 8\}$; a_m – ускорение параллельного алгоритма, в случае m потоков, запускаемых при решении задачи, $m \in \{2, 4, 6, 8\}$.

Результаты вычислительных экспериментов

<i>n</i>	<i>t₁</i>	Параллельный алгоритм							
		2 потока		4 потока		6 потоков		8 потоков	
		<i>t₂</i>	<i>a₂</i>	<i>t₄</i>	<i>a₄</i>	<i>t₆</i>	<i>a₆</i>	<i>t₈</i>	<i>a₈</i>
10	0.036	0.042	0.84 4	0.045	0.80 1	0.038	0.93 0	0.038	0.93 6
50	1.853	1.410	1.31 3	1.054	1.75 9	0.928	1.99 8	0.796	2.32 7
10 0	14.29 2	8.189 4	1.74 5	7.306	1.95 6	5.978	2.39 1	5.736	2.49 2
20 0	45.65 2	25.40 8	1.79 7	23.42 8	1.94 9	19.30 1	2.36 5	19.88 2	2.29 6

На рисунке изображен график, позволяющий сравнить последовательную и параллельную версии алгоритма решения.



Зависимость ускорения от числа потоков

Анализируя результаты, представленные в таблице и на рисунке, отметим, что при $n=10$, применение параллельного алгоритма неэффективно, при $n=50$ ускорение параллельного алгоритма в среднем хуже, чем ускорение при $n=100$ и $n=200$, что говорит о нецелесообразности применения параллельного алгоритма при небольшом количестве переменных. Максимальное ускорение параллельного алгоритма составило около 2.5 при 8 запускаемых потоках.

Литература

1. Прилуцкий, М.Х. Иерархические системы древовидной структуры с затратами / М.Х. Прилуцкий, У.С. Кулакович // Системы управления и информационные технологии. – 2015. – № 2(60). – С. 61–67.
2. Прилуцкий, М. Х. Распределение ресурсов в иерархических системах древовидной структуры с горизонтальными и вертикальными связями / М.Х. Прилуцкий, У.С. Кулакович // Системы управления и информационные технологии. – 2015. – № 3.1(61). – С. 166–171.
3. Прилуцкий, М.Х. Распределение ресурсов в иерархических системах транспортного типа с интервальными значениями критериев оптимальности / М.Х. Прилуцкий, У.С. Колосовская // Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона». – 2015. – № 3. – 14 С.

Нижегородский государственный университет имени Н.И.
Лобачевского

УДК 004.67

Н.Н. Чернышова, В.В. Кулыгин

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Рекомендательные системы (в дальнейшем РС) — это программный комплекс алгоритмов, которые пытаются предсказать, какие объекты будут интересны пользователю. Выводы делаются на основании определенных данных о профиле пользователя (интересах, истории просмотров, оценках).

В настоящее время РС широко распространены. Например, Amazon –рекомендует книги и другие товары. Основа бизнеса Netflix – аренда фильмов. Last.fm и Pandora рекомендуют музыку. Они придерживаются разных стратегий рекомендации: Last.fm использует “внешние” данные о музыке – автор, стиль, дата, тэги и т.п., а Pandora основывается на “содержании” музыкальной композиции. Google, Yahoo!, Яндекс формально являются поисковиками, которые пытаются предсказать, насколько данный документ релевантен данному запросу, а рекомендатели – пытаются предсказать, какой

рейтинг данный пользователь поставит данному продукту. Однако у ведущих поисковиков есть много проектов, основанных на РС – например, Yahoo!Music.

Традиционно РС разделяют на четыре типа: коллаборативная фильтрация (collaborative filtering) - рекомендации на основе оценок других пользователей; основанные на контенте (content-based) - рекомендации на основе данных, собранных о каждом конкретном объекте; основанные на знаниях (knowledge-based) - рекомендации, основанные на знаниях о предметной области (а не о каждом объекте); гибридные (hybrid). Различные подходы к разработке РС зависят от: доступных данных о пользователях и рекомендуемых объектах, видов явной и неявной деятельности пользователей, предметной области. При этом целью классической РС является рекомендация объектов, ранее неизвестных пользователю, но ему полезных или интересных в текущем контексте. На эту цель РС, могут быть разные точки зрения, обуславливающие разные критерии оценки успешности РС. Идеальная РС для построения рекомендаций использует данные о текущем пользователе, о поведении всех пользователей в целом, о свойствах рекомендуемых объектов и о контексте текущего интереса пользователя.

Рассмотрим более подробно особенности коллаборативной фильтрации (в дальнейшем КФ). Методы КФ генерируют рекомендации на основе данных об оценках или использовании объектов безотносительно к характеристикам конкретного товара. В основе КФ объектов, как и в основе контентных систем, лежит идея о том, что интерес к определенному объекту есть показатель того, что пользователю также будет интересен и другой объект. Для того, чтобы получить рекомендации, системы КФ объектов увязывают две основных сущности: пользователей и объекты. Простейший способ связи – это явно указанный пользователем рейтинг (оценка) объекта. Таким образом строится матрица пользователь – объект. Пусть P – множество пользователей, T – множество объектов(товаров). Мощности множеств соответственно равны n и m . Строится матрица оценок пользователями товаров O , где элемент матрицы o_{ij} представляет оценку i -м пользователем j -ого товара. Пусть пользователь u смотрит товар g . РС будет советовать ему товар, который больше всего похож на g . Простейшей мерой близости является косинус угла между соответствующими векторами оценок

для товаров пользователями. Считаем вектор близости товара g ко всем остальным товарам. Максимальное значение компоненты вектора близости соответствует товару, который больше всего похож на товар g .

Рассмотрим ситуацию, когда пользователь u оценил не все товары, т.е. в матрице O есть отсутствующие элементы в u – ой строке. Находим ближайших к пользователю u пользователей. Снова воспользуемся косинусной метрикой. При вычислении скалярного произведения и модулей векторов учитываем только те товары, которые оценил пользователь u . После нахождения всех расстояний выберем $k=2$ ближайших по этому расстоянию к пользователю u . Тогда в качестве приближения к оценке пользователя u товара номер i (неоцененного ранее) можно взять среднее из оценок двух ближайших посетителей.

Вместо самих оценок полезно использовать приведенные и нормализованные для каждого пользователя оценки:

$$h(o_{hi}) = \frac{o_{hi} - \delta_h}{s_h}$$

где δ_h – среднее значение оценки, которую дал товарам данный пользователь, а s_h – масштабирующий коэффициент. Его можно выбрать равным стандартному отклонению оценок данного пользователя или приводящим оценки к интервалу $[-1,1]$. Применяя модифицированную косинусную метрику, нормализуя оценки к интервалу $[-1,1]$ и используя взвешенные на расстояние между пользователями оценки, получаем модифицированную матрицу оценок расстояния пользователей с пользователем u . Теперь берем двух ближайших к пользователю u соседей и подсчитываем приведенные оценки товаров для него. Таким образом находится товар, который нужно порекомендовать пользователю u .

Изложенный алгоритм используется в разработке РС для музыкального web-сервиса Music-cloud. Music-cloud является аналогом известных и популярных сервисов, таких как: Spotify, Pandora, Sound cloud, Stereomood. В совокупности данные сервисы предоставляют широкий функционал по прослушиванию музыки. Однако Music-cloud ставит перед собой задачу объединения функционала нескольких сервисов в единую централизованную систему. Сервис ориентирован не только на прослушивание музыки, но и на её загрузку в сеть, как в SoundCloud. Музыку можно отыскать

по исполнителю, альбому, жанру, плейлисту, а также поделиться этой музыкой, отдельной композицией или плейлистом с другими пользователями, как в сервисе Spotify. Существует возможность получать музыкальные композиции, которые соответствуют настроению, как в Stereomood. И наконец, сервис имеет собственную РС, учитывающую вкусы пользователя, как в Pandora. Дополнительно сервис предоставляет функционал социальной сети для возможности общения пользователей друг с другом внутри сервиса.

При разработке РС [1], после сбора статистических данных, возникает проблема хранения и обработки этих данных для последующих расчетов по вышеописанному алгоритму. Задача заключается в отыскании среди множества элементов, расположенных в метрическом пространстве, элементов близких к заданному, согласно некоторой заданной функции близости, определяющей это метрическое пространство. В нашем случае, объекты представляются в виде многомерных векторов, а в качестве функции близости используется скалярное произведение векторов. Для решения этой задачи можно использовать следующие алгоритмы: диаграммы Вороного, KD-дерева, BSP-дерева, дерева покрытий, VP-дерева, R-дерева. Сервис Music-cloud использует алгоритм разбиения пространства с помощью построения KD-дерева. Поиск основан на обычном спуске по дереву, когда каждый узел проверяется на диапазон. Если медианы узла меньше или больше заданного диапазона в данном пространстве, то обход идет дальше по одной из ветвей дерева. Если же медиана узла входит полностью в заданный диапазон, то нужно посетить оба поддерева. Поиск ближайшего элемента [2] разделяется на две подзадачи: определение возможного ближайшего элемента и поиск ближайших элементов в заданном диапазоне.

В настоящее время реализован весь базовый функционал серверной части Music-cloud и средства сбора статистики. Для серверной части используется следующий стек технологий: Java 8, Spring 4 (Spring MVC, Spring Data, Spring Security), Hibernate 4, система сборки - Maven 3, сервер приложений - Tomcat 9.0, СУБД - PostgreSQL 9.6, развертывание окружения на виртуальной машине - с помощью Vagrant. В настоящее время идет разработка самой РС и клиентской части приложения Music-cloud. Взаимодействие между серверной и клиентской частью происходит по протоколу REST. В

качестве системы контроля версий используется Git, проект расположен в публичном репозитории на Github.com.

Литература

1. Авхадеев Б.Р., Воронова Л.И., Охупкина Е.П. Разработка рекомендательной системы на основе данных из профиля социальной сети «ВКонтакте» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-rekomendatelnoy-sistemy-na-osnove-dannyh-iz-profilya-sotsialnoy-seti-vkontakte> (дата обращения 11.04.17)

2. Могилко А. А. Параллельный алгоритм поиска ближайшей точки в радиусе - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/624368.html> (дата обращения 11.04.17)

Нижегородский госуниверситет им. Н.И.Лобачевского,
г. Нижний Новгород

УДК 519.854.3

Е.А. Неймарк

ФОРМИРОВАНИЕ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОРТФЕЛЯ ПРИ ПОМОЩИ ГИБРИДНЫХ АЛГОРИТМОВ

Портфель ценных бумаг – это инструмент, при помощи которого банк или любой другой инвестор может достигнуть тех инвестиционных целей, которые необходимы для сбалансирования рисков и доходов. В данной статье, однако, мы не будем рассматривать вопросы сбалансированности инвестиционного портфеля, а затронем только вопрос его формирования, то есть приобретения доходных бумаг, с точки зрения баланса стоимости и доходности, учитывая в то же время ограниченность бюджета инвестиций.

Поставим задачу формирования инвестиционного портфеля в терминах математического программирования. Пусть имеется набор из n инвестиционных бумаг с различной стоимостью ($w_i > 0, i = \overline{1, n}$) и уровнем дохода ($p_i > 0, i = \overline{1, n}$). В рамках нашей модели мы фиксируем доходность бумаги на определенный момент времени (время покупки бумаги) и считаем ее неизменной, кроме того, считаем, что каждая из ценных бумаг может быть представлена в

портфеле только один раз. Из данного набора требуется сформировать инвестиционный портфель (приобрести ценные бумаги) таким образом, чтобы суммарная доходность бумаг была наибольшей, при этом сумма вложения не превышала бюджет инвестирования (W_{max}).

В такой постановке задача формирования инвестиционного портфеля является классической целочисленной задачей о ранце.

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i \rightarrow \max; \sum_{i=1}^n w_i x_i \leq W; x \in \{0,1\}, i = 1,2,\dots,n$$

В качестве метода решения задачи формирования инвестиционного портфеля будем рассматривать генетический алгоритм. Данный алгоритм относится к классу алгоритмов поисковой оптимизации и хорошо зарекомендовал себя при решении различных оптимизационных задач [1,2]. В то же время, генетический алгоритм достаточно чувствителен к таким деталям как: выбор способа кодирования решений исходной задачи, методы обработки ограничений и реализация конкретных операторов.

В рамках данной работы мы рассмотрим несколько классов задач формирования инвестиционного портфеля и проанализируем какие параметры генетического алгоритма приводят к наиболее эффективному решению задачи каждого класса.

Задачи разделяются в зависимости от наличия корреляции между стоимостью и доходностью ценной бумаги (в большинстве реальных задач такая зависимость существует). В первый класс попадают задачи, в которых корреляция отсутствует, некоррелированные задачи, как правило, легко решаются, однако на практике такие задачи встречаются довольно редко. Второй и третий класс: задачи со слабой и сильной корреляцией соответственно. Четвертый класс – задачи с подсуммами, эти задачи возникают, когда доходность и стоимость одного из элементов является линейной функцией веса и стоимости нескольких других, например, ценная бумага является деривативом других ценных бумаг.

Для выделения параметров генетического алгоритма, позволяющих наиболее эффективно находить решения задач каждого класса, была выполнена программная реализация алгоритма и использовано по 20 примеров для задачи каждого класса. Для каждой тестовой задачи было найдено точное решение методом полного перебора.

Поскольку генетический алгоритм является случайным, то мы не можем ожидать от него нахождения точного решения в 100% случаев, следовательно, необходимо так подобрать параметры, чтобы вероятность достижения оптимального решения была как можно выше. По результатам эксперимента выявлены наборы параметров генетического алгоритма для каждого класса задач, позволяющие найти оптимальное решение с вероятностью, превышающей 80%.

Наиболее трудными для решения оказались задачи второго и третьего класса, здесь вероятность нахождения решения удалось повысить только, увеличив численность популяции и число итераций. Результаты эксперимента приведены в таблице (табл.1). Параметры генетического алгоритма в табл.1 обозначены следующим образом: начальная популяция: 1 – жадный, 2- случайный; кроссовер: 1- однородный, 2- двучечный; мутация: 1- точечная, 2- инверсия, 3- сальтация; селекция: 1-турнир, 2- линейная ранговая. Решения кодировались бинарным вектором. В табл. 2 приведены значения вероятности нахождения оптимума на параметрах, приведенных для каждого класса задач в табл.1.

Таблица 1

Подбор параметров генетического алгоритма

Параметры генетического алгоритма	Класс задачи			
	Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 4
<i>Начальная популяция</i>	1	2	1	1
<i>Кроссовер</i>	1	1	2	1
<i>Мутация</i>	1	1	2	3
<i>Селекция</i>	2	1	1	2
<i>Численность популяции*число итераций</i>	2000	5000	5000	1200

Таблица 2

Вероятность нахождения оптимума на подобранных параметрах

	Класс задачи			
	Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 4
Вероятность	0.97	0.81	0.83	0.93

Таким образом, при помощи подобранных параметров можно с достаточным уровнем надежности решать задачу формирования инвестиционного портфеля.

Литература

1. Неймарк Е.А. Улучшение качества начальной популяции эволюционно-генетического алгоритма для задачи коммивояжера [Текст]/ Е.А. Неймарк // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. Выпуск 50. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2017. – 69-73сс.

2. Неймарк Е.А. Решение задачи загрузки уникального оборудования при помощи популяционно-генетического алгоритма. [Электронный ресурс]/ Е.А. Неймарк // Инженерный вестник Дона (электронный журнал). Т. 2. № 1. 2015.

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского
Национальный исследовательский университет

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В БИМЕДИЦИНСКИХ СИСТЕМАХ, ЗДРАВООХРАНЕНИИ И ЭКОЛОГИИ

УДК 681.3

Е.Н. Коровин, Е.А. Гудантова

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЦЕНТРА ЛЕЧЕБНОЙ ФИЗКУЛЬТУРЫ И СПОРТИВНОЙ МЕДИЦИНЫ

Организационная структура Воронежского областного клинического центра лечебной физкультуры и спортивной медицины «Реабилитация» представлен на рис. 1. Центр лечебной физкультуры и спортивной медицины возглавляется главным врачом, назначаемым органом управления здравоохранения территории.

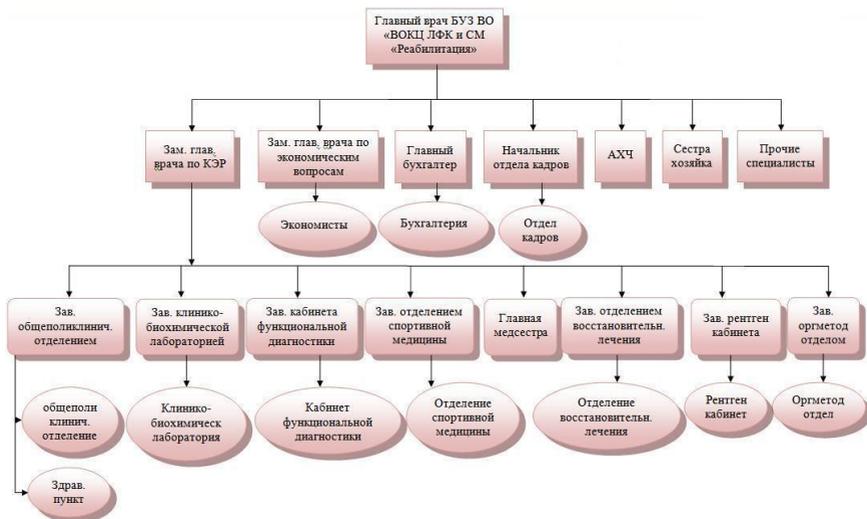


Рис. 1. Организационная структура ВОКЦ ЛФК и СМ «Реабилитация»

ВОКЦ ЛФК и СМ «Реабилитация» осуществляет следующие задачи и функции:

- медицинское обеспечение лиц, занимающихся спортом и ЛФК;

- проведение медицинских обследований прикрепленного спортивного контингента, включая: углубленное медицинское обследование (далее УМО), этапное медицинское обследование (далее ЭМО), предсоревновательные медицинские обследования, текущие медицинские обследования (ТМО);

- проведение медицинского контроля при проведении врачебно-педагогических наблюдений в спортивных, образовательных и иных организациях;

- проведение медико-санитарного обеспечения спортивных соревнований и спортивно-массовых мероприятий, медицинской реабилитации и восстановительного лечения прикрепленного спортивного контингента;

- проведение специалистами Центра консультативных осмотров учащихся образовательных учреждений с целью определения медицинской группы для занятий физической культурой в сложных случаях;

- разработка и внесение предложений по оптимизации и повышению эффективности медицинского обеспечения лиц, занимающихся физической культурой и спортом, внедрение в практическую деятельность новых лечебно-диагностических технологий.

Рассмотрев деятельность работы ВОКЦ ЛФК и СМ «Реабилитация», можно выделить следующие методы повышения эффективности работы:

1. Модернизация. Различные варианты модернизации: от внедрения современного программного обеспечения, до замены медицинского оборудования на новое, более производительное.

2. Изменение системы менеджмента. Системы менеджмента качества приводятся в движение требованиями пациентов. Пациентам необходима продукция (услуга), характеристики которой удовлетворяли бы их потребности и ожидания.

Метод анализа иерархий является самым известным и удобным методом поиска оптимального решения той или иной задачи на основе суждений специалистов (т.е. на основе экспертных оценок). Суть метода заключается в том, что сначала определяется перечень критериев выбора и вес, т.е. важность каждого из этих критериев, а затем эксперты, участвующие в выборе, указывают для каждого из предложенных вариантов оценки по каждому критерию.

Интегральные оценки каждого из вариантов, полученные с учетом оценок по всем критериям, можно легко сравнить.

На рис. 2 представлена иерархическая структура, состоящая из факторов, акторов и мотивирующих целей, которые представлялись группе как оказывающие влияние на систему оказания медицинской помощи и профилактики больным.



Рис. 2. Иерархия плана развития деятельности Центра

Таким образом, применяя систему менеджмента качества и метод анализа иерархий, можно повысить качество и эффективность работы ВОКЦ ЛФК и СМ «Реабилитация».

Литература

1. В.И. Дюровский, Спортивная медицина. Учебник для студентов ВУЗ-ов. М.:Гуманит. изд.центр. ВЛАДОС, 2003г- 138 с.
2. Коровин Е.Н., Родионов О.В., Федорков Е.Д. Алгоритмизация информационной поддержки принятия управленческих решений на основе многовариантного моделирования и прогнозирования в социальной сфере региона: монография. Воронеж: Воронеж. гос. техн. ун-т, 2002. 110 с.

ВОЗМОЖНОСТИ ИНФОГРАФИКИ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Потребность в здоровье носит всеобщий характер, она присуща не только отдельным индивидам, но и обществу в целом. При этом общественное здоровье является важным критерием для осуществления управления здравоохранением. Основные факторы, влияющие на здоровье населения, представлены на рис. 1.

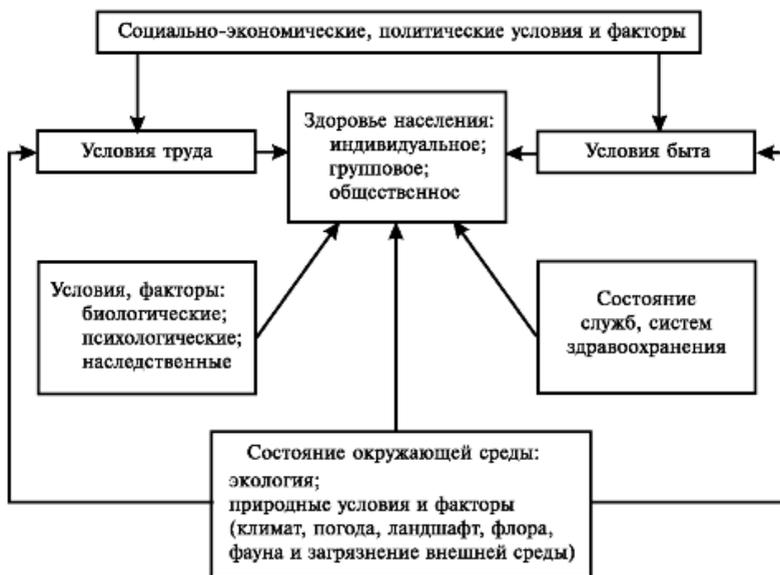


Рис. 1. Классификация факторов, влияющих на здоровье населения

Данные факторы формируют так называемые социальные болезни, имеющие большое значение для жизни общества и являющиеся опасными для населения. К основным признакам такого рода заболеваний можно отнести:

- массовость заболевания,
- высокие темпы ежегодного прироста количества больных,

- ограничение полноценного функционирования больного в социуме при наличии такого заболевания,
- опасность заболевания для окружающих.

Правительство РФ разработало перечень социально значимых заболеваний, согласно МКБ 10. На рис. 2 показано инфографическое представление социально-значимых заболеваний.

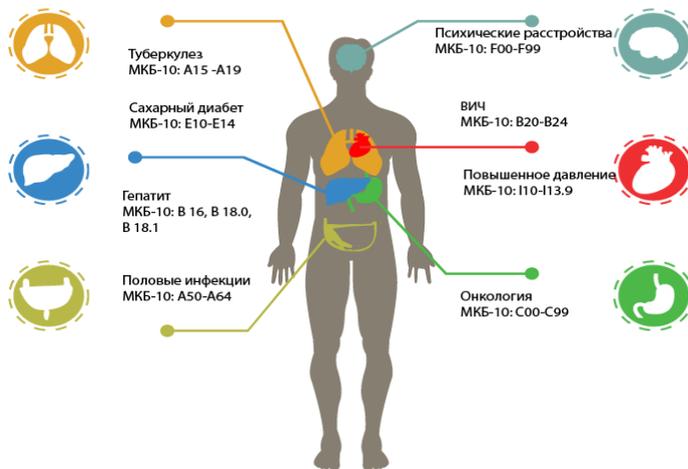


Рис. 2. Социально-значимые заболевания

Статистическая информация является важнейшим элементом мониторинга заболеваемости населения, позволяя при правильном выборе метода анализа исходных данных определить динамические характеристики изучаемого процесса и осуществить прогнозирование будущих значений. На этом базируется процесс управления и организация здравоохранения во всех странах мира. Вся информация, имеющая медицинскую значимость, обрабатывается и анализируется с помощью медицинской статистики. Для более удобного восприятия информации применяются различные способы визуализации: построение графиков, диаграмм и схем. Применим для этих целей и метод инфографики - графический способ быстрой и чёткой подачи сложной информации, данных и знаний. В связи с этим актуальной является разработка подсистемы мониторинга, позволяющей провести анализ и представление медицинских статистических данных в форме инфографики, обеспечивающей когнитивное восприятие требуемой информации широкому кругу пользователей (рис. 3).

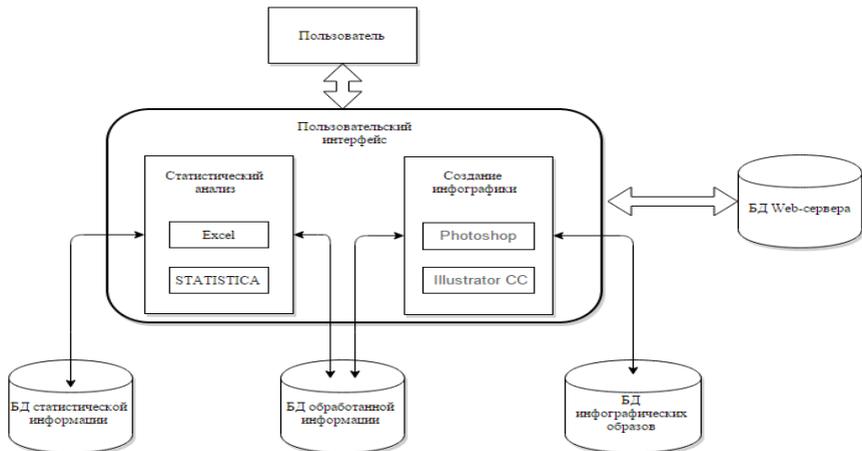


Рис. 3. Схема подсистемы медицинского мониторинга

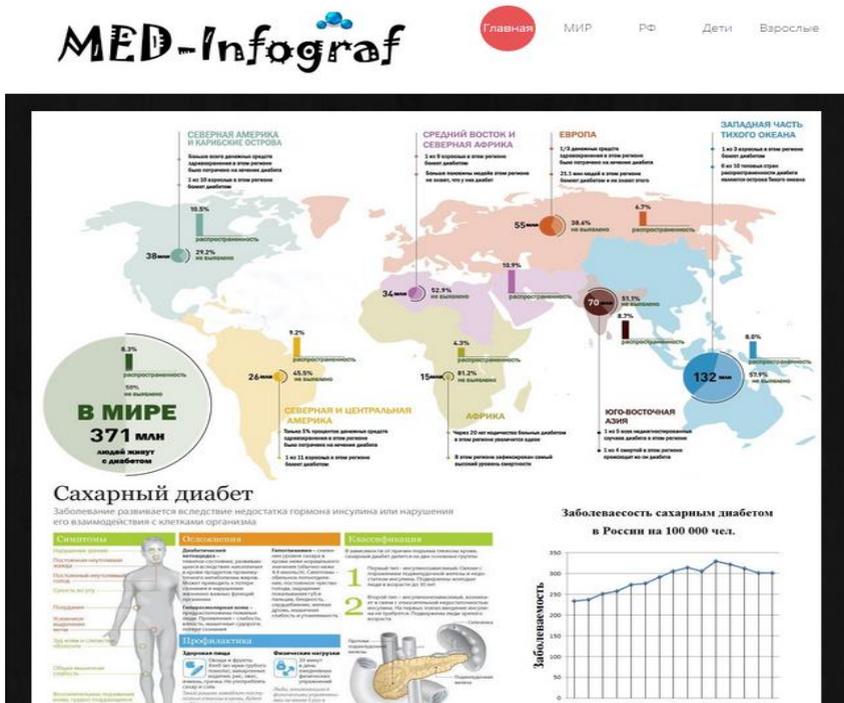


Рис. 4. Пример инфографического представления

Инфографика совершенствует процесс восприятия информации, объясняет сложную информацию в простых образах, а также передает данные в компактной и интересной форме.

Оперативный сбор данных и возможность их динамического отображения в Интернете привело к расширению спектра программ по созданию инфографических проектов и сформировало особую среду для инфографики. Разработка веб-приложений - это общий термин для процесса создания веб-сайтов. Веб-страницы создаются с использованием современных методов HTML, CSS и JavaScript. Основными этапами процесса разработки являются веб-дизайн, вёрстка страниц, программирование для веб на стороне клиента и сервера, а также конфигурирование веб-сервера.

Литература

1. Гордеева, О.И. Разработка моделей здоровья на основе системного подхода для оценки и анализа состояния здоровья студентов [текст] / Н.И. Лицман, О.И. Гордеева, О.В. Родионов // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. - 2005. - Т. 4. № 3. - С. 320-322.

2. Гордеева, О.И. Системный анализ и принятие решений [текст]: учебное пособие / О. И. Гордеева, О. В. Родионов / ГОУВПО "Воронежский гос. технический ун-т". – Воронеж: Изд-во ВГТУ. - 2006. - Том Ч. 1.

3. Муратова, О.И. Обзор современных методов и инструментов управления качеством медицинской помощи [текст] / О.И. Муратова, О.В. Родионов // Управление в биомедицинских, социальных и экономических системах: межвузовский сборник научных трудов. Воронеж. - 2014. - С. 93-98.

4. Муратова, О.И. Практическая информатика [текст]: учебное пособие / О.И. Муратова, О.В. Родионов / ФГБОУ ВПО "Воронежский гос. технический ун-т". – Воронеж: Изд-во ВГТУ. - 2012.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

ПОДСИСТЕМА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Разработанная программная подсистема ориентирована на пользователей, ведущих мониторинг качества водных ресурсов региона, позволяет организовать удобную работу с прибором «электронный нос» для оперативного анализа проб воды, хранения, обработки полученных данных и наглядного их представления на географической карте.

Качество воды, полученное по взятой пробе, отмечается на географической карте цветом, отражающим степень загрязнённости воды исследуемой местности [1, 2].

Подсистема обрабатывает данные проб воды с помощью «электронного носа», состоящего из набора сенсоров, каждый из которых настраиваемых на определение значения определенного показателя, характеризующего качество воды.

Электронный нос позволяет обнаружить летучие органические соединения, примеси в образцах воды, определить их абсолютные значения и, сравнивая с предельными допустимыми значениями, оценить качество воды [2].

Программное приложение на каждом из этапов своей работы взаимодействует с базой данных, построенной на основе Microsoft SQL Server 2012, одной из мощнейших систем управления базами данных [3].

Схема базы данных приложения представлена на рис. 1. Таблица Data хранит данные измерения показателей пробы воды сенсором, по которым анализируется ее качество посредством сравнения с предельно допустимыми значениями показателей, хранимыми в таблице NormIndicate. Пробы воды (табл. Measures) классифицированы по группам и категориям воды (табл. GroupTree) и содержат адрес их забора (табл. Address). Сенсоры электронного носа могут настраиваться на измерение определенного показателя, количество сенсоров носа может варьироваться, и эти настройки сохраняются в таблицах Sensors, MaskData и MeasureProfileData.

По результатам анализа пробы вычисляется оценка качества воды и отображается в виде маркера соответствующего цвета (зелёного, жёлтого, красного) на географической карте.

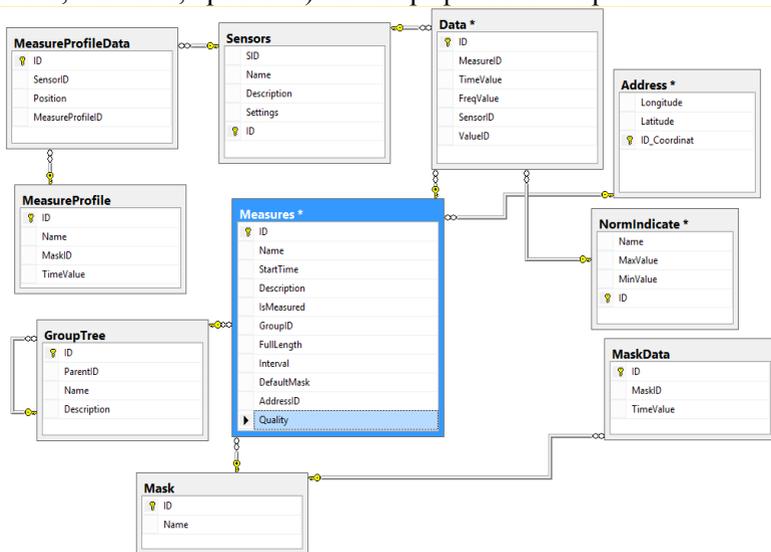


Рис. 1. Схема базы данных

Интерфейс программного приложения представлен на рис. 2.

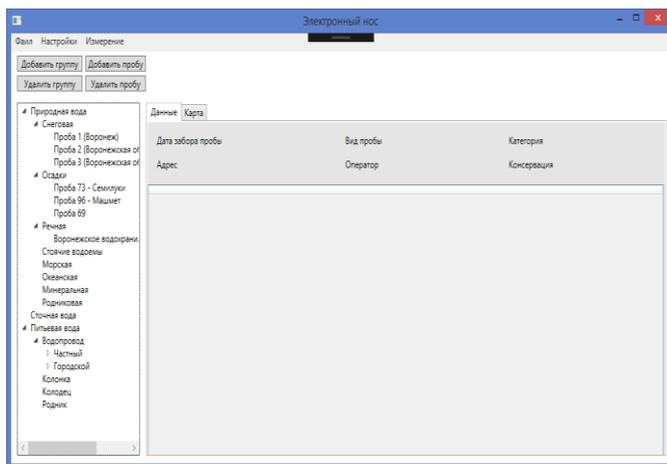


Рис. 2. Главное окно программной подсистемы

На рис. 3 показан пример отображения результатов анализа по пробе осадков, взятой около многоэтажного дома. Анализ пробы проводился по следующим показателям: водородный показатель, растворенный кислород, ионы аммония/азот аммонийный, нитрит-ионы/азот нитритов, железо общее, медь. Оценка полученных измерений показала завышенные значения показателей по меди и железу, в результате чего установлен красный маркер на карте.

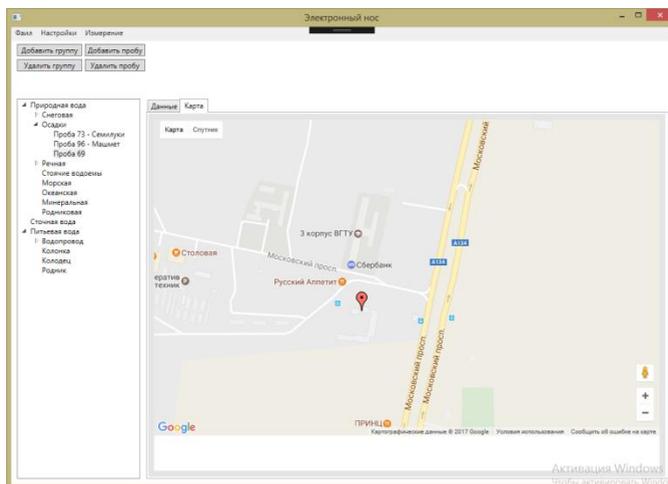


Рис. 3. Отображение результата анализа пробы воды

Литература

1. Кучменко, Т.А. Химические сенсоры на основе пьезокварцевых микровесов. В монографии «Проблемы аналитической химии». Т. 14 / Под ред. Ю.Г. Власова. 2011. 102-105 с.
2. Кучменко. Т.А. Инновационные решения в аналитическом контроле: учеб. пособие / Т.А. Кучменко. Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., ООО «СенТех»: 2009. 110 с.
3. Система управления базами данных Microsoft SQL Server 2012 [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.lankey.ru/kis/sql-server/>

Воронежский государственный технический университет

ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОБИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Мониторинг физического развития представляет собой систематическое отслеживание антропометрических параметров. Мониторинг является непрерывным и продолжительным процессом с обратной связью, что позволяет фиксировать состояние процессов, осуществлять их прогноз и коррекцию на основе полученной информации, принимать управляющие решения. Именно оценка физического развития детского организма позволяет обнаружить многие заболевания на раннем этапе, оценить необходимость введения прикорма, увеличения физической нагрузки, изменения диеты, а также влияния других факторов. Установление достигнутого уровня физического развития незаменимо при оценке риска развития ожирения и других патологий.

Популяционный мониторинг физического развития позволяет оценить влияние социальных условий, экономических различий, окружающей среды на развитие и здоровье детей, планировать проведение целевых программ по улучшению здоровья населения. Проведение мониторинга включает следующий ряд этапов, представляющих процесс извлечения знаний из данных: проведение с определенной периодичностью сбора данных о важнейших характеристиках подсистем и элементов изучаемой большой системы; обработка полученных данных с использованием различных методов анализа; систематизация и упорядоченное хранение полученных данных и результатов анализа; интерпретация результатов для реализации функций системы управления – прогнозирование и принятие решений.

Все множество возможных прикладных задач диагностирования физического развития может быть сведено к четырем типам: классификация достигнутого уровня развития; сравнение неоднородных по различным факторам групп; вычисление референтных интервалов, критериальных уровней; прогнозирование физического развития.

Базовым знанием для всех прикладных проблем являются справочные или стандартные показатели физического развития, а

полученные результаты различаются способом актуализации, который напрямую зависит от проблемной ориентации решаемой задачи.

Скрининг тесты или оценка физического развития на индивидуальном уровне основывается на некоторых средствах сравнения с так называемым эталонным (справочным) показателем для ребенка того же возраста и пола [1]. Эти справочники представляются в виде таблиц или графиков, отражающих описательные статистики – среднее и стандартное отклонение или сигмальное отклонение либо процентильные значения. Так как диагностирование основывается на сопоставлении, то эффективно применение диаграмм развития – как наглядный и простой способ отнесения наблюдения к одному из критериальных диапазонов. На рисунке представлен пример реализации скрининг диагностики физического развития с помощью специально разработанного мобильного приложения.

Оценка физического развития

Пол Жен. Муж.

Дата рождения 05.12.2006

Дата измерения 01.10.2017

Длина тела, см 152

Масса тела, кг 40

Мальчик, возраст 10,8 лет

	Значение	Z-Score	Процентили
Длина тела	152	1,42	92
Масса тела	40	0,55	71

ОЧИСТИТЬ ФОРМУ

Оранжевый: сниженный/
повышенный

ДАЛЬШЕ

Рабочее окно мобильного приложения по индивидуальной оценке физического развития

Все это многообразие вариантов актуализации мониторинга физического развития обеспечивают LMS-модели. На их основе могут быть быстро и любыми программными средствами построены диаграммы, получены оценки развития по различным шкалам, осуществлено прогнозирование рисков. Для построения модели и ее оперативной коррекции необходимо формирование базисной выборки

из постоянно накапливаемых и обновляемых в ходе мониторинга данных [2]. Оптимальные условия для проведения мониторинга обеспечивает применение современных информационных технологий, который позволяют эффективно организовать весь процесс от сбора и упорядоченного хранения полученных данных до их актуализации. На современном этапе становится актуальным комплексное развитие информационной инфраструктуры организаций на основе информационно-аналитических технологий хранилищ данных. Характерной особенностью хранилищ является категорирование данных в соответствии с предметными областями, которые оно описывают, а не приложениями, которые их используют. Применение этой технологии гарантирует, что одинаковые отчеты, сгенерированные для различных целей, будут содержать одинаковые результаты и можно восстановить историю данных на любой момент времени.

Пока технология хранилищ данных активно развивается только в бизнесе-сфере. Концентрация информации с целью извлечения знаний для оперативного анализа, долгосрочного планирования и прогнозирования физического развития не менее важна.

Использование технологии хранилищ данных обеспечивает процесс интеграции всех составляющих мониторинга и обеспечивает его конечную цель – актуализацию мониторинговой информации для прогнозирования и принятия на этой основе управленческих решений, а также позволяет распространять полученную извлеченную информацию для использования на различных уровнях организационной системы. Одной из проблем, возникающих при интеграции данных, является определение формата, структуры, источника данных и способа расчета по ним того или иного показателя. Это требует добавления специального компонента – метаданных, представляющих информацию об основных типах, элементах, структуре, процессах преобразования и методах доступа к данным. Все программы, обслуживающие или использующие хранилище данных, должны иметь доступ к ним. Хранилище данных предназначено в первую очередь для обеспечения разнообразных функций и инструментов, реализующих непрерывный процесс создания, эксплуатации, постепенного расширения и изменения информационной системы. Основными компонентами такой среды являются программы доступа к источникам данных, инструменты

преобразования оперативных и внешних данных, сервер базы данных хранилища, программа управления хранилищем и банк метаданных (репозиторий). Обеспечение корректности накапливаемых данных можно осуществить контролем ввода с использованием значений основного справочника, полученного средствами актуализации самого хранилища данных.

Эффективность управленческого мониторинга связана с правильной постановкой цели его проведения и использования его результатов. Качество и оперативность принимаемых управленческих решений в большой степени зависит от содержания, достоверности и своевременности получения информации. Предложенная схема упорядочивания информационных потоков осуществляет объединение процесса сбора, накопления, хранения и актуализации информации в единую взаимосвязанную систему, основанную на обобщенной LMS-моделе. В которой процессы сбора, накопления и хранения могут просто решаться стандартными средствами разработки и проектирования хранилищ данных, а актуализации накопленных данных осуществляться прикладным программным обеспечением, разработанным в соответствие с конкретными потребностями [3].

Литература

1. Минакова О.В. Современные измерения региональных справочных показателей длины и массы тела детей и подростков Воронежской области /О.В. Минакова, О.А. Жданова, Т.Л. Настаушева // Системный анализ и управление в биомедицинских системах – 2017. -№1. – С. 122-128.

2. Львович И.Я. Определение справочных показателей физического развития детей с применением LMS-метода/И.Я. Львович, О.В. Минакова, В.П. Ситникова //Вестник ВГТУ.-2010. - №10. – С .96-101.

3. Nastausheva T.L. Comparative Characteristics Of Children Physical Development In Voronezh Region Of The Russian Federation For 15. Open Medical Journal/Tatiana L. Nastausheva, Olga A. Zhdanova, Olga V. Minakova, Iya I. Logvinova, Lud-mila I. Ippolitov// Vol. 6, 2017. DOI: 10.15275/rusomj.2017.0102.

Воронежский государственный технический университет
Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н.
Бурденко

СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ, ОБРАБОТКИ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ СИСТЕМЫ AQUASTOK

Система AquaStok предназначена для передачи, обработки и визуализации данных, полученных с помощью анализатора паров «электронный нос», разработанного в воронежской технологической академии, который имитирует работу человеческого органа обоняния на основе матрицы разнородных сенсоров. «Электронный нос» обеспечивает синтез визуального образа специфической композиции пахучих веществ, содержащей до сотни различных химических соединений [1].

Система AquaStok позволяет структурировать, преобразовывать и оценивать данные анализа, отображать географическое местоположение взятия пробы и диаграмму результатов химического анализа, на основе которого формируется многокомпонентная оценка качества образца. Важной особенностью системы является непосредственное подключение исследовательского компьютера к анализатору с использованием пакета протоколов.

В процессе оценивания измеренные показатели приводятся к единой системе исчисления и вычисляются отклонения от предельно допустимых концентраций (ПДК), отображается маркер на карте с соответствующим цветом отклонения (красный – критическое отклонение, жёлтый – среднее отклонение и зелёный – допустимая норма), после чего формируется протокол (отчёт) с таблицей всех показателей, диаграммой и картой.

Программное обеспечение (рис. 1), реализованное на ЯВУ C#, работает в среде Microsoft Visual Studio, обеспечивая возможность одновременной работы нескольких локальных пользовательских станций. Пользовательские интерфейсы и графические приложения разработаны с помощью Windows Presentation Foundation (WPF) [2].

Для оперативного представления географических карт с целью отображения результатов исследования использовано приложение Google API maps, обеспечивающее постоянное обновление и достаточно точное представление местности. Это позволяет не хранить карты локально на компьютере пользователя, но требует постоянного подключения к интернету.

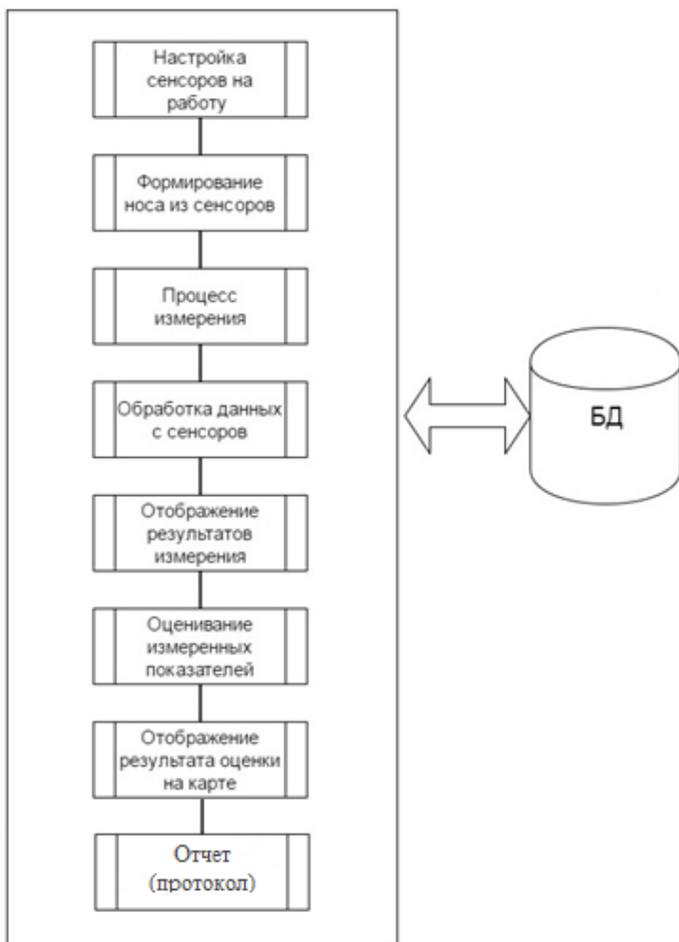


Рис. 1. Структура ПО

На левой части главной формы (рис. 2) интерфейса ПО располагается каталог, в котором можно посмотреть ранее проведенные измерения. Каталог формируется по основным папкам: природная, питьевая и т.д. Пробы собираются по адресам и датам.

В правой части главного окна предоставлена общая информация (дата, вид пробы, категория, адрес и д.р.) о пробе и список измеренных показателей.

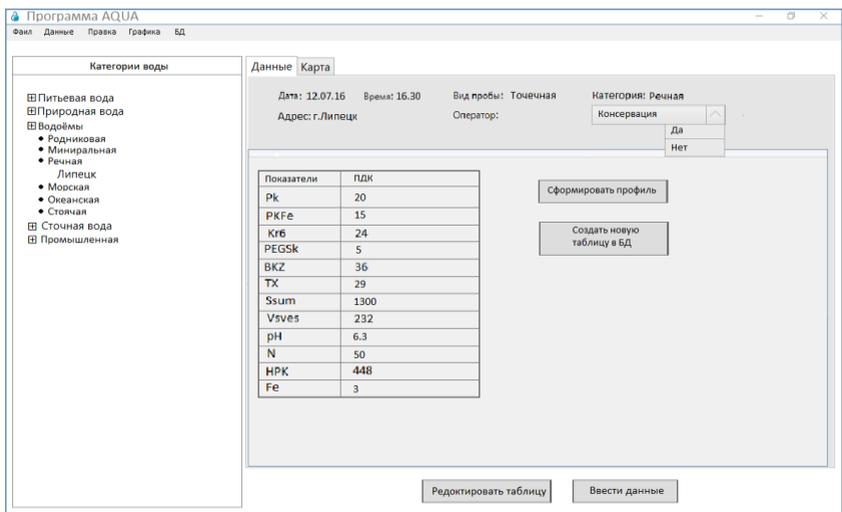


Рис. 2. Главное окно

Данные с сенсоров электронного носа вводятся в форму «Окно показателей» (рис. 3) автоматически, но при необходимости их можно вводить вручную. Все эти показатели сохраняются в БД и выводятся в виде отчёта в MS Word и MS Excel.

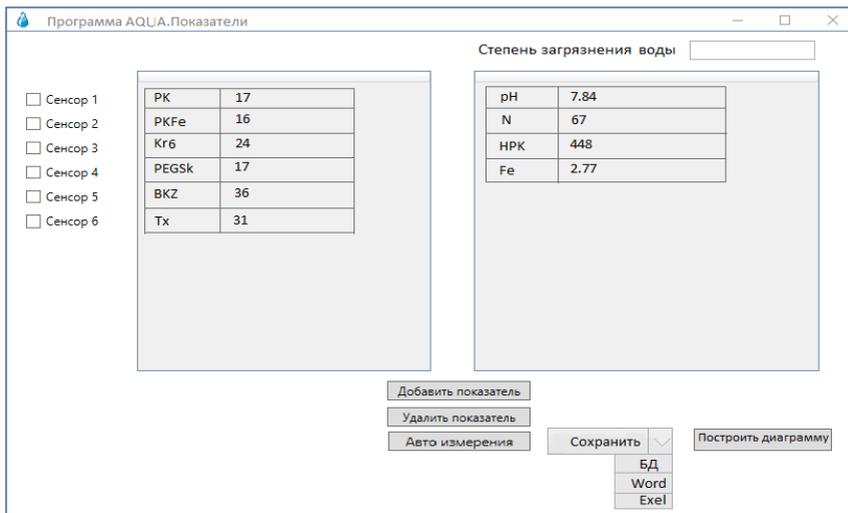


Рис. 3. Окно показателей

Данные сохраняются, обновляются и дополняются. Рисунки, графики могут выгружаться в другие документы. Предусмотрена функция управления рисунками.

Показатели нормируются и сопоставляются в единой системе координат, из чего формируется «Окно диаграммы» (рис. 4) как «интегральный отпечаток свойств» исследуемого образца [3].

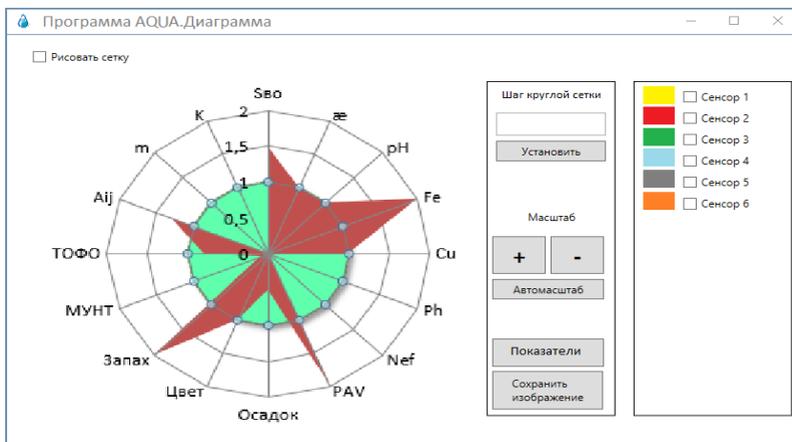


Рис. 4. Окно диаграммы

На основе этих результатов формируются «Окно карты», в котором указывается местоположение взятия пробы, и «Окно протокола», в котором содержится вся информация о пробе с итоговой оценкой.

Литература

4. Кучменко Т.А. Химические сенсоры на основе пьезокварцевых микровесов. В монографии Проблемы аналитической химии. Т. 14/ Под ред. Ю.Г. Власова. 2011. 102-105 с.
5. Троелсен, Э. Язык программирования С# 2010 и платформа .NET 4.0, 5-е изд. : -М. : ООО "И.Д. Вильямс", 2011. -1392 с.
6. Кучменко Т.А. Инновационные решения в аналитическом контроле: учеб. пособие / Т.А. Кучменко. Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., ООО «СенТех», 2009. 110 с.

Международный институт компьютерных технологий

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Значительная антропогенная нагрузка на окружающую среду в городах, большая концентрация производственных и транспортных сфер вызывает необходимость учета экологического фактора при развитии населенных пунктов. Применение геоинформационных систем в экологическом мониторинге состояния окружающей среды населенных пунктов помогает обеспечивать системный подход к анализу уровня загрязнения урбанизированных территорий, многовариантность картографирования, возможность создания новых видов электронных карт для принятия конкретных хозяйственных решений.

Целью исследования являлся пространственный анализ динамики приоритетных загрязняющих веществ в воздушном бассейне крупного промышленного города по сезонам года. Для пространственного отображения и анализа имеющихся данных по качеству атмосферного воздуха использовались геоинформационные технологии.

В качестве объекта исследования выбран город Воронеж, являющийся типичным для России крупным промышленным центром Центрального Черноземья, в котором проживает около 1 млн. человек. Город имеет разнообразную и насыщенную промышленную и социально-экономическую инфраструктуру, значительный автотранспортный парк, который вносит существенный вклад в загрязнение атмосферы.

Этапы информационного анализа экологической информации включают следующие стадии:

- сбор информации о состоянии воздушного бассейна (исследования проводились по среднесуточным концентрациям приоритетных загрязняющих веществ в промышленном центре);
- первичная обработка и структуризация;
- заполнение базы данных и статистический анализ;
- картографическое моделирование, исследование диапазонов отклика при различных воздействиях;
- экспертное оценивание;

- анализ неопределенности;
- выявление закономерностей и прогнозирование экологических последствий;
- принятие решений по ограничению воздействий на окружающую среду.

С помощью ГИС-технологий нами построены карты загрязнения атмосферного воздуха от присутствия приоритетных загрязняющих веществ по сезонам года за пятилетний период. Их анализ подтверждает, что степень загрязнения атмосферы в целом согласуется с уровнем техногенной нагрузки на городскую среду, а зоны наибольшего экологического риска приурочены к промышленно-транспортным микрорайонам (преимущественно юго-восточное левобережье города). В зимний период атмосферный воздух в городе менее загрязнен, но повышается удельный вклад в аэрогенное загрязнение диоксида серы и пыли из-за работы отопительных систем. Так, значительное увеличение в холодное время года поступления в атмосферу диоксида серы и взвешенных частиц вызвано работой тепловых сетей, котельных и изменением топливного баланса в теплоэнергетической промышленности [1].

Наибольшее загрязнение приходится на теплое время года, когда повышаются концентрации оксида углерода, диоксида серы, диоксида азота и пыли в основном за счет увеличения количества автомашин на улицах города (в районах двух автомагистралей по Московскому пр-ту и ул. Матросова) и формирования локальных «островов тепла» в центральном секторе города с пониженной турбулентностью и рассеивающей способностью атмосферы.

На основе детального пространственного анализа динамики концентраций загрязняющих веществ выделены статистически различающиеся 3 типа сезонной динамики загрязнения атмосферы по функциональному назначению городской застройки: 1) селитебно-промышленный, 2) селитебно-транспортный, 3) селитебно-рекреационный. В селитебно-промышленных микрорайонах наибольшее загрязнение атмосферы наблюдается в летний период года, что связано с формирующимися локальными «островами тепла». В транспортно-напряженных микрорайонах пик загрязнения смещается на осенний период, вследствие сезонного ухудшения рассеивающей способности атмосферы при увеличении частоты штилей и приземных инверсий в период с августа по октябрь. Селитебно-рекреационные микрорайоны отличаются относительно

равномерной сезонной динамикой загрязнения с некоторой тенденцией увеличения концентраций загрязняющих веществ в весенне-летний период на фоне снижения рассеивающей способности атмосферы из-за увеличения частоты приземных инверсий в мае [2] и летних «островов тепла».

Пространственный анализ подтверждает, что степень загрязнения атмосферы в целом согласуется с уровнем техногенной нагрузки на городскую среду и свидетельствует о формировании контрастных экологических районов с различной сезонной динамикой загрязнения атмосферного воздуха, а наиболее высокое загрязнение воздушного бассейна наблюдается летом в селитебно-промышленных микрорайонах города.

Таким образом, материалы, составляемые при экологических исследованиях, представляют интегрированную картографическую оценку природных условий в определенный временной отрезок в условиях сложившейся системы хозяйствования. Использование информационного подхода, базирующегося на новых информационных технологиях позволяет не только количественно описать процессы, происходящие в сложных эко- и геосистемах, но и, смоделировав механизмы этих процессов, научно обосновать методы оценки состояния различных компонентов окружающей природной среды.

Литература

1. Костылева Л. Н. Пространственный анализ загрязнения воздушного бассейна года Воронежа / Л. Н. Костылева, С. А. Куролап, С. И. Корыстин – Геоинформационное картографирование в регионах России: материалы Всероссийской научно-практической конференции / Воронежский государственный университет. – Воронеж: Изд-во «Истоки», 2009. – 278 с.

2. Назаренко А. В. Классификация синоптических процессов в целях геоэкологического мониторинга воздушного бассейна / А. В. Назаренко // Вестник Воронежского гос. университета. Серия География и Геоэкология. – 2006. – №1. – С.39–46.

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОДБОРА САЙТА ДЛЯ ЛИГАНДА С ПОМОЩЬЮ МОЛЕКУЛЯРНОГО ДОКИНГА

Технологии современной органической химии, например, создание новых лекарственных препаратов, чрезвычайно сложны, дороги и занимают много времени. Это обусловлено большой длиной и топологической сложностью молекул белка и разнообразием добавок (лиганд), которые предполагается использовать в качестве лечащего компонента. Осуществление подбора действенного лиганда с помощью химического эксперимента предполагает практически бесконечное число вариантов и за разумное время неосуществимо. По этой причине несколько последних десятилетий бурно развивается метод математического моделирования перспективного состава и топологической структуры новых химических соединений – молекулярный докинг. Он заключается в подборе состава и конфигурации химических молекул, доставляющих минимум энергетических функций (скоринг-функции). В основе математической модели химической молекулы лежит система N материальных точек массы m_i , удовлетворяющая уравнениям Ньютона

$$m_i \ddot{\mathbf{r}}_i = \mathbf{F}_i, \quad i \in \overline{1, N}.$$

Здесь \mathbf{r}_i – вектор положения i -го атома, $\mathbf{F}_i = \mathbf{F}(\mathbf{r}_1, \mathbf{r}_2, \dots, \mathbf{r}_N)$ – сила, действующая на него со стороны остальных атомов молекулы, которую можно рассчитать с помощью потенциальной энергии $U = U(\mathbf{r}_1, \mathbf{r}_2, \dots, \mathbf{r}_N)$ модельной молекулярной системы [1]:

$$\mathbf{F}_i = \mathbf{F}(\mathbf{r}_1, \mathbf{r}_2, \dots, \mathbf{r}_N) = - \frac{\partial U(\mathbf{r}_1, \mathbf{r}_2, \dots, \mathbf{r}_N)}{\partial \mathbf{r}_i}.$$

При моделировании белковых систем известные пакеты молекулярного докинга (DOCK, GOLD, FLEXX, FRED, AUTODOCK, LIGANDFIT и многие другие) используют потенциальную энергию $U = U_1 + U_2 + U_3 + U_4 + U_5 + U_6$ как сумму следующих силовых полей:

$$U_1 = \sum k_i^l (l_i - l_0)^2 \quad \text{– вклад валентных связей};$$

$$U_2 = \sum k_i^\theta (\theta_i - \theta_0)^2 \quad \text{– вклад валентных углов};$$

$$U_3 = \sum k_i^\varphi (1 \pm \cos(n_i \varphi_i)) \quad \text{– вклад торсионных углов};$$

$U_4 = \sum k_i^\psi (1 - \cos 2\psi_i)$ – вклад плоских групп;

$U_5 = \sum_{i>j} k_{ij}^v \left[\left(\frac{\sigma_{ij}}{|\rho_i - \rho_j|} \right)^{12} - \left(\frac{\sigma_{ij}}{|\rho_i - \rho_j|} \right)^6 \right]$ – вклад сил Ван-дер-Ваальса;

$U_6 = \sum_{i>j} k_{ij}^q \frac{q_i q_j}{|\rho_i - \rho_j|}$ – вклад сил Кулона;

$l_i, \theta_i, \varphi_i, \psi_i$ – валентные связи, валентные углы, торсионные углы и углы неплоских отклонений;

n_i – значения симметрий торсионных углов;

q_i, q_j – электрические заряды;

$k_i^l, k_i^\theta, k_i^\varphi, k_i^\psi, k_{ij}^v, k_{ij}^q, \sigma_{ij}$ – силовые постоянные.

В слагаемых U_{1-4} суммирование производится по всем N атомам, образующим полость в белке-реципиенте, доступную для размещения предполагаемого лиганда. В слагаемых U_{5-6} учитываются лишь достаточно близкие к сайтам размещения лиганда атомы. Подбор подходящей области представляет определённый произвол, так как охватить программой численного поиска минимумов скоринг-функции весь белок, содержащих тысячи и даже миллионы атомов, не удастся даже перспективной вычислительной техникой.

Подбор указанных силовых постоянных даёт преимущества тому или иному варианту реализации скоринг-функции. Их оценку предлагается провести с помощью регрессионного анализа по широкому спектру опубликованных экспериментальных наблюдений. Имеется большое число баз данных с миллионами химических соединений, позволяющие дать статистические оценки искомых коэффициентов. При этом особое значение приобретает выбор методов его приближённого определения.

Литература

1. Балабаев Н.К., Шайтан К.В. Компьютерное моделирование молекулярной динамики / В кн. Методы компьютерного моделирования для исследования полимеров и биополимеров. – М.: 2013, С.19-43.

Самарский государственный технический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПЕРЕСТАНОВОЧНОГО ТЕСТА В КОМПЬЮТЕРНОМ АНАЛИЗЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Настоящая работа относится к области исследований, связанной с компьютерным анализом генетических данных с целью выделения и идентификации групп генов, ответственных за формирование наследуемых признаков. Решение задачи связано с целенаправленным перебором большого объема генетических данных, получаемых экспериментальным путем. Для её решения используется алгоритм перестановочного теста, представляющий собой непараметрический алгоритм статистического анализа данных. Алгоритм реализуется на компьютере в рекуррентном виде. Практическая ценность его применения связана с тем, что для вычисления порядковых статистик не требуется знание исходного вида функции плотности распределения данных.

Тема данной работы посвящена анализу и исследованию свойств алгоритма и программы перестановочного теста. Работа является составной частью разрабатываемой информационно-вычислительной системы статистического анализа генетических данных в рамках разрабатываемой системы. Существующие программные системы в этой области являются крупными программными проектами, включающие в себя в том числе программу перестановочного теста. Особенности реализации в существующих системах алгоритмов и программ не раскрываются, поэтому необходимо провести исследование для определения основных параметров перестановочного теста. Кроме того, такие системы характеризуются высокой стоимостью, что ограничивает возможности доступа к ним.

Для достижения цели работы требуется решение следующих задач:

- 1) определить количество итераций перестановочного теста, достаточного для выхода вычисляемых статистик-оценок r -value-на устойчивый уровень;
- 2) определить связь между необходимым для выхода на устойчивый уровень числом итераций и перестановок в итерацию и числом функциональных аннотаций;

3) определить значимость процедуры независимых перестановок (если даны несколько численных значений для каждого гена) для выхода оценок p -value на устойчивый уровень;

4) проверить достоверность работы алгоритма перестановочного теста на экспериментальных данных.

В данной работе использовались следующие средства: среды разработки Microsoft Visual Studio 2012 и RStudio; языки программирования C/C++, R, CUDA 6; видеокарта NVIDIA GeForce GT 650M; персональный компьютер и узел кластера НКС-30Т ССКЦ СО РАН.

Алгоритм перестановочного теста позволяет вычислить p -value одновременно для всех характеристик последовательности генов. Процесс вычисления p -value является итеративным, при котором значения вычисляемой статистики постепенно сходятся к устойчивому уровню [2] в окрестности значения p^* .

Далее приведён список некоторых понятий и характеристик алгоритма, необходимых для понимания его работы.

FA (ФА) – функциональная аннотация Gene Ontology [2].

X – измеренная количественная характеристика гена (уровень экспрессии, скорость эволюции и т.д.).

P -value – доля количества итераций, при которых сумма превышала сумму, полученную на оригинальном наборе данных, от общего числа итераций.

Пермутация (*permutation*) – одна парная перестановка x в общем наборе X.

Сумма – сумма значений характеристик гена. Пример расчёта сумм приведён на рисунке 1.

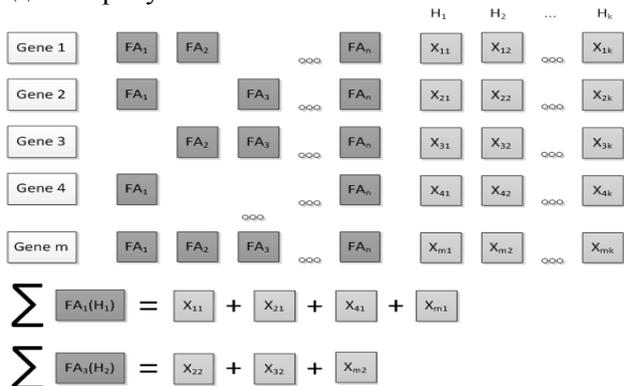


Рис. 1. Понятие суммы значений гена для ФА

Алгоритм перестановочного теста представлен на рисунке 2 ниже.



Рис. 2. Алгоритм перестановочного теста, где D^* – множество наблюдаемых объектов, удовлетворяющих условию наблюдения

Задача, решаемая на модельных данных, заключается в определении оптимального числа перестановок элементов в итерацию алгоритма в зависимости от количества генов и количества функциональных аннотаций необходимого для выхода значения *p-value* на устойчивый уровень.

Признак выхода значений *p-value* на устойчивый уровень: разница между каждым вычисленным значением и предыдущим меньше 0.0025. Пример сходимости *p-value* показан на рисунке 3 ниже.

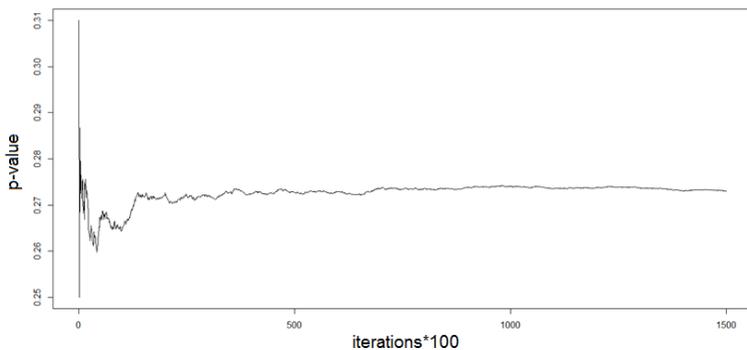


Рис. 3. График зависимости сходимости *p-value* от числа итераций

Результаты решения задачи на модельных данных показаны на рисунке 4. По трёхмерному графику видно, что сходимость p -value происходит быстрее (выравнивание поверхности графика) при большем количестве пермутаций.

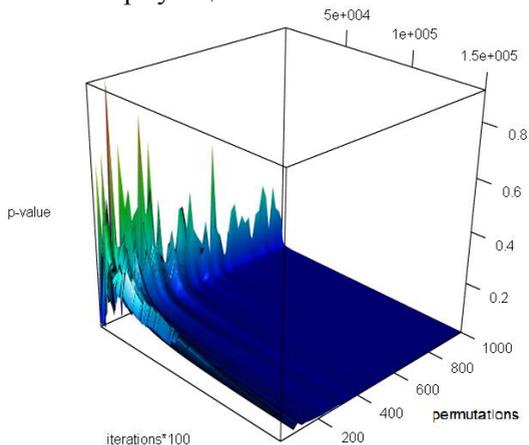


Рис. 4. Сходимость p -value в зависимости от количества перестановок в итерацию

В результате проведённых экспериментов, на модельных данных было выявлено, что число случайных перестановок в итерацию играет ключевую роль в достижении сходимости вычисления p -value. Достоверность результата напрямую связана с числом пермутаций. Для минимизации количества итераций необходимо оптимизировать их количество. Оптимальное количество пермутаций равно количеству элементов в исходном наборе данных.

Литература

1. Эфрон Б. Нетрадиционные методы многомерного статистического анализа. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 263 с.
2. Yakimenko A.A., Gunbin K.V., Khairtdinov M.S. Search for the Overrepresented Gene Characteristics: The Experience of Implementation of Permutation Tests Using GPU // Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing. 2014. Vol. 50. No. 1. – P. 12.

Новосибирский государственный технический университет

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ФУНКЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА В ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРНО-СИМВОЛЬНОГО МЕТОДА

Перспективные геоинформационные системы (ГИС) экологического мониторинга представляют собой важную группу ГИС, которые обеспечивают сбор, хранение, обработку и анализ пространственных, временных и тематических данных для представления состояния окружающей среды [1]. Для повышения оперативности формирования и наглядности отображения картины экологических рисков на компьютерном экране предлагается при проектировании программного обеспечения ГИС использовать ССМ моделирования и отображения экологических рисков [2,3]. В основе подхода лежит структурно-символьный метод (ССМ) представления базовых графических моделей (БГМ) экологических рисков, лингвистические правила и грамматика построения БГМ на основе заданного набора контуров, граф связности БГМ и теоретико-множественные операции синтеза карты экологических рисков средствами ГИС. В связи с этим в статье рассматриваются различные методы построения электронной базы БГМ с использованием ССМ моделирования [4,5].

Прямой ССМ. Графическая модель экологических рисков региона в виде контурных областей в заданной системе координат на основе ССМ может быть задана в следующем виде [6]:

$$M = \{t_j, (x, y)_j, (\xi_K)_j, Q\}, (j = \overline{1, N}), \quad (1)$$

где t_j – код БГМ рискованной ситуации региона, представленной в виде j -го БГМ в базе; $(x, y)_i$ – абсолютные координаты центра относительной системы координат j -го БГМ; $(\xi_K)_j, (K = 1, 2, \dots, l_j)$ – кортеж системных параметров j -го БГМ (масштаб, код ориентации и др.); $Q = (E, U)$ – граф отношений БГМ, в котором набору вершин $E = \{e_1, e_2, \dots, e_N\}$ соответствует набор БГМ в модели [7], а набору дуг $U = \{u_1, u_2, \dots, u_L\}$ – набор пар БГМ, находящихся в определенном теоретико-множественном отношении.

Из структуры модели [8] можно выделить ряд ее особенностей:

– возможность задания БГМ экологических рисков региона достаточно высокой сложности посредством программного синтеза контурных моделей рисков областей на основе базы БГМ;

– простая и компактная структура, не требующая значительных ресурсов;

– гибкость модели в процессе настройки ГИС на отображение контурных моделей рисков областей;

Лингвистический метод. Математическая модель базы БГМ экологических рисков региона представляется в виде алфавита [9]:

$$M_{\delta} = \{M_j\}, (j = \overline{1, N}), \quad (2)$$

где N – длина алфавита.

Программный метод. Рассмотрим метод задания набора $K(A)$, основанный на программном синтезе его элементов [10]. Будем считать, что в целях сокращения числа хранимых абсолютных представлений контуров в базе БГМ удалось выделить некоторое набор $K'(A) \in K(A)$ такое, что $K_p'(A) = K(A) \setminus K'(A)$ синтезируются на основе $K'(A)$ программными средствами графической системы, т.е.

$$K(A) \equiv K_p(A) = \{K_p'(A), K'(A)\}, \quad (3)$$

где $K_p(A)$ - набор требуемых абсолютных представлений контуров;

$K'(A)$ - набор хранящихся абсолютных представлений контуров;

$K_p'(A)$ - набор представлений программно-синтезируемых на основе $K'(A)$.

Провести аналитическое сравнение первого метода и лингвистического с программным методом весьма сложно, что объясняется их качественным различием. Однако является очевидным, что программно-ориентированный метод имеет большие возможности по гибкости и компактности библиотечного представления широкого перечня БГМ экологических рисков, необходимых для функционирования интерактивной ГИС с целью наглядного отображения рисков полей региона с высоким уровнем сервисов для идентификации и анализа экологических рисков экспертными методами.

Таким образом, предлагаемые в работе методы построения

электронной базы БГМ экологических рисков расширяют функциональные возможности ГИС для отображения рисков полей региона по многим параметрам рисков посредством гибкой настройки алфавита базы БГМ экологических рисков на заданный класс идентифицируемых и анализируемых рисков.

Литература

1. Акимов В.А. Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах / В.А. Акимов, В.В. Лесных, Н.Н. Радаев. – М.: Деловой экспресс, 2004.
2. Таганов А.И. Методы представления сложной структурно-символьной информации // Научно-технический журнал «Вестник РГРТА», 2006. Вып. 18. С. 74 -80.
3. Таганов А.И. Применение нечетких наборов для формализации процессов анализа и идентификации важности рисков программного проекта // Научно-технический журнал «Системы управления и информационные технологии», 2007. № 4. С. 46-51.
4. Kolesenkov A.N., Ruchkin V., Fulin V., Kostrov B., Taganov A. Forest Fire Monitoring by Means of Cyber-Physical System // Proceedings - 2016 5rd Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO), Bar, Montenegro, 2016. PP. 30 – 34.
5. Колесенков А.Н., Цегельник Д.В. Математические методы распознавания аэрокосмических изображений в геоинформационных системах // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-29: сб. трудов XXIX Междунар. науч. конф.: Т.5. – Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2016. С. 68-71.
6. Колесенков А.Н. Современные подходы к обработке данных при построении геоинформационных систем экологического мониторинга // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. Вып. 9. Тула: Изд-во ТулГУ, 2016. С. 103-112.
7. Колесенков А.Н., Конкин Ю.В. Распознавание изображений на основе текстурных признаков Харалика и искусственных нейронных сетей // Известия ТулГУ. Технические науки. Вып. 2. Тула: Изд-во ТулГУ, 2016. С. 117-123.
8. Kolesenkov A.N., Taganov A, Babaev S. Ecological Monitoring of Dangerous Objects on the Basis of Vegetation Indexing and Evolutionary Approach // Proceedings - 2016 5rd Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO), Bar, Montenegro, 2016 PP.

468-472. doi:10.1109/МЕСО.2016.7525694

9. Колесенков А.Н., Таганов А.И. Эволюционный подход в задачах построения алгоритма спутникового экологического мониторинга // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-29 [текст]: сб. трудов XXIX Междунар. науч. конф.: в 12 т. Т.8. / под общ. ред. А.А. Большакова. – Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2016. С. 69-72.

10. Таганов А.И., Колесенков А.Н., Псоянц В.Г., Акинина Н.В. Автоматизированный синтез карты экологических рисков в ГИС // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. Вып. 2. Тула: Изд-во ТулГУ, 2017. С. 188-198.

Рязанский государственный радиотехнический университет

УДК 004

В.В. Ефремов, И.Н. Ефремова, Н.А.Емельянова

ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ОТ КВАНТОВАНИЯ

В настоящее время все более актуальными становятся задачи, предполагающие использование технического зрения. Часто ключевыми моментами являются качество получаемого изображения с одной стороны и дороговизна аппаратуры с другой. Поэтому, чрезвычайно актуальна задача получения качественного изображения при паритете аппаратных затрат. Обработка цифрового изображения с учётом характеристик фотоприёмника позволяет снизить влияние искажений, в первую очередь, обусловленных конечностью апертуры фоточувствительных элементов. Ценность применения обработки цифрового изображения возрастает, когда дальнейшее улучшение характеристик фотоприёмника в системе технического зрения затруднено или невозможно.

Процесс аналого-цифрового преобразования для последовательности случайных величин входных напряжений в серии измерений можно представить как операцию группировки и цензурирования случайной величины:

$$A_{i,j,k} = \begin{cases} 0 & U_{ex}(i,j,k) < u_n \\ 1 & U_{ex}(i,j,k) \geq u_n \end{cases}, \quad (1)$$

где $U_{ex}(i,j,k)$ – напряжение на входе аналого-цифрового преобразователя, i – номер строки элемента матричного фотоприёмника, j – номер элемента в строке матричного фотоприёмника, k – номер кадра, m – количество двоичных разрядов аналого-цифрового преобразователя, u_n – величина n -го порога. Группировка происходит неслучайно и не зависит от параметров сигнала. Оценить величину информационного сигнала можно, оценивая по полученной группированной цензурированной выборке математическое ожидание сигнала. Свойства группированной цензурированной выборки отличаются от негруппированной. Группировка приводит к потерям информации. С другой стороны, известно положительное влияние группировки на робастность оценок [1]. Оценка, полученная методом моментов, в данном случае не является ни состоятельной, ни несмещённой, ни эффективной. Наилучшим, с точки зрения эффективности оценки, является метод максимального правдоподобия. Оценка максимального правдоподобия для параметра пуассоновского закона распределения является регулярно эффективной, следовательно, дисперсия оценки максимального правдоподобия вычисляется по формуле (2):

$$D_\alpha = \frac{\alpha}{NI_\alpha}, \quad (2)$$

где α – параметр распределения Пуассона, N – количество наблюдений, I_α – количество информации Фишера о параметре α в одном наблюдении. Количество информации Фишера для параметра распределения Пуассона при оценке, определённой по группированным и цензурированным данным, определяется по формуле (3):

$$I_\alpha = \sum_{i,j,k} \left(\frac{\partial}{\partial \alpha} \ln P_{i,j,k} \right)^2 P_{i,j,k}, \quad (3)$$

где $P_{\alpha} = \frac{\sum_{u_1 \leq k \leq u_2} k e^{-\alpha}}{K}$ – вероятность попадания пуассоновской случайной величины с параметром α в n -й интервал группировки.

Количество информации Фишера зависит от положения граничных точек $u_1, u_2, K, u_{2^{m-1}}$ и решением задачи нелинейного программирования с целевой функцией $\max_{u_1 < u_2 < K < u_{2^{m-1}}} I_{\alpha}$ можно добиться оптимального размещения интервалов группировки. Оптимальный выбор интервалов группировки значений выборки рассматривается в [3]. С точки зрения технической реализации это значит, что электронный тракт сопряжения датчика и аналого-цифрового преобразователя должен обладать нелинейностью усиления заданного вида, а цифровой код дополнительно обрабатываться для возврата к линейной шкале. С учётом того, что количество носителей информационного сигнала распределено по закону Пуассона, можно предположить, что предсказания типа гамма коррекции, не являясь оптимальными, позволят выровнять в пределах динамического диапазона и в среднем снизить относительную погрешность.

Для предварительной оценки эффективности применения метода максимального правдоподобия и введения предсказаний по сравнению с методом моментов и отсутствию предсказаний выполнено статистическое моделирование. Исследовалась серия из 20 выборок, каждая из которых включала по 20 распределённых по закону Пуассона случайных значений на каждом из 256 уровней интенсивности, которые определялись разбиением динамического диапазона от 0 до 100000 носителей сигнала на равные промежутки. Случайные значения выборок квантовались на 256 уровней по линейной шкале и с введением предварительной гамма коррекции с параметром, равным 4. В качестве наблюдаемого критерия эффективности рассматривалась относительная погрешность оценки интенсивности информационного сигнала по данным выборки. По результатам статистического моделирования можно сказать, что применение метода максимального правдоподобия при равномерном распределении яркости изображения в среднем позволяет снизить относительную погрешность ориентировочно на 35%, а в сочетании с предсказаниями – на порядок. Максимальная относительная погрешность при использовании метода максимального правдоподобия снижается ориентировочно на 10%, а в сочетании с

предыскажениями – на два порядка. При этом предыскажения приводят к тому, что на некоторых уровнях яркости относительная погрешность возрастает.

Проблемой использования оценок максимального правдоподобия для оценки параметров сигнала является необходимость численного решения задачи минимизации для поиска максимума функции правдоподобия. Одним из методов её решения может являться использование одношаговых оценок, являющихся результатом первой итерации поиска минимума. Известен ряд работ, посвящённых этой проблеме [2].

В системах технического зрения для автоматизации микробиологических исследований в качестве датчиков оптической информации используются многоэлементные матричные фотоприёмники. Изображение сцены, спроецированное на поверхность фотоприёмника, описывается функцией распределения освещённости $L(x, y)$. Процесс преобразования связан с эффектами пространственной дискретизации, которые могут привести к искажению информации за счёт частоты дискретизации, определяемой шагом фоточувствительных элементов и конечности апертуры фоточувствительных элементов. Для частот, не превышающих частоту Найквиста, эффект дискретизации сводится к влиянию конечности апертуры [6]. Сигнал на выходе матрицы размером $N_x \times N_y$ представлен значениями $L(i, j)$, которые являются интегралами функции распределения освещённости по апертуре (i, j) элемента. Процесс дискретизации можно описать как суперпозицию функции распределения освещённости и апертурной функции $P(x, y, i, j)$ фотоприёмника:

$$L(i, j) = \int_{-a/2}^{a/2} \int_{-b/2}^{b/2} L(x, y) P(x, y, i, j) dx dy \quad (4)$$

Если фоточувствительные элементы имеют вид одинаковых прямоугольных площадок, выражение (4) может быть представлено в виде свёртки с прямоугольной функцией, что соответствует перемножению спектра изображения на быстро затухающий спектр апертурной функции вида $\text{sin}(\omega)/\omega$. Таким образом, апертура действует как фильтр низких частот. Из этого следует, что выборка изображения с помощью детекторов конечной апертуры эквивалентна выборке отфильтрованного изображения с использованием набора δ -

функций, при этом апертурная функция детектора представляет собой импульсный отклик фильтра. Вследствие фильтрации сигнал на частоте Найквиста разрешаться не будет, а допустимое падение частотно-контрастной характеристики будет наблюдаться на частотах, существенно меньших частоты Найквиста. При заданной разрешающей способности влияние конечности апертуры приводит к увеличению количества чувствительных элементов матричного фотоприёмника в 2–2,5 раза по сравнению с необходимым количеством по критерию Найквиста.

Восстановление непрерывного сигнала по дискретным отсчётам происходит в процессе интерполяции. Одним из наиболее эффективных методов интерполяции является приближение атомарными функциями [1]. Эффективность обусловлена с одной стороны относительной лёгкостью обращения с ними (явные формулы для значений функций, моментов, производных, Фурье-спектра), а с другой – хорошими, а иногда и наилучшими аппроксимационными свойствами. Эти свойства связаны с возможностью представления алгебраических многочленов в виде линейных комбинаций сдвигов атомарных функций.

В качестве базисных функций используются атомарные функции $f_{ip_n}(x)$. Это бесконечнодифференцируемые симметричные функции с длиной носителя $n+2$, из суммы сдвигов которых можно составить полином порядка n . Интерполяция двумерного сигнала, представленного $N_x \times N_y$ значениями равноотстоящих отсчетов, на сумму сдвигов атомарных функций происходит следующим образом [2]:


(5)

Функция (5) на рабочем участке совпадает с интерполяцией глобальным полиномом [2]. Для нахождения коэффициентов $D_{i,j}$ необходимо решить систему линейных уравнений вида (5). Исходные данные состоят из значений $N_x \times N_y$ отсчетов. Дополнительные уравнения можно получить, используя априорную информацию о свойствах функции.

Производная порядка (m) по переменной x функции (5) вычисляется по формуле

$$\nabla_{k_j} \left(\sum_{i \in \mathcal{I}} \mathcal{C}_i \right) D_{k_j}. \quad (6)$$

где

$$\nabla_{k_j} \left(\sum_{i \in \mathcal{I}} \mathcal{C}_i \right) D_{k_j}. \quad (7)$$

Аналогично вычисляются производные по переменной y .

Интеграл функции (5) по двумерной области S может быть вычислен как сумма интегралов базисных функций.

$$\int_S \left(\sum_{i \in \mathcal{I}} \mathcal{C}_i \right) D_{k_j}. \quad (8)$$

Учитывая, что (5) представляет собой свёртку, оценить спектр можно по формуле (9)

$$\hat{F} \left(\sum_{i \in \mathcal{I}} \mathcal{C}_i \right) D_{k_j}. \quad (9)$$

где \hat{F} – двумерное преобразование Фурье.

Функция яркости на выходе датчика представлена интегралами по фоточувствительным площадкам (4). В связи с этим предлагается для получения коэффициентов интерполяционного полинома использовать систему уравнений вида (8), где в левой части использовать (4), а в правой – оценку этого интеграла.

Чтобы приравнять к нулю производные, система дополняется уравнениями вида (7), где правая часть приравнивается к нулю. Моделирование показало, что при использовании системы уравнений вида (8) наилучшие результаты получаются, если, с помощью уравнений вида (9), учтены условия равенства нулю гармоник спектра, превышающих предельную частоту. Над полученным изображением можно производить описанные выше операции. Например, используя (6) можно выделить градиенты.

Интерполяция атомарными функциями проводилась как описанным ранее в [2] способом, с использованием системы уравнений (5) и (7), так и предложенным способом, с использованием системы уравнений (8), (7) и (9). Для сравнения способов обработки в качестве критериев использованы значения частотно-контрастной характеристики. Оценки значений критериев выполнены с помощью программы оценки качества изображений “Imatest Studio 3.8”. В качестве объекта сцены в соответствии с документацией на указанную

программу используется наклонная ступенчатая мира, аналитически описываемая ступенчатой функцией. Исходными данными для интерполяции атомарными функциями были точные значения указанной функции в узлах интерполяции. Для предложенного способа в качестве исходных данных использовались интегралы по прямоугольным площадкам, моделирующим чувствительные элементы. Предложенный способ имеет лучшие значения частотно-контрастной характеристики для частот, не превышающих частоту Найквиста.

В работе описаны два способа обработки оптических изображений на цифровом компьютере, общая задача которых – приблизить дискретизированное и квантованное цифровое изображение к его исходному непрерывному виду. В ряде случаев, условия работы системы технического зрения позволяют применять эти способы совместно. На первом этапе собирается статистика из серии кадров и на основе этой статистики методом максимального правдоподобия вычисляется наилучшая в среднеквадратическом смысле вещественная оценка интегральной освещённости каждого фоточувствительного элемента, представленная в числовом формате, обеспечивающем максимальную точность. На втором этапе, на базе полученных оценок интегральной освещённости предложенным в работе методом, строится интерполяционный многочлен. В результате изображение, считанное фотоприёмником с разрешением $N_x \times N_y$, и квантованное m -разрядным аналого-цифровым преобразователем на 2^m уровней, представлено ~~($2x-2$)~~ ~~($2y-2$)~~ вещественными коэффициентами интерполяционного многочлена.

Представление изображения в виде интерполяционного многочлена, полученного указанными способами, позволяет:

1. пользоваться преимуществами интерполяции в дальнейшей обработке изображения;
2. снизить требования к характеристикам аппаратуры, таким, как количество элементов фотоприёмника и количество разрядов аналого-цифрового преобразователя за счёт использования при создании данного представления дополнительной статистической информации и информации об апертуре элементов фотоприёмника, либо повысить качество изображения, не повышая требований к аппаратуре.

В то же время, применение предложенных способов обработки может повлечь за собой дополнительные временные и аппаратные затраты на обработку изображений [3-5].

Литература

1. Горшков, А.С. Цифровая обработка сигналов: атомарные функции и теория чисел [Текст]/ А.С. Горшков. – М.: Машиностроение, 1994. – 224с.

2. Лемешко, Б.Ю. Численное сравнение оценок максимального правдоподобия с одношаговыми и влияние точности оценивания на распределения статистик критериев согласия [Текст]/ Б.Ю. Лемешко, Е.В. Чимитова // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2003. Т.69. – С. 62-68.

3. Буторин В.М., Ефремов В.В., Ефремова И.Н. О представлении непрерывного оптического изображения в цифровом компьютере// Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. 2012. Т.23. № 13-1. С.210-215

4. Ефремов В.В., Ефремова И.Н. О представлении непрерывного оптического изображения в цифровом компьютере// Сборник: Математические методы и инновационные научно-технические разработки. Курск. 2014. С. 82-88.

5. Ефремов В.В., Ефремова И.Н. О способах цифровой обработки изображений для снижения потерь от дискретизации и квантования// Известия Юго-Западного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2014. №2. С.52-60.

Юго-Западный государственный университет,
Курский государственный медицинский университет

ОРГАНИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОНКОЛОГИЧЕСКОГО ДИСПАНСЕРА НА ОСНОВЕ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА

Для оказания квалифицированной помощи населению онкологическая служба должна располагать сетью онкологических учреждений с соответствующим материально-техническим оснащением (аппаратура, реактивы, лекарственные средства и др.), квалифицированными кадрами и информационным обеспечением, которое включает в себя: количественные показатели заболеваемости и смертности, наличие методологии раннего выявления, диагностики и лечения онкологических больных, взаимодействие с общей лечебной сетью, санитарно-просветительную работу среди населения.

Задачи онкологической службы исходят из потребностей практического здравоохранения. Основными из этих задач являются:

- учет онкологических больных и заболеваемости;
- анализ заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований;
- обеспечение высококвалифицированной специализированной (стационарной или поликлинической) медицинской помощью онкологических больных; осуществление диспансерного наблюдения за онкологическими больными;
- анализ функциональной деятельности онкологических учреждений;
- разработка территориальных программ противораковых мероприятий;
- осуществление методического руководства по организации и проведению мероприятий по раннему выявлению злокачественных новообразований;
- организация санитарно-просветительской работы по предупреждению злокачественных новообразований.

Основным структурным подразделением онкологической сети является онкологический диспансер. Структура онкологического диспансера определяется в соответствии с уровнем заболеваемости населения злокачественными новообразованиями и структурой онкологической патологии и утверждается органом управления здравоохранением субъекта Российской Федерации. Онкологический

диспансер является клинической базой научных и образовательных учреждений и выполняет функции подготовки и повышения квалификации кадров врачей-онкологов, врачей основных клинических специальностей и средних медицинских работников [1].

Основными направлениями работы онкологического диспансера являются диагностика и оказание современной высококвалифицированной специализированной помощи онкологическим больным в стационарных и амбулаторных условиях (уточняющая диагностика, реабилитация и диспансерное наблюдение) и своевременное направление онкологических больных (при недостаточной материальной базе) в НИИ онкологии, межтерриториальные специализированные отделения.

При описании (моделировании) процесса управления ДП целесообразно использовать системный подход, который реализует методологию функционального моделирования, т.е. описание анализируемой системы (процесса) как множества взаимосвязанных и взаимозависимых действий, или функций. Целями использования данного подхода могут быть как схематичное представление процесса, так и разработка предложений по его совершенствованию.

Основой реализации системного подхода является определение исходных данных, объекта и субъекта управления, управляющих воздействий. Особое внимание уделяется определению выходных данных по отношению к рассматриваемой системе управления ДП, которые являются результатом ее функционирования.

На рис. 1 представлена контекстная диаграмма деятельности онкологического диспансера. Входными данными для системы «Деятельность онкологического диспансера» являются пациенты, обратившиеся за медицинской помощью, выходными - пациенты, получившие медицинскую помощь, медицинская документация и отчетность. Управлением служит Минздрав РФ и Стандарт ведения онкологических больных. Медицинский персонал, оборудование и лекарственные средства выступают в качестве механизма [2, 3].

Системный подход предполагает декомпозицию основной функции анализируемой системы на более простые, взаимосвязанные между собой функции или действия. Диаграммы декомпозиции деятельности онкологического диспансера отражены на рис. 2, 3.

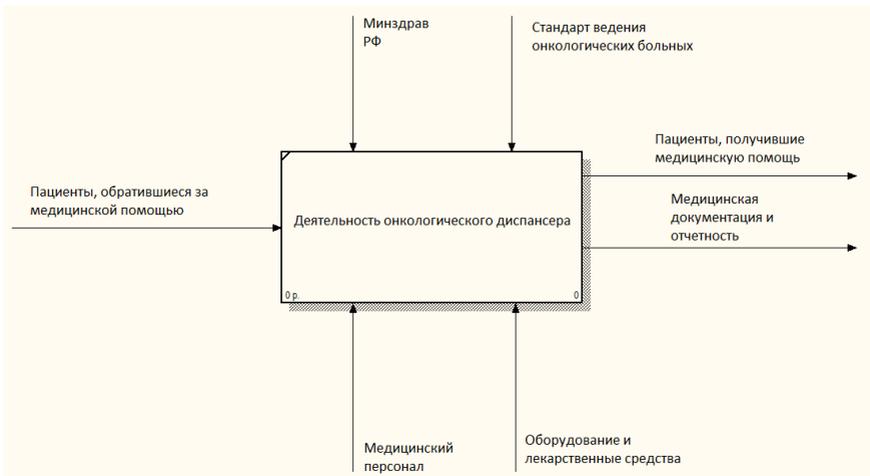


Рис. 1. Контекстная диаграмма деятельности онкологического диспансера

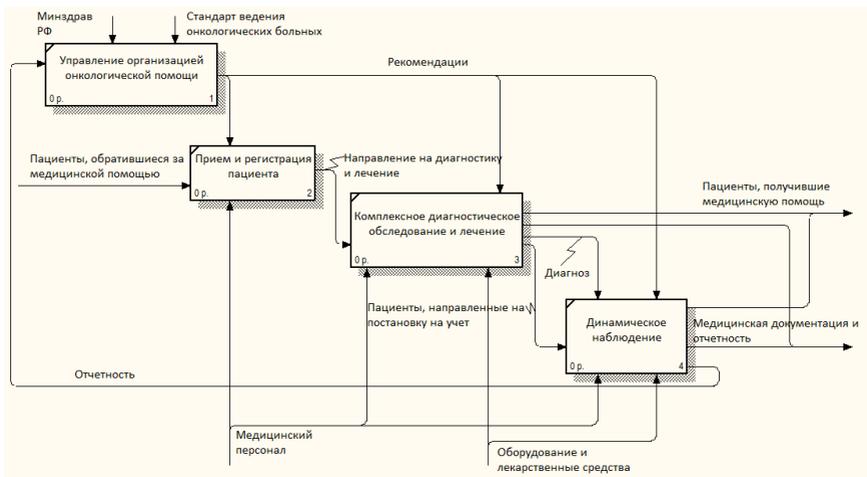


Рис. 2. Диаграмма декомпозиции оказания онкологической помощи

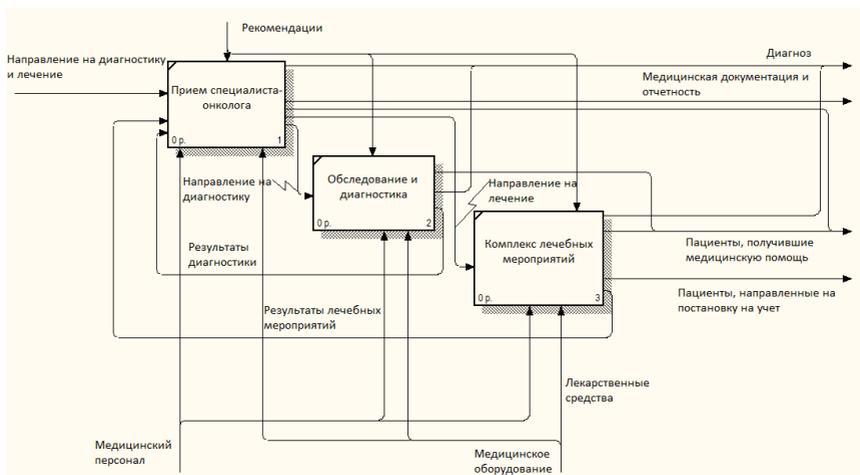


Рис. 3. Декомпозиция блока «Комплексное диагностическое обследование и лечение»

Литература

1. Анохина, Т.С. Особенности оказания онкологической помощи на современном этапе [Текст] // Т.С. Анохина, Ю.Е. Сумина / Управление в биомедицинских, социальных и экономических системах: межвуз. сб. науч. тр. - Воронеж: ВГТУ. - 2016. - С. 51-55.
2. Анохина, Т.С. Алгоритмизация процесса оказания онкологической помощи на современном этапе [Текст] // Т.С. Анохина, Ю.Е. Сумина / Интеллектуальные информационные системы: труды Всерос. конф. – Воронеж: ВГТУ. – 2016. – С. 144-146.
3. Старинский, В.В. Алгоритм выявления онкологических заболеваний у населения Российской Федерации: методические рекомендации [Текст] / В.В. Старинский, В.И. Чисов, А.С. Мамонтов, Т.В. Данилова. - М. - 2009.

Воронежский государственный технический университет

ОБРАБОТКА РЕТРОСПЕКТИВНОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ СОВМЕЩЕНИЯ НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И АКТИВНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Нейросетевое моделирование позволяет обработать ретроспективную медицинскую информацию и полученный результат использовать для принятия врачебных решений [1].

Предлагается по этой модели получать дуальные данные: для прогнозирования результативности лечения и имитации лечения в форме активного эксперимента.

В этом случае осуществляется идентификация математической зависимости

$$y = f(x_1, x_2, x_3), \quad (1)$$

где y – показатель результативности лечения,

x_1, x_2, x_3 – дозы лекарственных воздействий, представляющие собой назначения врача. В [2] показано, что в случае имитационного моделирования эффективным способом построения модели (1) является активный эксперимент, при проведении которого дозы лекарственных воздействий варьируются на двух уровнях (верхнем «+» и нижнем «-»), отличающихся от назначения врача x_1^H, x_2^H, x_3^H на величину шагов варьирования $\pm \Delta x_1, \pm \Delta x_2, \pm \Delta x_3$. С целью имитации реальной случайной среды, влияющей на результативность лечения, изменения наиболее значимых параметров $z_n, n = \overline{1, N}$ рассматриваются как случайные величины $\tilde{z}_n, n = \overline{1, N}$ с математическим ожиданием

$$m(\tilde{z}_n) = z_n^{\bar{0}}, n = \overline{1, N},$$

где $z_n^{\bar{0}}$ – данные больного и выбранным законом распределения $\varphi(\tilde{z})$. Обычно используется нормальный закон распределения, для которого помимо $z_n^{\bar{0}}$ задается разброс относительно математического ожидания Δz_n и определяется среднеквадратичное отклонения согласно правилу «3 σ »:

$$\sigma(\tilde{z}_n) = \frac{1}{3} \Delta z_n, n = \overline{1, N}$$

В каждой точке плана активного эксперимента значения $\tilde{z}_n, n = \overline{1, N}$ определяются с использованием последовательности

псевдослучайных чисел ξ , равномерно распределенных на интервале $[0,1]$

$$\tilde{z}_n = z_n^{\bar{}} + \frac{1}{3} \Delta z_n (\sum_{i=1}^{12} \xi - 6). \quad (2)$$

В ходе имитационного эксперимента врачу важно не просто выяснить зависимость [1] y от x_1, x_2, x_3 , которая в скрытой форме полностью определяется нейросетевой моделью, но оценить значимость взаимного влияния лекарственных воздействий и нелинейные эффекты их воздействия на результативность лечения. Такая возможность предоставляется моделью следующего вида

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + a_{12} x_1 x_2 + a_{12} x_1 x_3 + a_{23} x_2 x_3 + a_{123} x_1 x_2 x_3 + a_{11} x_1^2 + a_{22} x_2^2 + a_{33} x_3^2 \quad (3)$$

Для определения коэффициентов зависимости (3) и значимости всех эффектов используем ортогональное центральное композиционное планирование [2] с общим числом точек плана эксперимента

$$V = 2^v + 2v + V_0,$$

где v – число лекарственных воздействий;

2^v – число точек полного факторного эксперимента с величиной шага $\pm \Delta x_v$ – «ядро» плана;

2^v – число «звездных» точек, расположенных на координатных осях на расстояниях от центра плана;

V_0 – число точек в центре эксперимента при значениях $x_v = x_v^H$.

В каждой из этих точек проводится 3 параллельных опыта, последовательность которых рандомизирована и в каждом из которых параметры $\tilde{z}_n, n = \overline{1, N}$ принимают случайные значения по выражению (2).

В результате в режиме имитационного моделирования для каждой точки активного эксперимента определяем величину результативности лечения (при $v = 3$, число таких значений 45). Обработка полученных данных осуществляется в соответствии с многоэтапной процедурой [2]. Важным этапом для принятия врачом решений в экспертно-виртуальной среде является оценка значимости коэффициентов модели (3) по t критерию Стьюдента. Значимые коэффициенты определяют для врача необходимость учитывать соответствующий эффект взаимного влияния лекарственных

воздействий или нелинейности, незначимые – позволяют в дальнейшем не ориентироваться на эти эффекты.

Полученная зависимость (3) дает возможность определить оптимальные дозы лекарственных воздействий x_1^*, x_2^*, x_3^* . Назначения врача будем рассматривать как начальные значения для организации численной поисковой процедуры с номерами итераций $k = 1, 2, \dots$ –

$$x_1^1 = x_1^H, x_2^1 = x_2^H, x_3^1 = x_3^H.$$

Для перехода из точки, которая характеризуется вектором x^k , в точку x^{k+1} используем алгоритм Ньютона [2]:

$$x^{k+1} = x^k + \left\{ -[\nabla_x^2 f(x^k)]^{-1} \right\} \nabla_x f(x^k), \quad (4)$$

где $[\nabla_x^2 f(x^k)]^{-1}$ – обратная матрица вторых частных производных по вектору x функции $f(x)$, вычисленная в точке поиска x^k ;

$\nabla_x f(x^k)$ – вектор-градиент функции $f(x)$ (вектор частных производных функций $f(x)$ по координатам вектора x), вычисленный в точке поиска x^k .

Вычислим первые и вторые частные производные функции (3)

$$\frac{\partial f(x_1, x_2, x_3)}{\partial x_1} = a_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + a_{123}x_2x_3 + 2a_{11}x_1,$$

$$\frac{\partial f(x_1, x_2, x_3)}{\partial x_2} = a_2 + a_{12}x_1 + a_{23}x_3 + a_{123}x_1x_3 + 2a_{22}x_2,$$

(5)

$$\frac{\partial f(x_1, x_2, x_3)}{\partial x_3} = a_3 + a_{13}x_1 + a_{23}x_2 + a_{123}x_1x_2 + 2a_{33}x_3;$$

$$\frac{\partial^2 f(x_1, x_2, x_3)}{\partial x_1^2} = 2a_{11}, \quad \frac{\partial^2 f(x_1, x_2, x_3)}{\partial x_2^2} = 2a_{22}, \quad \frac{\partial^2 f(x_1, x_2, x_3)}{\partial x_3^2} = 2a_{33},$$

$$\frac{\partial^2 f(x_1, x_2, x_3)}{\partial x_1 \partial x_2} = a_{12} + a_{123}x_3, \quad \frac{\partial^2 f(x_1, x_2, x_3)}{\partial x_1 \partial x_3} = a_{13} + a_{123}x_2,$$

$$\frac{\partial^2 f(x_1, x_2, x_3)}{\partial x_2 \partial x_1} = a_{12} + a_{123}x_2, \quad \frac{\partial^2 f(x_1, x_2, x_3)}{\partial x_2 \partial x_3} = a_{23} + a_{123}x_1,$$

$$\frac{\partial^2 f(x_1, x_2, x_3)}{\partial x_3 \partial x_1} = a_{13} + a_{123}x_2, \quad \frac{\partial^2 f(x_1, x_2, x_3)}{\partial x_3 \partial x_2} = a_{23} + a_{123}x_1.$$

Для случая трех лекарственных воздействий определим на основе алгоритма (4) их значения на второй итерации

$$\begin{pmatrix} x_1^2 \\ x_2^2 \\ x_3^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1^1 \\ x_2^1 \\ x_3^1 \end{pmatrix} + \left\{ - \begin{pmatrix} \frac{\partial^2 f}{\partial x_1^2} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_1 \partial x_2} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_1 \partial x_3} \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x_1 \partial x_2} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_2^2} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_2 \partial x_3} \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x_1 \partial x_3} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_2 \partial x_3} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_3^2} \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} \frac{\partial f}{\partial x_1} \\ \frac{\partial f}{\partial x_2} \\ \frac{\partial f}{\partial x_3} \end{pmatrix} \right\} \quad (6)$$

Подставляя $x_1^1 = x_1^H, x_2^1 = x_2^H, x_3^1 = x_3^H$ в (5), определим численные значения частных производных первого и второго порядка и в соответствии векторно-матричным преобразованием (6) значения x_1^2, x_2^2, x_3^2 .

Особенностью применения алгоритма Ньютона для квадратичной функции (3) является то, что независимо от начальных значений оптимизируемых переменных оптимальное решение достигается за одну итерацию [2]. Поэтому

$$x_1^* = x_1^2, x_2^* = x_2^2, x_3^* = x_3^2. \quad (7)$$

Таким образом, на основе имитационного моделирования у врача появляется информация о значимости взаимного влияния лекарственных воздействий, значимости нелинейного влияния на изменения показателя результативности и оптимальные значения лекарственных воздействий (7). Дополнительная информация способствует повышению эффективности экспертно-виртуального режима принятия врачебных решений.

Литература

1. Гафанович Е.Я. Интеллектуализация диагностики и лечения артериальной гипертензии на основе дуального экспертно-игрового оценивания /Е.Я.Гафанович. – Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2011. - 112с.
2. Львович И.Я. Информационные технологии моделирования и оптимизации: краткая теория и приложения / И.Я.Львович, Я.Е.Львович, В.Н.Фролов // Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2016. – 444 с.

Саратовский государственный медицинский университет
им. В.И. Разумовского

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-КОНСУЛЬТАТИВНОЙ СИСТЕМЫ МЕДИЦИНСКОЙ КЛИНИКИ

Объем бизнес-коммуникаций в современных медицинских клиниках неуклонно растет, и чтобы справиться с колоссальной информационной нагрузкой им просто необходим мощный Call-центр – центр обслуживания звонков – централизованный офис, используемый для получения и передачи больших объёмов информации, поступающей в виде запросов по телефону. Именно эта система отвечает за одну из важнейших составляющих процесса лечения – общение с пациентами. С помощью Call-центра можно не только удерживать имеющихся пациентов, но и стабильно увеличивать клиентскую базу. Однако далеко не любое программное обеспечение может быть использовано для организации полноценного центра обработки вызовов.

Asterisk – свободное решение компьютерной телефонии (в том числе, VoIP) с открытым исходным кодом от компании Digium [1]. Приложение работает на операционных системах Linux, FreeBSD, OpenBSD, Solaris и др. Asterisk –одна из немногих систем, которая оптимально подходит для любого call-центра.

Одной из функций, реализуемых в данной системе, является доступный IVR (Interactive Voice Response) – система предварительно записанных голосовых сообщений, выполняющая функцию маршрутизации звонков внутри call-центра с использованием информации, вводимой клиентом на клавиатуре телефона с помощью тонального набора. Маршрутизация, выполняемая с помощью IVR-системы, обеспечивает правильную загрузку операторов компании.

Важной составляющей IVR для организации входящих звонков call-центра также является интерактивная очередь [2]. При таком сценарии каждый позвонивший соединяется со свободным оператором, а если все операторы заняты, слышит сообщение об этом с просьбой подождать на линии, и информацию о его порядковом номере в очереди.

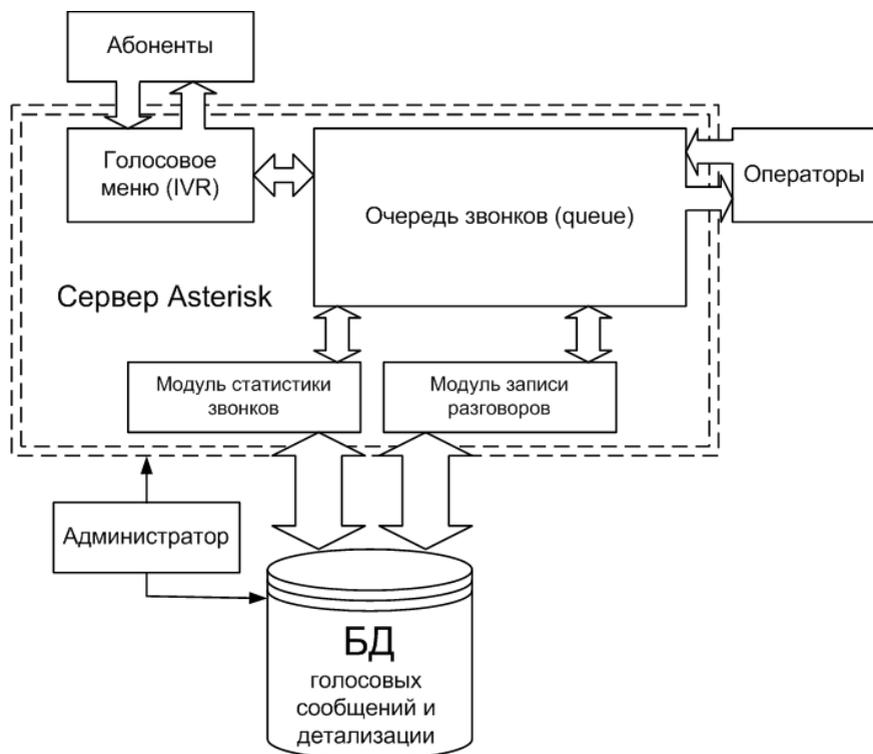
Наиболее передовой технологией является IVR в сочетании с независимым от особенностей голоса абонента распознаванием речи. Это значит, что любой дозвонившийся может вызывать субменю,

расширения, абонентов просто голосом. В таких интерактивных меню действуют модули, распознающие запросы по имени, отчеству и фамилии, названию отдела, произнесению комбинаций цифр, а также и традиционные тональные сигналы.

На базе IVR могут быть построены автоинформационные системы, имеющие своей целью предоставить информацию позвонившему абоненту без привлечения оператора Call-центра.

Таким образом, на основе данных технологий может быть построена информационно-консультативная система медицинской клиники, повышающая качество и эффективность оказания услуг.

Модульная структура информационно-консультативной системы с указанием направлений информационных потоков приведена на рисунке.



Модульная структура информационно-консультативной системы

Структура представляет собой схему взаимодействия модулей сервера Asterisk с абонентами и операторами в процессе функционирования системы, а также включает процессы сохранения и извлечения информации из базы данных.

Администратор банка данных выполняет следующие функции:

- формирует и подключает систему IVR;
- выполняет с помощью модулей изменения в базе данных звонков;
- консультирует и решает проблемы, возникающие при работе с подсистемой.

Очередь звонков призвана удержать всех позвонивших в организацию клиентов, когда операторы заняты (ведут беседу с другим Клиентом) или же недоступны. В первом случае система поставит звонок на удержание и присвоит ему некий порядковый номер – т.е. его номер в очереди. Следующий входящий звонок будет поставлен на удержание и ему будет присвоен следующий порядковый номер очереди. И так до тех пор, пока не будут заняты все линии многоканального номера. Звонок с самым низким порядковым номером будет обработан операторами первым. Линии многоканального телефонного номера освобождаются в ходе обработки звонков в очереди операторами Call-центра.

При создании информационно-консультативной системы решается множество проблем, таких как совместимость программных средств, уменьшение времени обслуживания заявки, а, следовательно, улучшается качество обслуживания абонента.

Литература

1. Asterisk IP АТС по-русски | asterisk.ru [Электронный ресурс] / Digium Inc. - 2017. – Режим доступа: <http://asterisk.ru/>
2. Баранов Р.Л., Зюзина С.И., Работкина О.Е. Методы управления процессом оказания медицинской помощи в лечебно-профилактическом учреждении амбулаторно-поликлинического типа//Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2012. Т.11. № 4. С.1098-1101.

Воронежский государственный технический университет

ПРИМЕНЕНИЕ ДИСКРИМИНАНТНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЫ

Дискриминантный анализ является разделом многомерного статистического анализа, который позволяет изучать различия между двумя и более группами объектов по нескольким переменным одновременно. Дискриминантный анализ – это общий термин, относящийся к нескольким тесно связанным статистическим процедурам. Эти процедуры можно разделить на методы интерпретации межгрупповых различий – дискриминации и методы классификации наблюдений по группам.

Методы классификации связаны с получением одной или нескольких функций, обеспечивающих возможность отнесения данного объекта к одной из групп. Эти функции называются классифицирующими и зависят от значений переменных таким образом, что появляется возможность отнести каждый объект к одной из групп.

Для исследования ситуации по распределению пациентов в группы по степени тяжести бронхиальной астмы (БА) будем применять дискриминантный анализ, позволяющий при помощи соответствующих дискриминантных функций распределять объекты по классам. В данном случае, имея показатели по рассматриваемым признакам *X1-X13* (табл. 1) для определенного случая и соответствующие дискриминантные функции, можно сразу определить пациента в тот или иной класс по наличию симптома, не зная общую картину, т.е. достаточно сведений только по конкретному рассматриваемому случаю.

Дискриминантный анализ проводился с применением пакета STATISTICA 6.1.

После необходимых настроек и преобразований получились следующие результаты.

Таблица 1

Классификационные признаки БА

Симптом	Наименование симптома
X1	Частота возникновения приступов заболевания
X2	Характер обострения
X3	Частота ночных симптомов
X4	ОФВ ₁
X5	Суточный разброс ПСВ
X6	ЧСС
X7	Увеличение лейкоцитов в ОАК
X8	Ускорение СОЭ в ОАК
X9	Эозинофилия в ОАК
X10	Характер одышки
X11	Наличие кашля с отхождением вязкой мокроты
X12	Ограничение физической активности
X13	При ЭКГ наличие гипертрофии левого желудочка

Значение статистики Уилкса $\Lambda=0,0000187$ лежит в интервале $[0,1]$. Значения статистики Уилкса, лежащие около 0, свидетельствуют о хорошей дискриминации, что говорит о достаточной значимости полученных дискриминантных функций и, следовательно, различии между классами.

В качестве проверки корректности обучающих выборок приведем результаты классификационной матрицы (табл. 2).

Таблица 2

Матрица классификации

Группа	Процент	Y ₀	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄
Y ₀	100,0000	5	0	0	0	0
Y ₁	100,0000	0	8	0	0	0
Y ₂	100,0000	0	0	8	0	0
Y ₃	100,0000	0	0	0	14	0
Y ₄	100,0000	0	0	0	0	16

Из классификационной матрицы можно сделать вывод, что объекты были правильно отнесены экспертным способом к выделенным группам.

В результате проведенного анализа общий коэффициент корректности в классификационной матрице составил 100%, т.е. все наблюдения обучающих выборок были правильно отнесены к соответствующим группам.

На основе полученных обучающих выборок можно проводить повторную классификацию тех объектов, которые не попали в обучающие выборки, и любых других объектов, подлежащих группировке. Для решения данной задачи, существуют два варианта: первый – провести классификацию на основе дискриминантных функций, второй – на основе классификационных функций.

В нашем случае применялся второй вариант. В результате проведенного дискриминантного анализа были получены следующие виды дискриминантных функций для каждого класса (Y_0 – пациент здоров; Y_1 – интермиттирующая астма; Y_2 – легкая персистирующая астма; Y_3 – персистирующая астма средней тяжести; Y_4 – тяжелая персистирующая астма):

$$Y_0 = -534,921 + 33,067X_1 + 47,011X_2 + 114,892X_3 + 10,557X_4 + 0,443X_5 + 0,274X_6 + 8,94X_7 - 7,017X_8 + 16,805X_9 - 14,496X_{10} + 7,796X_{11} + 108,969X_{12} - 6,729X_{13};$$

$$Y_1 = -741,701 + 110,865X_1 + 115,685X_2 + 156,545X_3 + 10,964X_4 + 4,986X_5 + 0,642X_6 + 11,273X_7 + 6,097X_8 + 23,658X_9 - 32,661X_{10} + 55,018X_{11} + 145,15X_{12} - 6,474X_{13};$$

$$Y_2 = -1234,76 + 161,92X_1 + 197,66X_2 + 204,24X_3 + 10,49X_4 + 11,28X_5 + 2,17X_6 + 29,05X_7 - 2,21X_8 + 39,79X_9 - 56,55X_{10} + 163,74X_{11} + 185,67X_{12} - 0,96X_{13};$$

$$Y_3 = -1758,59 + 211,31X_1 + 243,54X_2 + 259,71X_3 + 10,04X_4 + 15,56X_5 + 2,94X_6 + 39,39X_7 - 13,47X_8 + 49,54X_9 - 75,66X_{10} + 206,18X_{11} + 228,28X_{12} + 13,24X_{13};$$

$$Y_4 = -2583,82 + 234,57X_1 + 296,64X_2 + 362,96X_3 + 11,62X_4 + 18X_5 + 3,15X_6 + 42,89X_7 - 22,56X_8 + 54,94X_9 - 93,37X_{10} + 235,86X_{11} + 311,85X_{12} + 21,74X_{13}.$$

С помощью данных функций можно классифицировать новые случаи. Новые случаи будут относиться к тому классу, для которого классифицированное значение будет максимальное.

Для наглядности распределение пациентов по степени тяжести БА можно представить в виде диаграммы рассеяния.

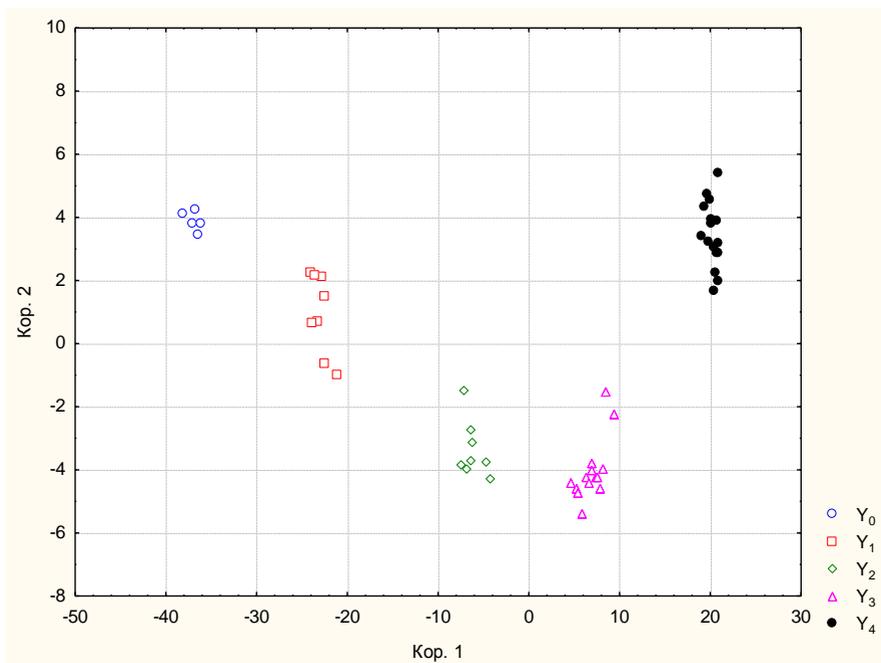


Диаграмма распределения пациентов по группам

Как видно из рисунка, разделение пациентов в группы по степени тяжести БА довольно четкое.

Апробация полученной модели была проведена на контрольной выборке, включающей статистику из 24 пациентов, не вошедших в обучающую выборку. Используя полученные выше дискриминантные функции, мы провели классификацию, в результате чего только 1 случай был распознан неверно. Следовательно, процент распознавания данной модели – 95,8%.

Таким образом, результаты дискриминантного анализа подтвердили правильность отнесения в ту или иную группу пациентов, страдающих БА, и распределили пациентов в четыре класса в зависимости от исследуемых показателей. Построенную модель можно рекомендовать для использования в диагностике при оценке степени тяжести БА.

Литература

1. Дуброва Т.А. Методы многомерной классификации.

Дискриминантный анализ в системе STATISTICA. Учебное пособие /МГУ экономики, статистики и информатики; М., 2002.

2. Данилова Ю.С. Поддержка принятия решения дифференциальной диагностики бронхиальной астмы на основе факторного и дискриминантного анализа / Ю.С. Данилова, Е.Н. Коровин // Системный анализ и управление в биомедицинских системах: журнал практической и теоретической биологии и медицины. – 2013. – Т. 12. – № 3. – С. 856-861.

3. Данилова Ю.С. Применение факторного анализа для классификации пациентов с бронхиальной астмой по степени тяжести заболевания / Ю.С. Данилова, Е.Н. Коровин // Интеллектуальные информационные системы: труды Всерос. конф. Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». – 2016. – С. 153-157.

4. Родионов О.В., Воронин А.И., Коровин Е.Н. Медицинские информационные системы. Воронеж: ВГТУ. 2003. 123 с.

5. Интеллектуальные системы управления в медицине и здравоохранении /Е.Н. Коровин, О.В. Родионов, Е.Д. Федорков, М.В. Фролов, А.В. Фролова. Воронеж: ВГТУ, 2005. 171 с.

6. Данилова Ю.С., Коровин Е.Н. Поддержка принятия решения дифференциальной диагностики бронхиальной астмы на основе нейросетевого моделирования // Вестник Воронежского государственного технического университета, 2012. Т. 8, № 9. С. 40-42.

Воронежский государственный технический университет

УДК 681.3

В.Н. Коровин, Д.Л. Лихачёва

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОСТАНОВКИ ДИАГНОЗА У БОЛЬНЫХ ОСТРЫМ ИЛИ ХРОНИЧЕСКИМ ПАНКРЕАТИТОМ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

На сегодняшний день заболевания, протекающие со снижением ферментативной функции поджелудочной железы и слизистой оболочки тонкого кишечника, занимают значительное место в структуре болезней желудочно–кишечного тракта. При этом число случаев выявления панкреатита растёт, что обусловлено развитием диагностических алгоритмов. Исходя из этого, необходимо создавать и

усовершенствовать информационные системы, позволяющие диагностировать острый и хронический панкреатиты, а так же выбирать тактику их лечения.

По результатам исследования было выделено восемь типов лечения, которые отличаются в зависимости от возраста пациента, а так же наличия и вида осложнения, возникающего из-за болезни.

Разница в лечении объясняется невозможностью группы пациентов в возрасте более семидесяти лет принимать определённые сильно действующие препараты, такие как «Фамотидин» и другие, а так же необходимостью оперативных вмешательств или дополнительных медикаментозных препаратов в случае наличия осложнений панкреатита.

Для оценки числа нейронов в скрытых слоях однородных нейронных сетей можно воспользоваться формулой для оценки для необходимого числа синаптических весов L_W в многослойной сети с сигмоидальными передаточными функциями:

$$\frac{mN}{1 + \log_2 N} < L_W < m\left(\frac{N}{m} + 1\right)(n + m + 1) + m \quad (1)$$

где n – размерность входного сигнала (число признаков заболеваний);

m – размерность выходного сигнала (число заболеваний);

N – число элементов обучающей выборки.

Оценив необходимое число весов, можно рассчитать число нейронов в скрытых слоях. Например, для двухслойной сети это число составит:

$$L = \frac{L_W}{n + m} \quad (2)$$

В программе DeductorStudio для выборки из сорока пациентов, в зависимости от наличия определённого признака, были построены несколько нейросетей, где количество лечений $m=8$, число признаков заболеваний $n=2$, число пациентов $N=40$ (табл.1).

Возраст и осложнения – входные переменные, а лечение – выходная переменная.

Используя формулы 1 и 2, былорасчитано, что $5 < L < 53$ – число нейронов в скрытых слоях.

Таблица 1

Результаты построения нейросетей

№	Обучающая выборка		Тестовая выборка		Кол-во нейронов в 1 скрытом слое	Кол-во нейронов в 1 скрытом слое	Кол-во нейронов в 1 скрытом слое	Максимальная ошибка
	Кол-во	%	Кол-во	%				
1	35	87,5	5	12,5	6	7	0	0,54
2	33	82,5	7	17,5	6	9	8	1,29
3	32	80	8	20	8	6	7	1,19

Исходя из максимальной ошибки, предположили, что первая сеть позволяет выбрать тактику лечения наиболее удачно.

Эта нейросеть была построена в программе NeuroPro 0.25.

После обучения выборки получили формулы, с помощью которых можно будет в дальнейшем классифицировать новые случаи.

Проверка модели проводилась на контрольной выборке из 16 пациентов с различными типами лечения. Для всех пациентов выбор лечения оказался правильным.

На основании тестирования контрольной выборки сформулирована зависимость значения веса конечного нейрона от лечения (табл.2).

Таблица 2

Зависимость значения конечного нейрона от лечения

№ лечения	Значение
1	3,563
2	3,586
3	3,708
4	3,731
5	3,854
6	3,877
7	3,999
8	4,023

Литература

1. Коровин В.Н. Методика информационной поддержки принятия управленческих решений в системе медицинского обслуживания населения /В.Н. Коровин, Е.Н. Коровин, О.В. Родионов. Вестник Воронежского государственного технического университета. 2010. Т. 6. № 10. с. 29-34.
- 2.Коровин Е.Н. Методы обработки биомедицинских данных: учебное пособие. / Е.Н. Коровин, О.В. Родионов. Воронеж: Воронеж.гос. техн. ун-т, 2007. 150 с.
- 3.Новикова Е.И. Моделирование биомедицинских систем: учеб.пособие/ Е.И. Новикова, О.В. Родионов, Е.Н. Коровин. Воронеж: ГОУВПО ВГТУ, 2008. - 196 с.
4. Коровин В.Н., Лихачева Д.Л. Постановка диагноза у больных с острым или хроническим панкреатитом на основании дискриминантного анализа // Моделирование и управление процессами в здравоохранении. Воронеж: ВГТУ, 2017. С. 29-33.

Воронежский государственный технический университет

УДК 681.3

Р.Л. Баранов, А.И. Воронин, А.Е. Осотов

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ МЕДИЦИНСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ

В современном мире большую роль в повышении эффективности функционирования учреждений здравоохранения, преемственности лечебно-диагностического процесса играет его автоматизация. В сфере здравоохранения данную роль выполняют медицинские информационные системы (МИС).

МИС может считаться и электронная регистратура, которая ограничена в своем функционале возможностью только производить запись на прием. В нашей стране, на данный момент это самая распространенная МИС [1].

Однако в последнее время все большую популярность приобретают МИС, которые интегрируют и автоматизируют большую

часть деятельности медицинской организации. Примером такой системы может служить МИС «ИнтраМед» ЗАО «ПрограмБанк».

Использование МИС «ИнтраМед» позволяет автоматизировать работу:

- регистратуры;
- приемного и клинических отделений;
- аптеки;
- отделения функциональной диагностики с ведением ЭИБ;
- договорного и расчетного отделов;
- отдела статистики.

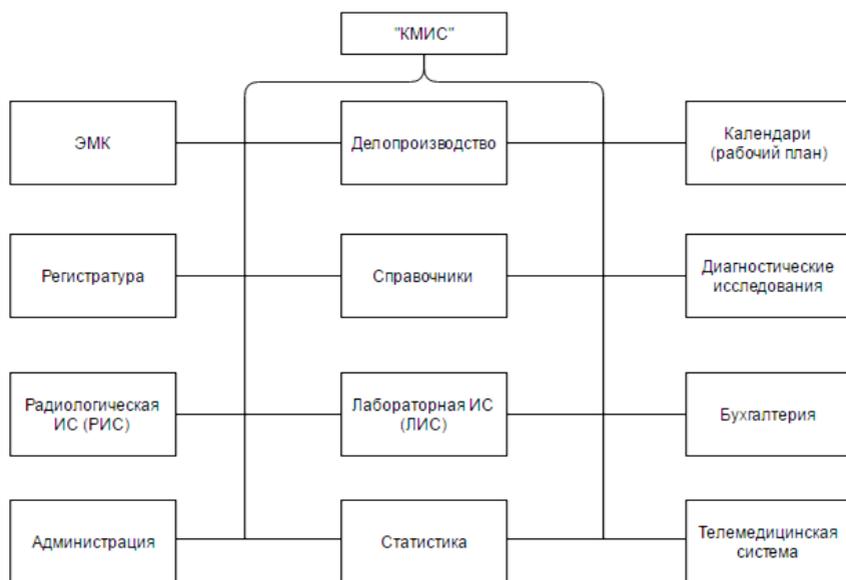
Главной же особенностью «ИнтраМед» является наличие персонифицированного счета пациента, в который автоматически заносятся все расходы на его лечение и информация об их оплате. Данное преимущество расширяет область применения МИС для платных клиник.

«Комплексная МИС» («КМИС») может использоваться в большинстве медицинских организаций (МО), хотя предназначена в основном для автоматизации поликлиник и стационаров[2]. Ее основное предназначение связано с автоматизацией клинических направлений: ведения электронной медицинской карты и упрощения взаимодействия всех участников лечебно-диагностического процесса (ЛДП). Структура «КМИС» представлена на рисунке.

Неоспоримым преимуществом «КМИС» является наличие в ее составе лабораторной информационной системы (ЛИС), которая помимо электронного обмена документами между лабораторией и другими подсистемами МО обеспечивает поддержку лабораторных анализаторов, что позволяет полностью автоматизировать обработку результатов анализов. Так же возможно подключение сторонних ЛИС.

МИС «Вятка» применима в поликлиниках, санаториях, диспансерах, специализированных и многопрофильных стационарах. Данная МИС обеспечивает:

- оперативное управление ЛДП на всех его этапах;
- информационную поддержку врача;
- ведение ЭИБ;
- автоматическую группировку пациентов;
- оценку эффективности работы сотрудников;
- возможность интеграции сторонних ИС.



Структура «КМИС»

Сама по себе МИС «Вятка» не имеет особых преимуществ перед конкурентами, но в силу того что у группы компаний ФОРС имеется множество сопутствующих разработок, таких как Remsmed, портал телемедицинских центров, RemsPharm, технология Больших Данных, smartSPORT и платформа Индекс Здоровья DACADOO, появляется преимущество в виде не типичных для МИС возможностей. Одной из таких возможностей обеспечивается мобильным приложением RemsPharm, которое позволяет посещать аптеку только для получения препарата, вести график приема лекарств и многое другое.

Remsmed - информационная система персонального телемониторинга пациентов, представляющая собой портал с разделенным доступом для пользователей, содержащий данные о состоянии здоровья пациентов и рекомендации врачей по их лечению [3].

Remsmed состоит из клиентской части, обеспечивающей сервисы пользователям Системы, а также серверной части. В качестве клиентского приложения используется современный web-браузер, что обеспечивает доступ пользователей к Системе с любого компьютера

при наличии подключения к сети Интернет.

Вся накопленная информация надежно хранится в едином цифровом хранилище данных.

Система реализована на технологической платформе Oracle, отличающейся своей надежностью в хранении информации, ее целостности, быстротой доступа к хранимым данным.

Так же имеется мобильное приложение для планшетов и телефонов под управление систем iOS и Android, призванное повысить мобильность применения системы. Оно представляет собой сокращенный набор функций системы для врачей и пациентов: получение уведомлений, работа с перечнем назначений, списком медицинских показателей, обмен быстрыми сообщениями.

Система Remsmed может в автоматическом режиме получать сведения по измерениям медицинских показателей с приборов и web-сервисов, реализованных различными производителями медицинских приборов. Вся полученная информация попадает в общее цифровое хранилище данных по каждому пациенту в Remsmed. На сегодняшний день произведена интеграция системы Remsmed с web-сервисами компании Withings. Помимо этого, отсутствуют ограничения по взаимодействию с приборами и web-сервисами других производителей медицинских приборов.

Таким образом, лидирующие МИС не лишены недостатков, среди которых нельзя не отметить следующие: отсутствие возможности безналичной оплаты, отсутствие персонализированного счета, отсутствие в большинстве МИС лабораторных информационных систем, узкая специализация на одном-двух типах МО, отсутствие дружелюбного к пользователю интерфейса. Однако, главным недостатком является различие в структуре, что препятствует объединению их в единую сеть. Исходя из выше сказанного, можно сделать вывод, что наиболее перспективны в плане охвата клиентов - «КМИС» и комплект приложений от «ФОРС», так как помимо достаточно широкой конфигурации они уже являются ведущими МИС в ряде регионов РФ.

Перспективным направлением является создание единой МИС с выводом некоторых функций на мобильные платформы и «умные» системы, дружелюбным интерфейсом и приспособленной для всех видов МО, интегрирующей все основные виды деятельности МО.

Литература

1. Баранов Р.Л., Бредихин А.В., Коровин В.Н., Родионов О.В. Алгоритмическое и программное обеспечение деятельности корпоративного портала медицинского учреждения // Управление в биомедицинских, социальных и экономических системах: межвуз. сб. науч. тр. Воронеж, 2011. С. 4-7.
2. Медицинские информационные технологии. Автоматизация медицинских учреждений. Компания Комплексные медицинские информационные системы [Электронный ресурс] / Компания «К-МИС» - Петрозаводск: 2016. – Режим доступа: <http://www.kmis.ru/>
3. ФОРС | Решения [Электронный ресурс] / Группа компаний «ФОРС» - Москва: 1991-2016. – Режим доступа: <http://www.fors.ru/>

Воронежский государственный технический университет

УДК 681.3

В.С. Субботина, Е.Н. Коровин

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ВИДОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ «КУЗ ВО ВОКЦМК» НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КУЗ ВО «Воронежский областной клинический центр медицины катастроф» (далее - ЦМК) функционально входит в областную подсистему предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и относится к территориальному уровню

Все основные рабочие места сотрудников компьютеризированы. Внедрена система телемедицинской связи с районными учреждениями здравоохранения.

Одним из основных направлений деятельности Воронежского областного клинического центра медицины катастроф, является совершенствование организации оказания медицинской помощи пострадавшим при дорожно-транспортных происшествиях на автодорогах Воронежской области [1].

Активный мониторинг при оказании медицинской помощи пострадавшим при ДТП осуществляется с использованием современных информационных технологий. К ним относятся:

- автоматизированная система управления "Управление станцией скорой медицинской помощи" (рис.1);
- интерактивная онлайн карта с автомобилями скорой медицинской помощи (СМП);
- организация маршрутизации и мониторинга пострадавших при ДТП;
- программа учёта пострадавших при ДТП;
- «Policom» - телемедицинские технологии. Серверная машина находится в Москве. Для обеспечения безопасности каждый канал обязательно проходит процедуры шифровки и дешифровки.

В области внедрена и успешно работает в службе скорой медицинской помощи автоматизированная система управления «Управление станцией скорой медицинской помощи» (АСУ «УССМП»), которая охватывает весь спектр процессов оказания скорой медицинской помощи (СМП) от приема вызова до проверки оплаченного счета СМП страховой медицинской организацией (СМО). А так же своевременная передача оперативной информации в КУЗ ВО «Воронежский областной клинический центр медицины катастроф» в режиме онлайн.

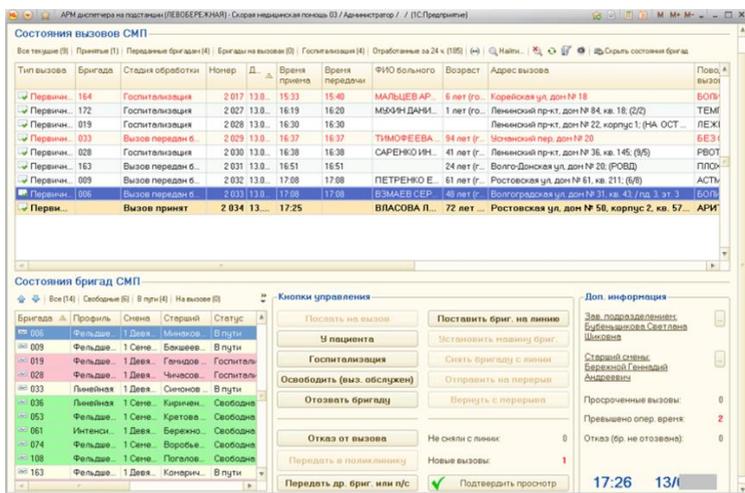


Рис. 1. Автоматизированная система управления «Управление станцией скорой медицинской помощи»

На текущий момент автоматизированная система управления «Управление станцией скорой медицинской помощи» соответствует

требованиям Приказа Министерства № 388н «Об утверждении порядка оказания скорой помощи» (рис.2) [5].

Основным функционалом автоматизированной системы управления «Управление станцией скорой медицинской помощи» является:

- Прием и регистрация диспетчером 03 обращений в службу скорой медицинской помощи (опросник, талон вызова, карта вызова);
- Интеграция с системой IP – телефонии, запись телефонных разговоров;
- Автоматизированное распределение вызовов по зонам ответственности подстанций;
- Обработка вызовов (полная диспетчеризация от момента поступления до момента завершения вызова, назначение бригады на вызов, передача вызова, попутный вызов, и т.д.);
- Интеграция с системами спутникового мониторинга автотранспорта;
- Мониторинг и отражение на интерактивной навигационной карте принятых вызовов и автомобилей скорой медицинской помощи;
- Взаимодействие выездной бригады с диспетчером с помощью мобильного автоматизированного рабочего места (АРМ) (прием талонов вызова, оповещение о текущем состоянии обслуживания вызова ит.д.);
- Ведение истории обращений пациентов, ввод информации с документов о вызовах скорой медицинской помощи (бумажные карты вызова, карты ДТП);
- Интеграция с системой 112;
- Работа в системе обязательного медицинского страхования (ОМС) (автоматизированная подготовка счетов ОМС к выставлению, использование информационных сервисов территориального фонда обязательного медицинского страхования (ТФОМС)),
- Формирование оперативных, статистических и аналитических интерактивных отчетов;

Автоматизированная система управления «Управление станцией скорой медицинской помощи» (АСУ УССМП) разработана на базе платформы фирмы «1С»

Последовательность действий следующая:

Первичная информация появляется у Диспетчера 03 при приеме и обработке вызова и попадает в базу данных. Диспетчер на

подстанции видит появившейся новый вызов. Диспетчер по направлению может перераспределять вызова, так у него доступ ко всем вызовам всех подстанций. После того, как вызов закреплен за конкретной бригадой, он передается конкретной бригаде на планшетный компьютер или на навигатор ГЛОНАСС/GPS (рис. 3).

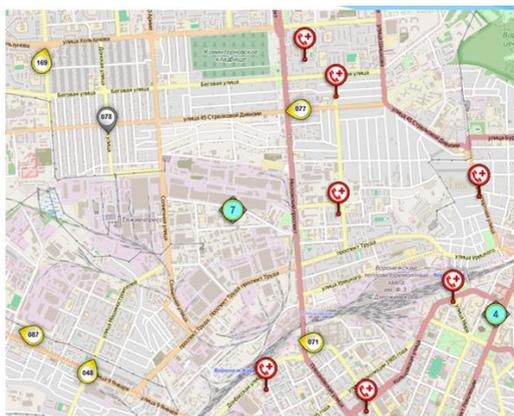


Рис. 2. Интерактивная онлайн карта с автомобилями скорой медицинской помощи (СМП)

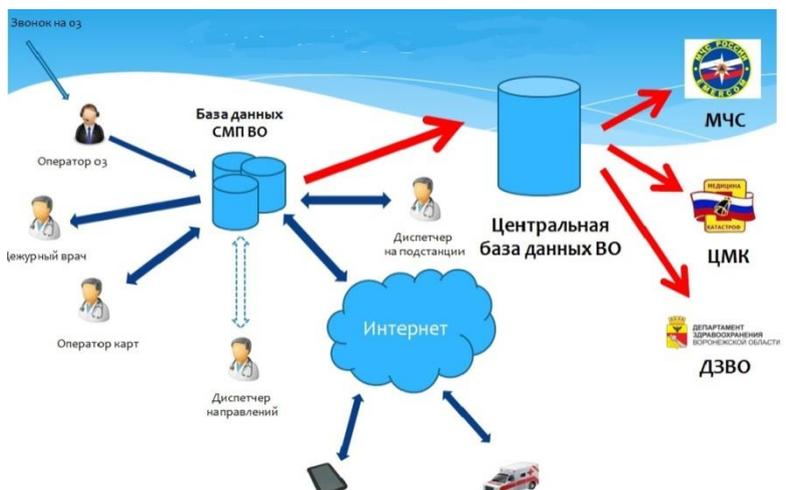


Рис. 3. Условная схема информационных потоков

Эффект от внедрения Автоматизированной системы управления «Управление станцией скорой медицинской помощи»:

- Повышение качества управленческих решений, оптимизация оперативной, аналитической, организационно работы;
- Повышение доступности и качества методической оказания скорой медицинской помощи населению, сокращение времени на прием и обработку вызова, времени прибытия к месту вызова, снижения уровня инвалидности и смертности населения,
- Централизация управления оказанием скорой медицинской помощи на территории области,
- Повышение скорости реагирования на обращения пациентов и чрезвычайные ситуации независимо от территориальной принадлежности.

ВОКЦМК имеет очень большое значение в моделировании и управлении процессами в здравоохранении. Это связано с регулирующим действием ЦМК всех станций скорой медицинской помощи.

Литература

1. Методические рекомендации Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации № 06/203/898 «Алгоритм действия по приемственности оказания медицинской помощи пострадавшим при дорожно-транспортных происшествиях с сочетанной травмой».

2. Организационно-методические указания по подготовке Службы медицины катастроф в области защиты жизни и здоровья населения при чрезвычайных ситуациях на 2014-2016гг.

3. Приказ департамента здравоохранения Воронежской области от 11.03.2014г. №467 «Об оказании медицинской помощи в учреждениях здравоохранения Воронежской области пострадавшим при дорожно-транспортных происшествиях».

5. Приказа Министерства здравоохранения РФ от 20 июня 2013 г № 388н «Об утверждении порядка оказания скорой помощи».

6. Коровин Е.Н., Родионов О.В. Практическое применение геоинформационных систем. Воронеж: ВГТУ. 2009. 169 с.

7. Родионов О.В., Воронин А.И., Коровин Е.Н. Медицинские информационные системы. Воронеж: ВГТУ. 2003. 123 с.

Воронежский государственный технический университет

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДСИСТЕМА КОНТРОЛЯ И НОРМАЛИЗАЦИИ ВЕСА

Во всём мире для профилактики заболеваний, вызываемых нарушениями веса, не только диетологи, но другие специалисты (эндокринологи, терапевты, кардиологи, гастроэнтерологи) назначают пациентам диеты для нормализации веса. Перед составлением диет специалисты для начала определяют нормальный вес пациента и отклонения веса от нормы, затем по показаниям могут назначить ряд лабораторных и диагностических исследований, в том числе и на пищевые аллергены, а уже потом составить диету с учётом всех противопоказаний. Таким образом, специалисту приходится делать множество ручных расчетов и записей.

Разработанная автоматизированная информационная подсистема контроля и нормализации веса позволяет отслеживать изменения веса пациента, вычислять его нормальный вес и отклонения от нормы, а так же составлять диеты для нормализации веса с учётом пищевых ограничений и суточных энергозатрат пациента.

Структура подсистемы включает два компонента: программное средство и справочно-информационную модель. Программная часть выполняет непосредственно все вычисления и действия, направленные на вычисление нормального веса и его отклонений, а также составление диеты с учётом противопоказаний и суточных энергозатрат человека. А справочно-информационная модель (сайт) позволяет получать врачу специалисту и пациентам полезную информацию по ведению здорового образа жизни.

Программное средство «Нормализатор веса» разработано на языке ООП Delphi. В главном окне программы (рис. 1) размешены кнопка для перехода к определению нормального веса и составлению меню, кнопка для перехода к составлению нового меню и кнопка для перехода к окну для отслеживания динамики изменения веса. А также в главном окне находится меню, в котором содержатся ссылки для

перехода к дополнительной информации на сайте и справка о программе.

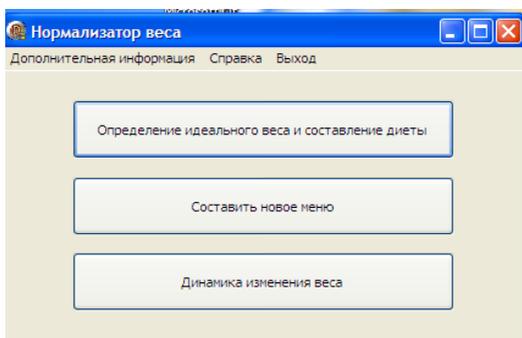


Рис. 1. Главное окно программы «Нормализатор веса»

При нажатии кнопки «Определение идеального веса и составление диеты» в главном окне программы, открывается окно «Выбор пола пациента», где и начинается процесс определения нормы веса с последующим составлением диеты. Специалист может рассчитать нормальный вес пациента и отклонения веса от нормы.

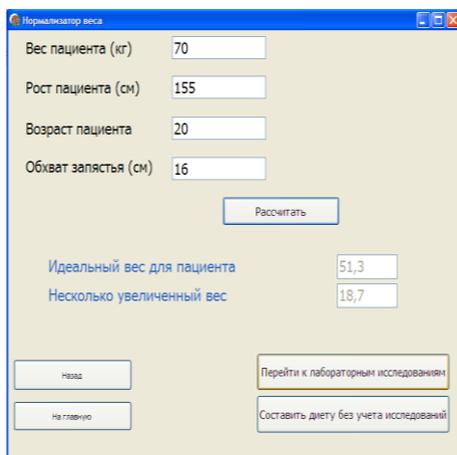


Рис. 2. Окно «Определение идеального веса»

При нажатии кнопки «Перейти к лабораторным исследованиям», открывается окно «Лабораторные исследования» (рис. 3), где специалист отмечает выявленные при лабораторных исследованиях нарушения в работе организма.

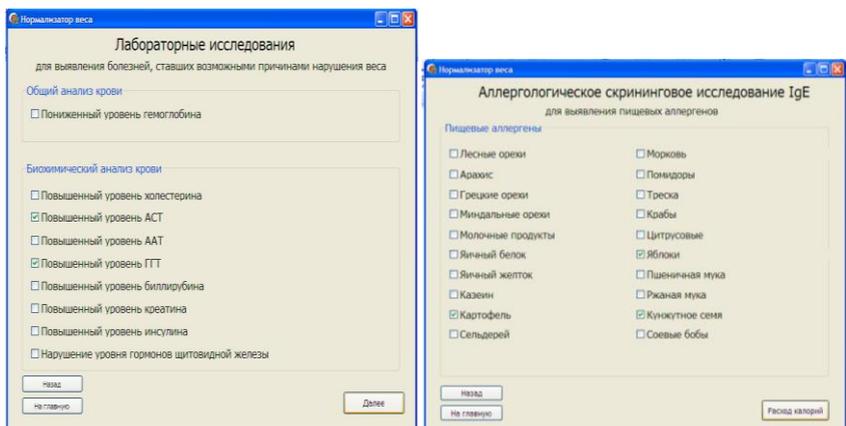


Рис. 3. Окна лабораторных и аллергологических исследований

Если были отмечены нарушения в лабораторных анализах или при диагностических исследованиях пациента, то выдаются направления к соответствующим врачам специалистам. Если были выявлены пищевые аллергены, то они исключаются из списка предлагаемых продуктов в окне составления меню.

При нажатии кнопки «Расход калорий», открывается окно, где специалист вычисляет суточные энергозатраты пациента (рис. 4). Если у пациента увеличенный вес, то калорийность рациона снижают на 25%, а если вес ниже нормы, то увеличивают на 25%.

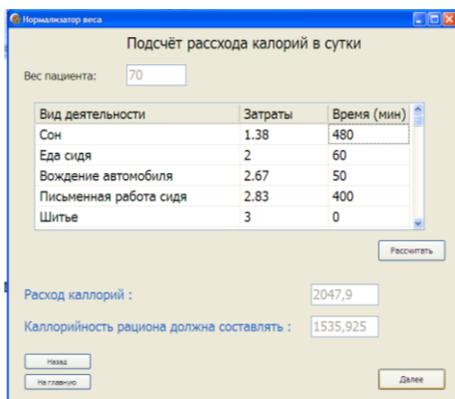


Рис. 4. Окно «Расход калорий»

В окне «Меню» (рис. 5) специалист может составить меню диеты на любую дату, скопировать, ранее созданное меню, удалить блюда или создать новые, учитывая пищевые аллергены.

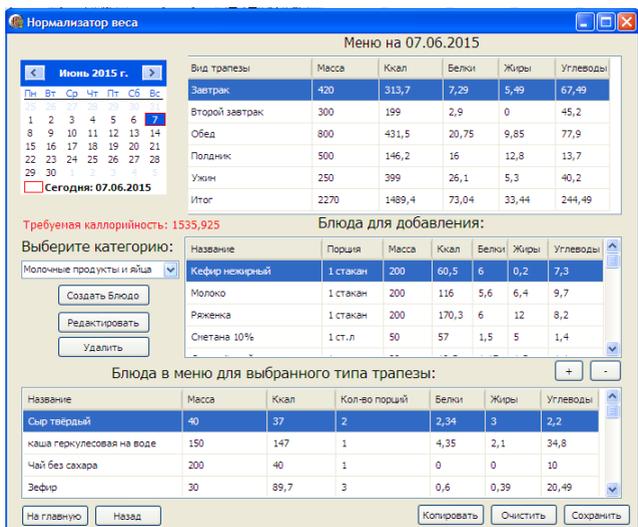


Рис. 5. Окно «Меню»

В программе имеется возможность проследить динамику изменения веса, чтобы оценить эффективность назначенной диеты в окне «Динамика изменения веса».

Сайт Zdorovistroen (рис. 6) был разработан на языке html. На главной странице представлена обобщённая информация о ведении здорового образа жизни. Страница сайта «Всё о здоровом питании» содержит информацию о правилах здорового питания, а также имеет ссылку на внешний ресурс, содержащий таблицу калорийности продуктов, которую врач специалист может использовать для создания новых блюд в программе. На странице сайта «Правила здорового образа жизни» описаны правила ведения здорового образа жизни. Страница сайта «Спортивные упражнения» содержит информацию о занятиях спортом и различных видах тренировок, а также имеется ссылки на сайты спорт клубов Воронежа и сайты интернет магазинов спорт товаров. На страницах сайта «Кардиотренировки», «Силовые тренировки», «Стрейчинг» приведена полезная информация и видеоуроки.



Рис.6. Сайт Zdorovistroen

Литература

1. Муратова, О.И. Создание автоматизированной информационной подсистемы контроля и нормализации веса [текст] / О.И. Муратова, Л.Д.Шевякова // Современные методы прикладной математики, теории управления и компьютерных технологий: сб. тр. IX междунар. конф. «ПМТУКТ-2016» – Воронеж: Изд-во «Научная книга». - 2016. - с. 246-248.

2. Гордеева, О.И. Разработка моделей здоровья на основе системного подхода для оценки и анализа состояния здоровья студентов [текст] / О.И. Гордеева, Н.И. Лицман, О.В. Родионов // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. - 2005. - Т. 4. № 3. - С. 320-322.

3. Гордеева, О.И. Системный анализ и принятие решений [текст]: учебное пособие / О. И. Гордеева, О. В. Родионов / ГОУВПО "Воронежский гос. технический ун-т". – Воронеж: Изд-во ВГТУ. - 2006. - Том Ч. 1.

4. Муратова, О.И. Практическая информатика [текст]: учебное пособие / О.И. Муратова, О.В. Родионов / ФГБОУ ВПО "Воронежский гос. технический ун-т". – Воронеж: Изд-во ВГТУ. - 2012.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСЛОЖНЕНИЙ У НЕДОНОШЕННЫХ ДЕТЕЙ

Недоношенный ребёнок — это ребёнок, родившийся при сроке менее 37 полных недель, то есть до 260 дня беременности.

Причины недонашивания плода:

- социально-экономические (профессиональные вредности, плохие жилищно-бытовые условия, вредные привычки),
- социально-биологические (возраст беременной, предыдущие аборты),
- клинические (инфекционные заболевания беременной, травмы, падения, подъем тяжести, нервные потрясения, аномалии развития женской половой сферы, заболевание беременной, хромосомные аномалии).

Недоношенный ребёнок требует пристального внимания, так как в процессе его выхаживания нередко возникает ряд проблем. Прежде всего, это относится к детям, родившимся с массой тела 1500 г и меньше («глубоконедоношенные», с очень низкой массой тела) и, особенно менее 1000 г («экстремально недоношенные», с экстремально низкой массой тела). Следует помнить, что разделение на степени недоношенности с учётом весовых параметров не всегда соответствует истинному концептуальному возрасту ребёнка.

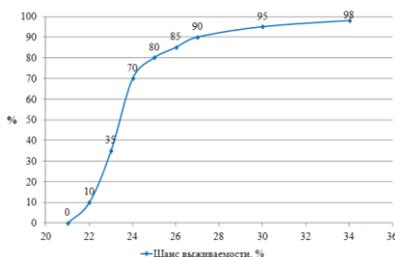


Рис. 1. Жизнеспособность плода по неделям гестации

Проведен анализ данных взятых в Областном Воронежском Перинатальном центре. Выживаемость недоношенных детей непосредственно зависит от срока гестации и массы тела при

рождении. Группа детей с массой тела менее 1500 г и ниже (менее 30–31 недели гестаций) составляет менее 1 % от живорождённых, но 70 % случаев смерти новорождённых детей. Такие дети за счёт укороченного периода пребывания в утробе матери не успевают достаточно подготовиться к условиям внеутробного существования, недостаточно накопили запасов питательных веществ. На рис. 1 представлен шанс выживаемости новорожденного в % по неделям гестации.

Любая недоношенность негативно сказывается на дальнейшем развитии ребёнка, но зависит напрямую от того, на сколько ребёнок родился недоношенным. Ребёнок, родившийся на 25 неделе, имеет многократные шансы стать инвалидом, чем 35-ти недельный. Наиболее распространёнными осложнениями патологий недоношенных детей являются церебральная ишемия I–III ст., ВЖК I–II ст., пневмония и РДСН.

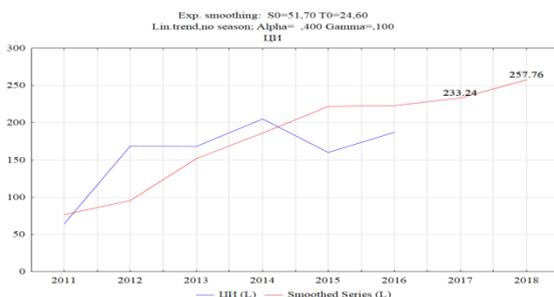


Рис. 2. Прогнозирование осложнения церебральной ишемии

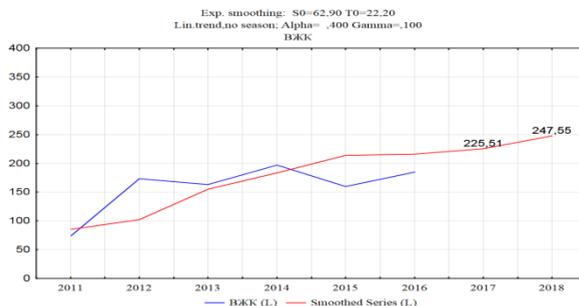


Рис. 3. Прогнозирование осложнений внутрижелудочкового кровоизлияния

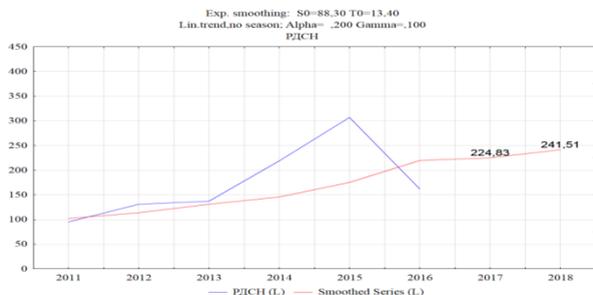


Рис. 4. Прогнозирование осложнений респираторного дистресс-синдрома

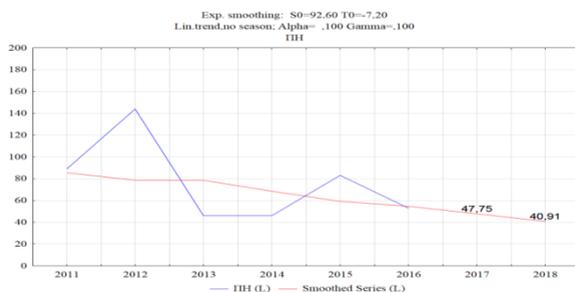


Рис. 5. Прогнозирование осложнений пневмонии

Для построения краткосрочного прогноза различных форм осложнений у недоношенных детей на 2017-2018 гг. была использована модель экспоненциального сглаживания, без учета сезонности. В качестве основной модели ряда рассматривается его представление в виде полинома невысокой степени, коэффициенты которого медленно меняются со временем. На рис. 2-5 представлены результаты прогнозирования возможных осложнений у недоношенных детей.

Как видно из представленных результатов прогнозируется увеличение осложнений церебральной ишемии, внутрижелудочкового кровоизлияния и респираторного дистресс-синдрома. И снижение осложнения пневмонии на 2017-2018 гг.

Литература

1. Новикова Е.И. Алгоритмизация и управление процессом диагностики гинекологических заболеваний на основе многовариантного моделирования / Е.И. Новикова, О.В. Родионов // монография. Воронеж: ВГТУ, 2012. 132 с.
2. Новикова Е.И. Моделирование биомедицинских систем / Е.И. Новикова, О.В. Родионов, Е.Н. Коровин // учебное пособие, Воронеж: ВГТУ, 2008. – 196 с.
3. Новикова Е.И. Анализ и разработка нейросетевых моделей оценки осложнений инфаркта миокарда / Е.И. Новикова, О.В. Родионов // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. Москва, 2011. Т. 10. № 1. С 96-99.
4. Новикова Е.И. Разработка нейросетевой модели диагностики заболеваний позвоночника / Новикова Е.И., Пазий Т.Н. // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2013. Т. 12. № 4. С. 947-950.
5. Новикова Е.И. Оценка состояния больных с опухолями матки и яичников на основе кластерного и дискриминантного анализа / Новикова Е.И., Родионов О.В., Фролов М.В. // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2006. Т. 5. № 2. С. 364-366.
6. Новикова Е.И. Анализ, алгоритмизация и управление процессом диагностики гинекологических заболеваний на основе многовариантного моделирования / Новикова Е.И. автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук // Воронежский государственный технический университет. Воронеж, 2006.
7. Новикова Е.И. Анализ, алгоритмизация и управление процессом диагностики гинекологических заболеваний на основе многовариантного моделирования / Новикова Е.И. диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук // Воронеж, 2006.
8. Новикова Е.И. Разработка решающих правил для прогнозирования диагноза опухолей матки и яичников / Новикова Е.И., Родионов О.В., Фролов М.В. // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2006. Т. 2. № 7. С. 27-29.

Воронежский государственный технический университет

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МЕДИЦИНСКОЙ СФЕРЕ

Проведение современных исследований в медицинской сфере трудно представить без использования средств вычислительной техники. Среди таких исследований – компьютерная томография, томография с применением явления ядерно-магнитного резонанса, использование на практике изотопов. Требуется обработка и хранение больших объемов информации, что может быть сделано на основе компьютерной техники [1].

Сейчас компьютеры объединяют в сетевые структуры на основе кабелей или. Это дает возможности эффективным образом осуществлять обмен данными между теми абонентами, которые удалены друг от друга.

На основе сетей передаются данные между медицинскими учреждениями, в которых размещаются компьютеры. В настоящее время активно применяются гипертекстовые системы. На их основе информация организуется так, что она будет доступна для людей, которые не являются специалистами в компьютерных технологиях. В гипертекстовые системы входит текстовая информация, а также звуковая графическая, это касается и видеоизображений. Поэтому можно формировать информационные системы, при помощи которых обеспечивается информационная поддержка медиков в тех случаях, когда они не обладают квалификацией или опытом для того, чтобы принять определенные решения по комплексу лечебных мероприятий [2, 3]. Если в системы входит подсистема вопросов и ответов, то они применяются для обучения.

За счет организационной структуры должны быть эффективным образом предоставлены медицинские услуги, вне зависимости от использования передовых медицинских технологий. Для системы управления должны быть характеристики конкурентоспособности и она приносит прибыль для высокого качества лечения. При подобной организации без применения информационных систем, нет возможностей принятия оперативных решений в сфере медицины и экономики. Построение информационных систем должно быть комплексным и в них входят

взаимосвязанные автоматизированной системы медицинских компаний, на основе которых решаются задачи по таким направлениям: административным, медицинским, финансово-хозяйственным и научным.

Новые требования в сфере здравоохранения, и стремительное развитие компьютерных технологий определяет перед программными разработчиками задачи формирования комплексных систем автоматизации функционирования медицинских учреждений. Проведение разработки и внедрения подобных систем дает возможности для эффективного решения задач, связанных с интеграцией всех существующих источников информации как медицинского, так и хозяйственного характера, сделать облегчение работы медицинского персонала. Это обеспечивает должную скорость обработки информации разных видов, повышается оперативность в принятии решений.

Среди программ медицинского предназначения можно отметить электронную регистратуру, которая предназначена для записи пациентов на прием к врачу. В системе происходит оптимизация работы регистратуры клиники, в ней есть возможности получения точного расписания пациентов к врачам для любого момента времени, для распечатки расписаний каждого из врачей, также собирается статистику, с тем, чтобы в дальнейшем проводить анализ функционирования регистратуры, отдела маркетинга и т.д.

Литература

1. Дюк В. Информационные технологии в медико-биологических исследованиях / В.Дюк, В.Эммануэль // СПб.: Питер, 2003. 528 с.
2. Клименко Г.Я. Методика и результаты преобразования лингвистических характеристик в численные оценки факторов риска / Г.Я.Клименко, В.П.Косолапов, О.Н.Чопоров // Консилиум. 2001. № 4. С. 25.
3. Косолапов В.П. Проблемы репродуктивного здоровья населения воронежской области и пути их решения / В.П.Косолапов, П.Е.Чесноков, Г.Я.Клименко // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2010. № 10. С. 6.

Воронежский институт высоких технологий,
Воронежский государственный технический университет

КАРТЫ КОХОНЕНА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ИНФЕКЦИОННЫХ
ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Сформирована исходная матрица из 80 историй болезней пациентов БУЗ ВО «Калачеевская ЦРБ», где 23 пациента с диагнозом дизентерия, 19 – эшеризииоз, 21-сальмонеллез и у 17 пациентов другая патология.

Выделение топологических групп по инфекционным желудочно-кишечным заболеваниям проводилось с использованием самоорганизующихся карт Кохонена на ядре Deductor Studio Lite 5.0.

Для лучшего восприятия информации окрашивание ячеек проводилось в режиме градации серого. Чем светлее ячейка, тем значимее рассматриваемый признак. Пример карт Кохонена представлен на рис. 1.



а) Карта «Недомогание»



б) Карта «Отсутствие аппетита»



в) Карта «СОЭ в норме»



г) Карта «Рвота»

Рис. 1. Пример топологических карт Кохонена для выявления заболевания

На рис. 2 представлена Карта «Кластеры», которая отражает разбиение топологической карты на 4 кластера, соответствующих заболеваниям: 1 кластер - сальмонеллез, 2 кластер - дизентерия, 3

кластер - другая патология, 4 кластер – эшерихиоз. В 1 кластере 21 правильно отнесенных примеров и 4 ошибочно; во 2 кластере, 23 правильно отнесенных примеров; в 3 кластере 17 правильно отнесенных примеров; в 4 кластере 15 правильно отнесенных примеров.

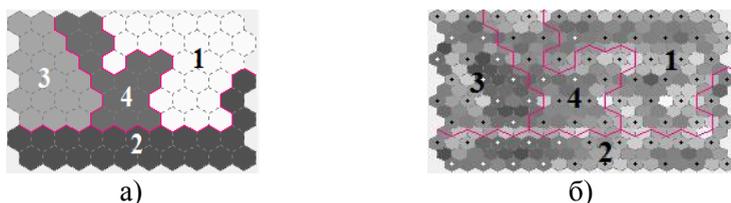


Рис. 2. Карта а) кластеры, б) Матрица расстояний

Так же построена топологическая карта «Матрица расстояний» применяется для визуализации структуры кластеров, полученных в результате обучения карты, которая представлена на рис. 3.

На рис. 4 представлена «Проекция Саммона», которая является результатом проецирования сети Кохонена вместе с её связями на плоскость.

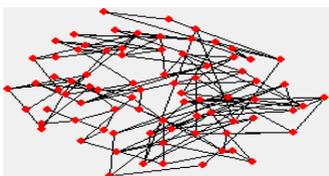


Рис. 3. Проекция Саммона

Для диагностики инфекционных желудочно-кишечных заболеваний, был построен ансамбль нейронных сетей с помощью программного пакета STATISTICA 6.0. Фрагмент ансамбля представлен в таблице. Входами сетей являются вектора классификационных признаков инфекционно желудочно-кишечных заболеваний. Для построения использовался алгоритм обучения с обратным распространением ошибки. Сети обучались на 66 примерах. Все сети имеют 4 выхода, соответствующих каждому из присутствующих в обучающей выборке классов заболеваний.

Из всего числа построенных нейросетей были выбраны сети

под номерами №1 и №39, такой выбор был сделан исходя из большой достоверности равной 87,5%.

Достоверность разработанных моделей

№ Сети	Архитектура	Кол-во удаленных синапсов	Верно распознанных						Достоверность, %
			Обучающая выборка		Контрольная выборка		Тестовая выборка		
			Кол-во из 66	%	Кол-во из 8	%	Кол-во из 6	%	
1	МП 14:14-12-12-4:4	0	60	90,9	7	75	5	83,3	87,5
2	МП 14:14-12-4:4	0	51	77,2	5	62,5	4	66,6	64,2
3	МП 14:14-12-12-4:4	300 из 360	55	83,3	5	62,5	3	50	57,1
4	МП 14:14-12-4:4	205 из 216	56	84,8	7	87,5	4	66,6	71,4
5	МП 14:14-12-4:4	0	58	87,8	5	62,5	5	83,3	71,4
6	МП 14:14-12-12-4:4	320 из 360	52	78,7	7	87,5	4	66,6	78,5
...
37	МП 14:14-12-4:4	195 из 216	61	92,4	4	50	4	66,6	57,1
38	МП 14:14-11-4:4	206 из 216	56	84,8	4	50	6	100	71,4
39	МП 14:14-12-4:4	0	63	95,4	8	100	4	66,6	87,5
40	МП 14:14-12-4:4	0	55	83,3	5	62,5	3	50	57,1
41	МП 14:14-12-4:4	0	48	72,7	4	50	5	83,3	64,2
42	МП 14:14-12-12-4:4	311 из 360	50	75,7	3	37,5	3	50	42,8
43	МП 14:14-12-4:4	0	59	89,3	7	87,5	3	50	71,4
44	МП 14:14-12-9-4:4	281 из 312	58	87,8	6	75	3	50	64,2
45	МП 13:13-10-11-4:4	0	55	83,3	5	36,5	3	50	57,4
46	МП 14:14-12-4:4	0	60	90,9	4	50	4	66,6	57,4
47	МП 14:14-12-4:4	0	59	89,3	4	50	6	100	71,4
48	МП 9:9-9-4:4	0	51	77,2	3	37,5	6	100	64,2
49	МП 10:10-10-4:4	200 из 208	56	84,8	7	87,5	2	33,3	64,2
50	МП 13:13-11-4:4	223 из 251	62	93,9	6	75	3	50	71,4

Литература

1. Новикова Е.И. Алгоритмизация и управление процессом диагностики гинекологических заболеваний на основе многовариантного моделирования / Е.И. Новикова, О.В. Родионов // монография. Воронеж: ВГТУ, 2012. 132 с.

2. Новикова Е.И. Моделирование биомедицинских систем / Е.И. Новикова, О.В. Родионов, Е.Н. Коровин // учебное пособие, Воронеж: ВГТУ, 2008. – 196 с.

3. Новикова Е.И. Анализ и разработка нейросетевых моделей оценки осложнений инфаркта миокарда / Е.И. Новикова, О.В. Родионов // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. Москва, 2011. Т. 10. № 1. С 96-99.

4. Новикова Е.И. Разработка нейросетевой модели диагностики заболеваний позвоночника / Е.И. Новикова, Т.Н. Пазий // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2013. Т. 12. № 4. С. 947-950.

5. Новикова Е.И. Анализ, алгоритмизация и управление процессом диагностики гинекологических заболеваний на основе многовариантного моделирования / Новикова Е.И. диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Воронеж, 2006.

6. Новикова Е.И. Разработка искусственных нейронных сетей для диагностики заболеваний позвоночника / Е.И. Новикова, Т.Н. Пазий // Управление в биомедицинских, социальных и экономических системах межвузовский сборник научных трудов. Воронеж, 2014. С. 15-19.

7. Новикова Е.И. Разработка информационно-программного обеспечения подсистемы диагностики осложнений инфаркта миокарда на основе нейросетевого моделирования / Е.И. Новикова, О.В. Родионов // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2015. Т. 14. № 4. С. 773-777.

8. Новикова Е.И. Построение топологических карт Кохонена и нейросетевых моделей для постановки диагнозов внутреннего эндометриоза и миомы матки / Е.И. Новикова // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2010. Т. 6. № 12. С. 184-187.

9. Коровин Е.Н. Интеллектуализация управления процессом диагностики пациенток с гинекологическими заболеваниями на основе нейросетевого моделирования / Е.Н. Коровин, Е.И. Новикова, О.В. Родионов, М.В. Фролов // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2010. Т. 9. № 2. С. 292-295.

Воронежский государственный технический университет

РАЗРАБОТКА СТАТИСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЛЕГОЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Заболевания легких остаются актуальной национальной и международной проблемой. В настоящее время около трети населения мира инфицированы микобактерией туберкулеза. Ежегодно регистрируются 8,8 млн. новых случаев заболевания и около 2 млн. человек умирают от него.

В РФ воспаление легких за год переносит более одного миллиона человек. Несмотря на все достижения современной медицины, пневмония до сих пор остается серьезным и опасным заболеванием, 5 % заболевших воспалением легких погибает. Симптоматика воспаления легких достаточно разнообразна.

Рост злокачественных клеток в легких, является одной из ведущих причин смерти от рака. Начальные признаки рака легких во многих случаях напоминают проявления самых обычных легочных заболеваний, вследствие чего они не вызывают к себе серьезного отношения больных, склонных выжидать самопроизвольного их исчезновения.

Для выделения больных по группам легочных заболеваний использовался кластерный анализ. Разбиение на кластеры проводилось по 84 пациентам с различными диагнозами. Результаты классификации пациентов с легочными заболеваниями представлены на рис. 1. Как видно из рисунка, неправильный диагноз был поставлен 4 пациентам. Ошибка кластеризации составила 4,8 %. Для формирования классов применялся метод Уорда, а в качестве меры близости - расстояние Евклида.

Кластерный анализ выделил 4 группы наблюдений, а именно туберкулез, пневмонию, рак легких и другие патологии. По результатам классификации был проведен дискриминантный анализ.

Статистическую значимость проверяли с использованием остаточной дискриминантной способности, т.е. способности переменных различать классы до определения функции, если исключить информацию, полученную с помощью ранее вычисленных функций. Для чего применялась L - статистика Уилкса, которая принимает значения в диапазоне от 0 до 1. Значение критерия Уилкса

$L=0,00074$ близко к нулю, что говорит о хорошей различаемости классов.

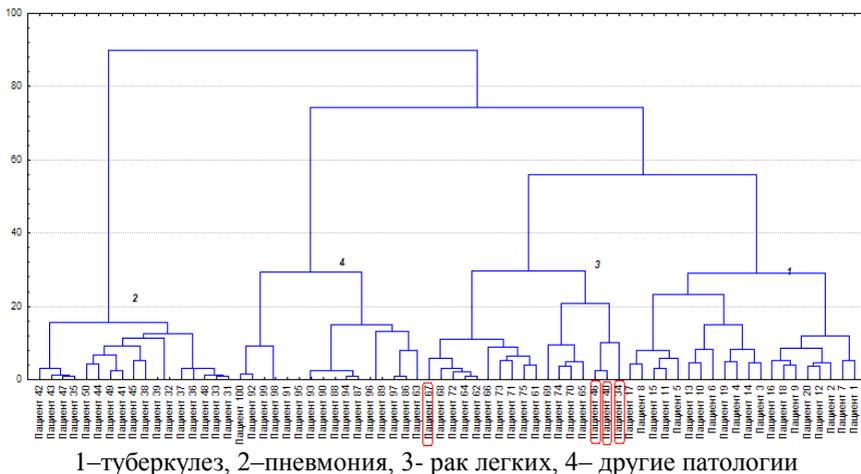


Рис. 1. Дендрограмма иерархической классификации пациентов с легочными заболеваниями

Математические модели дискриминантных функций для каждого заболевания, имеют следующий вид:

$$Y1 = -60,019 + 3,228 * x_1 + 8,911 * x_2 + 1,047 * x_3 - 3,760 * x_4 + 0,166 * x_5 + 3,032 * x_6 + 2,326 * x_7 + 2,110 * x_8 + 5,234 * x_9 + 5,073 * x_{10} + 1,837 * x_{11} + 2,043 * x_{12} + 0,976 * x_{13} - 1,135 * x_{14},$$

$$Y2 = -50,947 - 4,708 * x_1 - 1,454 * x_2 - 6,771 * x_3 - 2,766 * x_4 - 3,184 * x_5 - 2,671 * x_6 - 2,822 * x_7 - 0,542 * x_8 - 1,101 * x_9 - 3,837 * x_{10} - 3,265 * x_{11} - 1,805 * x_{12} - 1,805 * x_{13} + 3,858 * x_{14},$$

$$Y3 = -32,923 - 3,5167 * x_1 - 1,229 * x_2 + 3,159 * x_3 - 1,977 * x_4 - 1,566 * x_5 - 1,104 * x_6 - 1,571 * x_7 - 3,726 * x_8 - 3,262 * x_9 - 3,265 * x_{10} - 4,704 * x_{11} + x_{12} + 0,562 * x_{13} + 4,035 * x_{14}$$

$$Y4 = -13,741 - 2,424 * x_1 - 3,541 * x_2 - 3,176 * x_3 - 3,021 * x_4 - 2,287 * x_5 - 2,692 * x_6 - 3,120 * x_7 - 1,105 * x_8 - 4,114 * x_9 - 2,883 * x_{10} - 13,703 * x_{11} - 1,399 * x_{12} - 1,361 * x_{13} + 2,514 * x_{14},$$

где $Y1$ –туберкулез, $Y2$ –пневмония, $Y3$ –рак легких, $Y4$ – другие

патологии;

- x₁ – температура,
- x₂ – мокрота светлого (белая) цвета,
- x₃ – мокрота зеленоватого цвета (гнойная),
- x₄ – мокрота пенная,
- x₅ – мокрота кровянистая,
- x₆ – затемнение верхней доли легкого,
- x₇ – затемнение средней доли легкого,
- x₈ – затемнение нижней доли легкого,
- x₉ – рентгенологическая тень облаковидной формы,
- x₁₀ – рентгенологическая тень округлой формы,
- x₁₁ – рентгенологическая тень с четкими краями,
- x₁₂ – рентгенологическая тень с нечеткими краями,
- x₁₃ – СОЭ выше нормы,
- x₁₄ – обобщенный показатель.

На основе полученных дискриминантных функций было протестировано 16 пациентов (5- туберкулезные заболевания, 5 – пневмония, 3- рак легких и 3 пациента с другой патологией). В результате тестирования двум пациентам был поставлен неправильный диагноз. Таким образом, достоверность постановки диагноза по дискриминантным функциям составила 87 %, а именно для туберкулезных больных – 80 %, 80 % -пневмония, 100 %- рак легких и 100 % - для другой патологии.

Литература

1. Новикова Е.И. Алгоритмизация и управление процессом диагностики гинекологических заболеваний на основе многовариантного моделирования / Е.И. Новикова, О.В. Родионов // монография. Воронеж: ВГТУ, 2012. 132 с.
2. Новикова Е.И. Моделирование биомедицинских систем / Е.И. Новикова, О.В. Родионов, Е.Н. Коровин // учебное пособие, Воронеж: ВГТУ, 2008. – 196 с.
3. Новикова Е.И. Анализ и разработка нейросетевых моделей оценки осложнений инфаркта миокарда / Е.И. Новикова, О.В. Родионов // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. Москва, 2011. Т. 10. № 1. С 96-99.
4. Новикова Е.И. Разработка моделей и алгоритма, обеспечивающих повышение эффективности процесса

дифференциальной диагностики острого панкреатита / Новикова Е.И., Штырлина Д.П., Панченко И.В. // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2014. Т. 13. № 4. С. 933-937.

5. Новикова Е.И. Разработка нейросетевой модели диагностики заболеваний позвоночника / Новикова Е.И., Пазий Т.Н. // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2013. Т. 12. № 4. С. 947-950.

6. Новикова Е.И. Оценка состояния больных с опухолями матки и яичников на основе кластерного и дискриминантного анализа / Новикова Е.И., Родионов О.В., Фролов М.В. // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2006. Т. 5. № 2. С. 364-366.

7. Новикова Е.И. Анализ, алгоритмизация и управление процессом диагностики гинекологических заболеваний на основе многовариантного моделирования / Новикова Е.И. автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук // Воронежский государственный технический университет. Воронеж, 2006.

8. Новикова Е.И. Анализ, алгоритмизация и управление процессом диагностики гинекологических заболеваний на основе многовариантного моделирования / Новикова Е.И. диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук // Воронеж, 2006

9. Новикова Е.И. Разработка решающих правил для прогнозирования диагноза опухолей матки и яичников / Новикова Е.И., Родионов О.В., Фролов М.В. // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2006. Т. 2. № 7. С. 27-29.

10. Новикова Е.И. Разработка логической модели на основе методов распознавания образов и добычи данных для диагностики внутреннего эндометриоза, миомы матки и опухолей яичников / Новикова Е.И., Родионов О.В. // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2008. Т. 4. № 12. С. 108-111.

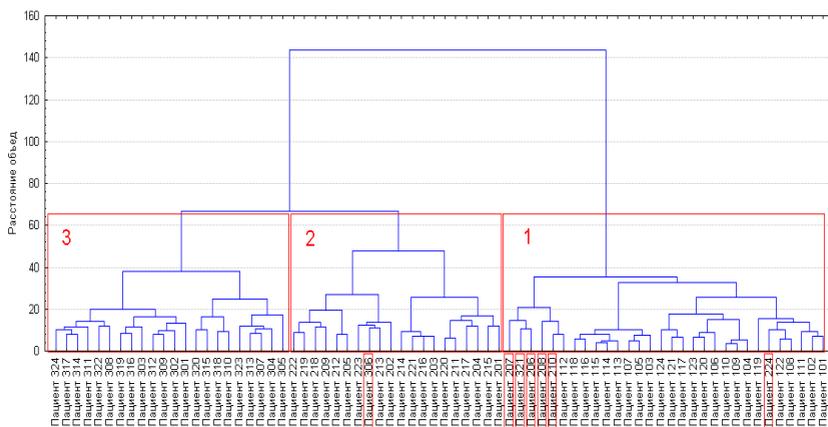
Воронежский государственный технический университет

Е.И. Новикова, А.С. Коновкина

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПОЧЕК

Самыми частыми из заболеваний мочеполовых органов являются пиелонефрит и мочекаменная болезнь (уролитиаз).

Были проведены исследования современного состояния заболеваний и сформирована исходная матрица классификационных признаков пиелонефрита, мочекаменной болезни, а также мочекаменной болезни, осложненной обострением хронического пиелонефрита. Были взяты 72 случайных пациентов, которые поступили в экстренном порядке в БУЗ ВО ВГКБСМП №10, больницу «Электроника»: у 24 человек выявили мочекаменную болезнь, еще у 24 человек выявили обостренный хронический пиелонефрит, у 24 выявили мочекаменную болезнь, осложненную обострением хронического пиелонефрита. Возраст этих пациентов находится в диапазоне от 16 до 91 года.



1 - группа пациентов с мочекаменной болезнью, 2 – группа пациентов с мочекаменной болезнью, осложненной хроническим пиелонефритом, 3 - группа пациентов с обострение хронического пиелонефрита

Результат кластерного анализа

Для определения прогностической значимости признаков

рассмотренных заболеваний использовался метод экспертного оценивания, в результате чего был выявлен набор признаков, которые оказывают существенное влияние на постановку диагноза.

Для выделения больных по группам заболеваний почек использовался кластерный анализ. Разбиение на кластеры проводилось по 72 пациентам с различными диагнозами. Результаты классификации пациентов с заболеваниями почек представлены на рисунке. Для формирования классов применялся метод Уорда, а в качестве меры близости - расстояние Евклида.

Из представленного рисунка видно, что в первый кластер неверно попали пациенты 207, 321, 206, 208, 210 и 224. Во второй кластер неверно попал 306 пациент. Третий класс выделен верно. Таким образом, ошибка кластеризации составила 9,7 %.

Результат дискриминантного анализа (Переменных в модели: 8; Группировка: заболевание (3 групп), Лямбда Уилкса: 0,000129 припл. $F(84,473)=14,290$ $p<0,0000$)

Признак	Уилкса лямбда	Частная лямбда	F-исключ (2,50)	p-уров.	Толер.	1-толер. (R-кв.)
Белок в моче	0,0977	0,5656	19,193	0,000001	0,8541	0,1458
Увеличение эритроцитов в моче	0,0612	0,8232	4,676	0,038626	0,7422	0,2577
Увеличение лейкоцитов моче	0,0555	0,8953	4,117	0,042599	0,8226	0,1773
Степень бактериурии выше нормы	0,0812	0,6802	11,751	0,000066	0,8956	0,1043
Увеличение лейкоцитов в крови	0,0564	0,8791	4,531	0,038902	0,8160	0,1839
Увеличенная ЧЛС	0,0711	0,7772	7,165	0,001836	0,7516	0,2483
Гиперэхогенные включения дающие акустическую тень и микролиты	0,0918	0,6023	16,504	0,000003	0,8486	0,1513
Обобщающий показатель	0,0643	0,8189	5,104	0,011370	0,5542	0,4457

По результатам классификации был проведен дискриминантный анализ. Для этого использовали обучающую выборку, состоящую из 60 пациентов. Информативность симптомов, содержащихся в матрице наблюдений, оценивалась по F-критерию

Фишера.

Для проверки статистической значимости использовалось понятие остаточной дискриминантной способности. Для этого использовалась Л-статистика Уилкса которая стремится к нулю, что говорит о хорошей различимости классов.

Функции классификации для групп «МКБ», «МКБ, осложненная обострением хронического пиелонефрита», «Обострение хронического пиелонефрита» представлены формулами:

$$Z1 = 2,786 \times X1 + 0,143 \times X2 - 0,291 \times X3 + 0,186 \times X4 + 0,218 \times X5 + \\ + 0,933 \times X6 + 0,954 \times X7 + 0,142 \times X8 - 10,933,$$

$$Z2 = 6,726 \times X1 - 0,381 \times X2 - 0,172 \times X3 + 1,766 \times X4 + 0,132 \times X5 + \\ + 1,162 \times X6 + 0,973 \times X7 + 0,288 \times X8 - 32,717,$$

$$Z3 = 3,963 \times X1 - 0,633 \times X2 - 0,084 \times X3 + 2,255 \times X4 - 0,083 \times X5 + \\ + 0,090 \times X6 - 0,439 \times X7 + 0,350 \times X8 - 20,615,$$

где Z1 – МКБ; Z2 - МКБ, осложненная обострением хронического пиелонефрита; Z3 - Обострение хронического пиелонефрита; X1 – Белок в моче; X2 – Увеличение эритроцитов в моче; X3 – Увеличение лейкоцитов в моче; X4 – Степень бактериурии выше нормы; X5 – Лейкоциты в крови; X6 – Увеличенная ЧЛС; X7 – Гиперэхогенные включения дающие акустическую тень и микролиты; X8 – Обобщающий показатель.

На основе полученных дискриминантных функций принадлежности были протестированы 12 пациентов. Результат показал, что верно распознаны 10 пациентов из 12. таким образом, достоверность полученных моделей составила 83,3%.

Литература

1. Новикова Е.И. Алгоритмизация и управление процессом диагностики гинекологических заболеваний на основе многовариантного моделирования / Е.И. Новикова, О.В. Родионов // монография. Воронеж: ВГТУ, 2012. 132 с.

2. Новикова Е.И. Моделирование биомедицинских систем / Е.И. Новикова, О.В. Родионов, Е.Н. Коровин // учебное пособие, Воронеж: ВГТУ, 2008. – 196 с.

3. Новикова Е.И. Анализ и разработка нейросетевых моделей

оценки осложнений инфаркта миокарда / Е.И. Новикова, О.В. Родионов // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. Москва, 2011. Т. 10. № 1. С 96-99.

4. Новикова Е.И. Разработка моделей и алгоритма, обеспечивающих повышение эффективности процесса дифференциальной диагностики острого панкреатита / Е.И. Новикова, Д.П. Штырлина, И.В. Панченко // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2014. Т. 13. № 4. С. 933-937.

5. Новикова Е.И. Разработка нейросетевой модели диагностики заболеваний позвоночника / Е.И. Новикова, Т.Н. Пазий // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2013. Т. 12. № 4. С. 947-950.

6. Новикова Е.И. Оценка состояния больных с опухолями матки и яичников на основе кластерного и дискриминантного анализа / Е.И. Новикова, О.В. Родионов, М.В. Фролов // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2006. Т. 5. № 2. С. 364-366.

7. Новикова Е.И. Анализ, алгоритмизация и управление процессом диагностики гинекологических заболеваний на основе многовариантного моделирования / Новикова Е.И. диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук // Воронеж, 2006.

8. Новикова Е.И. Разработка решающих правил для прогнозирования диагноза опухолей матки и яичников / Е.И. Новикова, О.В. Родионов, М.В. Фролов // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2006. Т. 2. № 7. С. 27-29.

9. Новикова Е.И. Разработка логической модели на основе методов распознавания образов и добычи данных для диагностики внутреннего эндометриоза, миомы матки и опухолей яичников / Е.И. Новикова, О.В. Родионов // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2008. Т. 4. № 12. С. 108-111.

Воронежский государственный технический университет

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА СТАТИСТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИКЛИНИКИ

В настоящее время проблема оказания эффективной стоматологической помощи очень актуальна, поскольку от этого зависит эффективность и качество системы здравоохранения в целом, и решение медико-социальных проблем.

Оценка статистических показателей оказания стоматологической помощи помогают руководителям учреждений принимать оперативные управленческие решения, а врачам – судить о качестве и эффективности лечебно-профилактической работы.

Показатели оценки деятельности стоматологических учреждений объединяют в четыре группы [1, 2]:

1. показатели удовлетворенности населения стоматологической помощью;
2. показатели нагрузки персонала;
3. показатели качества стоматологической помощи;
4. показатели диспансеризации больных стоматологического профиля.

К показателям удовлетворенности населения стоматологической помощью относят следующие: обеспеченность населения стоматологической помощью; обеспеченность населения врачами стоматологами лечебного профиля/зубными врачами.

Показатели нагрузки персонала включают в себя такие показатели как: среднее число посещений в день на одного врача-стоматолога (зубного врача); среднее число санаций в день на одного врача-стоматолога (зубного врача); среднее число удаленных зубов; среднее число вылеченных зубов в день на одного врача.

К показателям качества стоматологической помощи относят: удельный вес осложненного кариеса; отношение числа вылеченных зубов к удаленным; удельный вес осложнений после удаления зубов; частота случаев удаления постоянных зубов у детей.

К показателям диспансеризации больных стоматологического профиля относятся: доля санированных лиц; индекс Коллегова.

Объектом исследований послужили результаты деятельности АУЗ ВО «Воронежская областная клиническая стоматологическая

поликлиника». В ходе анализа деятельности поликлиники были рассчитаны основные показатели оказания стоматологической помощи за период 2014-2016 годы (табл. 1, 2).

Таблица 1

Значения показателей удовлетворенности населения стоматологической помощью и нагрузки персонала АУЗВО «ВОКСП»

Годы	Показатели удовлетворенности населения стоматологической помощью (на 10 тыс. населения)		Показатели нагрузки персонала			
	Обеспеченность населения стоматологической помощью	Обеспеченность населения врачами стоматологами лечебного профиля/зубными врачами	Среднее число посещений в день на 1 врача стоматолога (зубного врача)	Среднее число санаций в день на 1 врача стоматолога (зубного врача)	Среднее число удаленных зубов	Среднее число вылеченных зубов в день на 1 врача
2014	908	3/0,8	13	2,5	1,6	4
2015	914,4	2,8/0,7	17	2,4	1,9	4
2016	915	3,1/1,1	14	2,7	2,2	6
Рекомендуемое значение	919	3,2/1,4	10-12	2-3	2-3	7-8

Из табл. 1 видно, что показатели стоматологической помощи отклоняются от рекомендуемых значений. Так, например, показатели обеспеченности населения стоматологической помощью ниже рекомендуемого (919 ‰), что говорит о недостаточной степени удовлетворения потребности населения в стоматологической помощи. Это свидетельствует о недостаточном ресурсном обеспечении, необходимом для реализации потребности населения в стоматологической помощи. Также в табл. 1 наблюдаем рассчитанные

показатели среднего числа посещений в день на 1 врача стоматолога (зубного врача), превышающие рекомендуемое значение. Исходя из этого, можно сделать вывод о повышенной нагрузке врачей стоматологов (зубных врачей), что может значительно повлиять на качество оказания стоматологической помощи. Показатель, характеризующий среднее число вылеченных зубов в день на 1 врача имеет очень низкие значения, что говорит о неправильном распределении нагрузки врачей в смешанном стоматологическом приеме.

Таблица 2

Значения показателей диспансеризации больных стоматологического профиля и качества стоматологической помощи АУЗ ВО «ВОКСП»

Годы	Показатели диспансеризации больных стоматологического профиля		Показатели качества стоматологической помощи			
	Доля санированных лиц, %	Индекс Коллетова	Удельный вес осложненного кариеса, %	Отношение числа вылеченных зубов к удаленным	Удельный вес осложнений после удаления зубов, %	Частота случаев удаления постоянных зубов у детей, случая
2014	68,4	0,83	21	2,5	1,6	2,6
2015	74	0,85	18	2,7	1,3	2,4
2016	71	0,79	19	2,6	1,4	2,8
Рекомендуемое значение	100	1	Не более 15	3:1	Не более 1	Не более 1,5 случая на 1000 населения

В расчетах, представленных в табл. 2, также наблюдаются некоторые отклонения показателей от рекомендуемых значений.

Значение показателя, характеризующего долю санированных лиц, в период с 2014 по 2016 годы не превышает и 75%. Поэтому можно говорить о недостаточной санации больных с заболеваниями

полости рта. Значения Индекса Коллегова несколько ниже рекомендуемого, что свидетельствует о недостаточном уровне работы по профилактике и лечению у детей в организованных коллективах заболеваний полости рта. По значениям показателя удельного веса осложненного кариеса можно сделать вывод о слаборазвитом уровне санитарной культуры населения. Превышение значений показателя удельного веса осложнений после удаления зубов говорит о недостаточной профессиональной подготовке врачей-стоматологов (зубных врачей), а также обеспеченности стоматологических организаций необходимыми лекарственными средствами и расходными материалами. И наконец, превышающие установленные значения показателей частоты случаев удаления постоянных зубов у детей позволяют говорить о невысоком качестве организации профилактической работы, полноты и своевременности санации полости рта у детского населения.

Высокая распространенность стоматологических заболеваний, приводящих к частичной и полной потере зубов, потребовала разработки новой концепции управления стоматологической службой. В целях повышения эффективности борьбы со стоматологическими заболеваниями особое значение приобретают вопросы эффективной организации стоматологической помощи на основе применения информационных технологий.

Литература

1. Гмурман, В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: учебное пособие для вузов [Текст] / В.Е. Гмурман. - М.: Высшая школа. - 2001.
2. Медик, В.А. Общественное здоровье и здравоохранение: учебник [Текст] / В.А. Медик, В.К. Юрьев. – М.: Профessional. - 2009. – 432 с.

Воронежский государственный технический университет

РАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ДИАГНОСТИКИ И ВЫБОРА ТАКТИКИ ЛЕЧЕНИЯ ПАТОЛОГИЙ ЭНДОМЕТРИЯ НА ОСНОВЕ СЕТЕЙ ПЕТРИ

Проблема развития гиперпластических процессов в эндометрии актуальна, с одной стороны, из-за высокого риска их малигнизации, с другой стороны, единого, с эндокринным бесплодием, механизмами развития. Среди онкологических заболеваний женского населения рак эндометрия занимает 2-е место после злокачественного поражения молочных желез и составляет 20% от числа всех опухолей гениталий. Перерождение гиперпластических процессов эндометрия в состояние рака происходит в 0,20—50% случаев и зависит от морфологических особенностей заболевания, длительностью его рецидивов, возрастом пациентки. Процесс имплантации плодного яйца весьма сложен и обуславливает необходимость соблюдения ряда условий: высокой степени одновременности между эндометрием и эмбрионом, адекватного гормонального окружения, нормальных анатомических взаимоотношений и функции половых клеток. Из-за сложности процесса становится неудивительным факт частых неудач имплантации, особенно в условиях патологии эндометрия. С клинической точки зрения, эти неудачи становятся все более значимой проблемой. Бесплодие встречается в среднем у каждой 6-й пары, и это число продолжает расти .

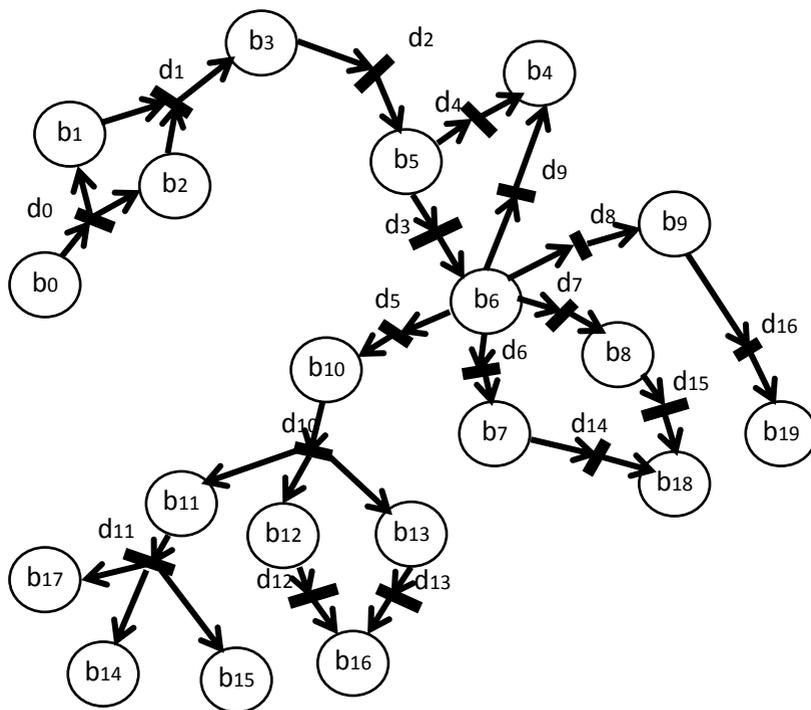
Для построения имитационной модели диагностики и лечения гиперпластических процессов эндометрия были использованы сети Петри.

Основная идея сетей Петри состоит в том, что системы состоят из отдельных взаимодействующих компонент. Каждая компонента сама может быть системой, но её поведение можно описать независимо от других компонент системы, за исключением точно определенных взаимодействий с другими компонентами. Сети Петри разрабатывались специально для моделирования тех систем, которые содержат взаимодействующие параллельные компоненты.

В одном из подходов сети Петри рассматриваются как вспомогательный инструмент анализа. Здесь для построения системы

используются общепринятые методы проектирования. За тем построенная система моделируется сетью Петри, и модель анализируется. Любые трудности, встречающиеся при анализе, указывают на изъян в проекте. Для их исправления необходимо модифицировать проект. Этот проект затем снова моделируется и анализируется. Этот цикл повторяется до тех пор, пока проводимый анализ не приведет к успеху.

На основе анализа методов диагностики и лечения ГПЭ была построена имитационная сетевая модель процесса диагностики и лечения ГПЭ, которая напоминает построение сети Петри (рисунок). В данной модели позициями являются наборы классификационных признаков заболеваний, выявленных у пациентов, а переходами - методики исследования, используемые при проведении методов диагностики (табл.1).



Сетевая модель процесса диагностики и лечения ГПЭ

Позиции сети Петри

Перечень позиций (событий)	Целевое назначение позиций (событий)
b0	Начало
b1	Клинические исследования
b2	Лабораторные исследования
b3	УЗИ
b4	Патология отсутствует
b5	Гистероскопия
b6	Гистологические исследования
b7	Эндометрит
b8	Остатки плодных оболочек
b9	Миома матки
b10	Постановка диагноза ГПЭ
b11	Гиперплазия эндометрия
b12	Полип эндометрия
b13	Полип цервикального канала
b14	Схема лечения гиперплазии эндометрия №1 (абляция эндометрия, гистерэктомия, экстирпация матки с придатками)
b15	Схема лечения гиперплазии эндометрия №2 (гормн. терапия)
b16	Схема лечения гиперплазии эндометрия №3 (экстирпация матки)
b17	Схема лечения полипа эндометрия и цервикального канала №4
b18	Схема лечения эндометрита и остатков плодных оболочек (а/б терапия, п/восп. Теорапия)
b19	Схема лечения миомы матки (горм. терапия, гистерорезектоскопия, экстирпация матки)

Начальная маркировка схемы $M_0 = \{1, 0\}$. При такой начальной разметке схемы единственным готовым к срабатыванию переходом является d_0 , что приводит к новой маркировке $M_1 = \{0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0\}$

,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0} . При срабатывании перехода d1 получим $M1=\{0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0\}$ и т.д. Построение сети организовано таким образом, что в зависимости от сработавшего перехода будет поставлен соответствующий диагноз и выбрана определенная схема лечения. То есть, итог может быть разный. Это и является главным достоинством схемы, так как она учитывает все варианты исхода процесса диагностики, и в зависимости от диагноза будет выбрана тактика лечения.

Литература

1. Новикова Е.И., Родионов О.В., Коровин Е.Н. Моделирование биомедицинских систем. Воронеж: ВГТУ. 2008. 196 с.
2. Родионов О.В., Сергеева М.А., Сидорова А.К. Построение имитационной модели диагностики и лечения гиперпластических процессов эндометрия на основе сетей Петри // Системный анализ и управление в биомедицинских системах: журнал практической и теоретической биологии и медицины. М., 2015. Т.14. №. 3. С. 574-577.
3. Родионов О.В., Воронин А.И., Коровин Е.Н. Медицинские информационные системы. Воронеж: ВГТУ. 2003. 123 с.
4. Интеллектуальные системы управления в медицине и здравоохранении /Е.Н. Коровин, О.В. Родионов, Е.Д. Федорков, М.В. Фролов, А.В. Фролова. Воронеж: ВГТУ, 2005. 171 с.
5. Квасова Л.В., Коровин Е.Н., Родионов О.В. Методика имитационного эксперимента в обучающей системе на основе структурной оптимизации // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2012. Т. 11. № 1. С. 183-187.
6. Коровин Е.Н., Сергеева М.А. Оценка значимости клинических признаков риска развития патологии эндометрия на основе метода априорного ранжирования // Системный анализ и управление в биомедицинских системах: журнал практической и теоретической биологии и медицины. М., - 2017. - Т.16. №. 1. - С. 107-109.

Воронежский государственный технический университет

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Материалы сборника отражают результаты научных исследований, проводимых авторами в различных регионах Российской Федерации и Республики Беларусь.

В публикациях содержится анализ современного состояния методологии проектирования математического и программного обеспечения информационных систем, рассмотрены актуальные проблемы применения методов и средств искусственного интеллекта к вопросам автоматизации процесса обработки информации, представлен опыт применения информационных технологий в технике.

Статьи объединены общей идеологией научных решений, большинство из них имеет практическую направленность.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОНОМИКЕ И УПРАВЛЕНИИ	
И.А. Котенко, А.П. Котенко	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОРОДСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ КОНЕЧНЫМИ АВТОМАТАМИ.....	4
А.И. Станкевич	
РАЗРАБОТКА WEB-СЕРВИСА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ АТТЕСТАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ..	6
С.А. Олейникова	
ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ДЛЯ МНОГОСТАДИЙНЫХ ОБСЛУЖИВАЮЩИХ СИСТЕМ.....	8
И.Э. Воробьев, Э.И. Воробьев	
СТРУКТУРА ХРАНИЛИЩА ДАННЫХ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ.....	12
В.В. Горячко	
ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВУЗА ЗА СЧЕТ УЛУЧШЕНИЯ ПОЗИЦИИ В РЕЙТИНГЕ.....	15
М.Х. Прилуцкий, У.С. Колосовская	
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСОВ В ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ С ГОРИЗОНТАЛЬНЫМИ СВЯЗЯМИ.....	18
А.В. Артамонова, О.К. Альсова	
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ НОВОСИБИРСКОЙ ГЭС НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОДНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ.....	22
Д.В. Иванов	
СТРУКТУРНАЯ ИМИТАЦИОННАЯ АГЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ В СОЦИОТЕХНИЧЕСКОМ ОБЪЕКТЕ.....	26
А.С. Борзова	
ОПТИМИЗАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫБОРА КЛЮЧЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ АВИАКОМПАНИЕЙ.....	31

Т.Г. Мкртчян, Е.Н. Иванченко НЕРАЗРЕШИМЫЕ ПРОБЛЕМЫ В УПРАВЛЕНИИ ИТ-ПРОЕКТОМ.....	34
И.М. Стубарев, О.К. Альсова АНАЛИТИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ CRM-СИСТЕМЫ.....	38
Е.А. Кумагина, Д.В. Буяков МЕТАЭВРИСТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ УПОРЯДОЧЕНИЯ.....	40
Ю.Д. Ревина, М.С. Бобков КОНЕЧНЫЙ АВТОМАТ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТЬЮ СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ.....	44
И.Г. Пасько ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОНОМИКЕ И УПРАВЛЕНИИ.....	47
О.Г. Яскевич, А.С. Шаталов РЕАЛИЗАЦИЯ СЛУЖБЫ УВЕДОМЛЕНИЙ НА СОВРЕМЕННЫХ МОБИЛЬНЫХ ПЛАТФОРМАХ.....	52
И.А. Фомина, Н.Н. Чернышова ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ТРАНСПОРТНОГО ТИПА ПРИ НАЛИЧИИ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ.....	55
С.Ю. Белецкая, Н.С. Паненко ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ ПРИ АВТОМАТИЗИРОВАННОМ УПРАВЛЕНИИ ГАЗОВОЙ КОТЕЛЬНОЙ.....	59
И.М. Пашуева, С.М. Пасмурнов, А.В. Бондарев МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОДСИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ОПЕРАТИВНЫХ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ЭКСТРЕННОМ РЕЖИМЕ РАБОТЫ ЦЕНТРА СКОРОЙ ПОМОЩИ.....	63
Н.Ф. Богаченко ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКОГО МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ В МОДЕЛЯХ РОЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ.....	67
Т.И. Сергеева, Т.А. Евсеенко ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ОПЕРАТИВНЫХ ДАННЫХ.....	70
С.А. Вдович МЕХАНИЗМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ НА ПЛАТФОРМЕ 1С:ПРЕДПРИЯТИЕ 8...	73

У.С. Колосовская	
ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ В ИЕРАРХИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ С ЗАТРАТАМИ.....	78
Н.Н. Чернышова, В.В. Кулыгин	
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ.....	82
Е.А. Неймарк	
ФОРМИРОВАНИЕ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОРТФЕЛЯ ПРИ ПОМОЩИ ГИБРИДНЫХ АЛГОРИТМОВ.....	86
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В БИМЕДИЦИНСКИХ СИСТЕМАХ, ЗДРАВООХРАНЕНИИ И ЭКОЛОГИИ	
Е.Н. Коровин, Е.А. Гудантова	
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЦЕНТРА ЛЕЧЕБНОЙ ФИЗКУЛЬТУРЫ И СПОРТИВНОЙ МЕДИЦИНЫ...	90
О.И. Муратова, Д.Н. Родионов	
ВОЗМОЖНОСТИ ИНФОГРАФИКИ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ.....	93
Е.А. Ганцева, М.А. Лихотин	
ПОДСИСТЕМА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ.....	97
О.В. Минакова, О.А. Жданова	
ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОБИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	100
В.А. Каладзе, А.А. Нечаев	
СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ, ОБРАБОТКИ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ СИСТЕМЫ AQUASTOK.....	104
Л.Н. Костылева, Р.В. Тарасов	
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ.....	108
А.А. Котенко, А.А. Исаков	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОДБОРА САЙТА ДЛЯ ЛИГАНДА С ПОМОЩЬЮ МОЛЕКУЛЯРНОГО ДОКИНГА.....	111
М.С. Хайретдинов, А.В. Лазарева, М.В. Грищенко	
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПЕРЕСТАНОВОЧНОГО ТЕСТА В КОМПЬЮТЕРНОМ АНАЛИЗЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ДАННЫХ.....	113

А.И. Таганов, А.Н. Колесенков, Н.В. Акинина ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ФУНКЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА В ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРНО-СИМВОЛЬНОГО МЕТОДА.....	117
В.В. Ефремов, И.Н. Ефремова, Н.А.Емельянова ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ОТ КВАНТОВАНИЯ.....	120
Т.С. Анохина, Ю.Е. Сумина ОРГАНИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОНКОЛОГИЧЕСКОГО ДИСПАНСЕРА НА ОСНОВЕ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА.....	128
Е.Я. Гафанович ОБРАБОТКА РЕТРОСПЕКТИВНОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ СОВМЕЩЕНИЯ НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И АКТИВНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА.....	132
Р.Л. Баранов, А.И. Воронин, В.А. Королёва РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-КОНСУЛЬТАТИВНОЙ СИСТЕМЫ МЕДИЦИНСКОЙ КЛИНИКИ.....	136
Ю.С. Данилова, Е.Н. Коровин ПРИМЕНЕНИЕ ДИСКРИМИНАНТНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЫ.....	139
В.Н. Коровин, Д.Л. Лихачёва МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОСТАНОВКИ ДИАГНОЗА У БОЛЬНЫХ ОСТРЫМ ИЛИ ХРОНИЧЕСКИМ ПАНКРЕАТИТОМ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	143
Р.Л. Баранов, А.И. Воронин, А.Е. Осотов ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ МЕДИЦИНСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ.....	146
В.С. Субботина, Е.Н. Коровин АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ВИДОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ «КУЗ ВО ВОКЦМК» НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	150
О.И. Муратова, Л.Д. Шевякова АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДСИСТЕМА КОНТРОЛЯ И НОРМАЛИЗАЦИИ ВЕСА.....	155

Е.И. Новикова, В.А. Жуганова	
АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСЛОЖНЕНИЙ У НЕДОНОШЕННЫХ ДЕТЕЙ.....	160
И.Я. Львович, А.П. Преображенский, О.Н. Чопоров	
ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МЕДИЦИНСКОЙ СФЕРЕ.....	164
Е.И. Новикова, В.Ю. Калиничев	
КАРТЫ КОХОНЕНА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ИНФЕКЦИОННЫХ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ.....	166
Е.И. Новикова, А.С. Мещерякова	
РАЗРАБОТКА СТАТИСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЛЕГОЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ.....	170
Е.И. Новикова, А.С. Коновкина	
РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПОЧЕК...	174
А.М. Постникова, Ю.Е. Сумина	
АНАЛИЗ И ОЦЕНКА СТАТИСТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИКЛИНИКИ...	178
О.В. Родионов, М.А. Сергеева	
РАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ДИАГНОСТИКИ И ВЫБОРА ТАКТИКИ ЛЕЧЕНИЯ ПАТОЛОГИЙ ЭНДОМЕТРИЯ НА ОСНОВЕ СЕТЕЙ ПЕТРИ.....	182
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	186

Научное издание

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

ТРУДЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ

(г. Воронеж, 12-13 декабря 2017 г.)
Часть 2

В авторской редакции

Подписано в печать 25.10.2017.

Формат 60x84/16. Бумага писчая.
Усл. печ. л. 11,9. Уч.-изд. л. 9,9. Тираж 350 экз.
Зак. №

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический
университет»

394026 Воронеж, Московский просп., 14

Отдел оперативной полиграфии ВГТУ
394006, Воронеж, ул. 20 лет Октября, 84