

УДК 614.2:007

К. А. Романов, аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова
Д. А. Переведенцев, аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова
Г. А. Благодатский, кандидат технических наук, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

М. М. Горохов, доктор физико-математических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

С. Б. Пономарев, доктор медицинских наук, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

ОПТИМИЗАЦИЯ ИНФОРМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Статья посвящена обзору некоторых аспектов информатизации управления в здравоохранении. Отражены особенности формирования единого информационного пространства. Предложена концептуальная схема системы управления с применением искусственного интеллекта. Проанализирован алгоритм обучения нейронной сети с помощью процедуры обратного распространения.

Ключевые слова: система здравоохранения, информационные технологии, единое информационное пространство, нейронные сети.

Современные информационные технологии позволяют управлять сложными хозяйственными процессами, решать задачи текущего, среднесрочного и перспективного планирования, осуществлять эффективное горизонтальное и вертикальное взаимодействие. Особенно это актуально в здравоохранении [1].

В последнее время к медицинским учреждениям предъявляется огромное количество требований в области профессиональной деятельности, и при этом возникает немало трудностей. Практическое решение большинства проблем невозможно без информатизации медицины. Об этом говорится в Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 г. [2].

Информационные технологии позволяют повысить эффективность управления различными процессами, служат для оптимизации издержек, придают различным процессам гибкость и раскрывают дополнительные возможности для развития.

В своем историческом развитии информационные системы, способные оптимизировать управление социальными структурами, постоянно усложнялись. Они прошли путь от простейшего отслеживания текущего состояния до корпоративных информационных систем, которые способны самостоятельно вести учет и оптимизацию процессов управления, согласуя их с условиями внешней среды. Проблема информатизации управления системой здравоохранения рассматривалась многими учеными и руководителями органов здравоохранения, среди которых хочется выделить работы А. И. Вялкова [3], J. W. Kirklin [4], R. Bellman [5], L. Sheppard [6, 7] и др.

Целью информатизации системы здравоохранения является повышение доступности и качества медицинской помощи населению на основе автоматизации процесса информационного взаимодействия между учреждениями и организациями системы здравоохранения, органами управления здравоохранением субъектов Российской Федерации, а также

федеральными органами исполнительной власти, обеспечивающими реализацию государственной политики в области здравоохранения.

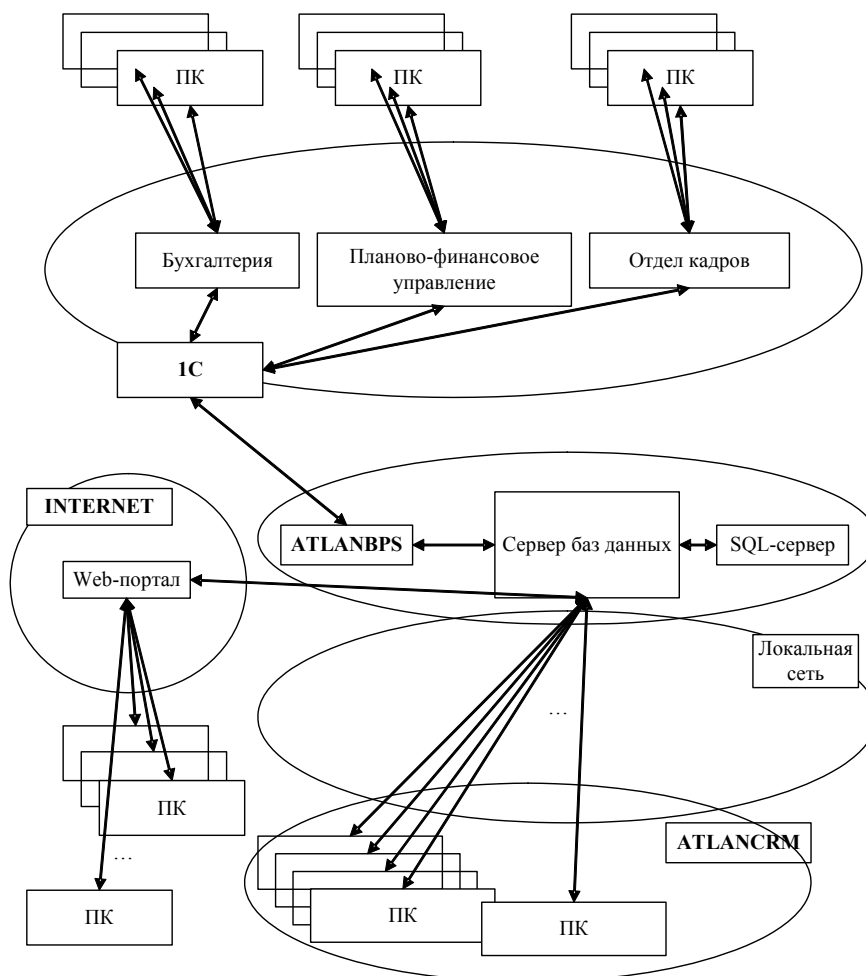
В условиях необходимости контроля и анализа большого количества разнонаправленных информационных потоков, возникающих в процессе реализации мероприятий по управлению медицинскими учреждениями, остро встает вопрос о создании целевого единого информационного пространства. При этом система сбора информации должна быть оперативной. Кроме того, она должна обеспечивать возможность сбора и анализа информации на различных уровнях. Она должна управлять всей системой здравоохранения, оценивать эффективность, управлять изменением хода проводимых мероприятий, управлять поступлением лекарственных средств, оборудования, тест-систем и т. д.

Учитывая, что медицинская помощь обладает всеми свойствами товара и клиентских услуг, для решения описанных выше проблем имеет смысл применение специальных информационных систем, в частности ERP- и CRM-систем. Так, ERP-системы могут быть использованы для оптимизации системы взаимодействия «врач – пациент». «Ресурсами предприятия» при этом можно считать работу медицинского персонала, лекарственные средства, медицинскую технику и т. п. CRM-системы – это системы управления взаимоотношениями с клиентами [8].

Основной процесс любой управляемой структуры в своей основе имеет три составные части: планирование основной деятельности и ее организация; сам основной процесс и его движение; контроль за основной деятельностью. Главным связующим процессом между процессом управления и основным процессом является процесс документооборота, который порождает единую информационную среду организации. Для описания процесса на формальном языке-псевдокоде можно использовать различные языки моделирования, в частности UML [9].

Высокая динамичность изменений в среде функционирования системы требует от информационной системы высокой эффективности в условиях непре-

рывно меняющихся постановок задач и организационных структур. Полная концептуальная схема развертывания системы управления представлена на рисунке.



Концепция развертывания системы [10]

Неотъемлемым элементом системы выступает Web-портал. Web-портал реализует задачи дистанционного основного процесса. Сервер позволяет интегрировать все существующие информационные системы, объединяя их в единую систему класса ERP [11, 12]. Показатели, полученные с помощью обобщенной информационной системы, позволяют построить качественную и достоверную математическую модель интегральной оценки.

Необходимо отметить, что задача повышения эффективности внутренних систем управления организации является сложно формализуемой. В силу этого для оценки эффективности управления необходимо проводить сложные экспертизы. Особую роль при этом может сыграть использование математических подходов, в частности методов искусственного интеллекта – искусственной нейронной сети.

Среди различных структур выделяют полносвязные нейронные сети. В данных структурах проектируются многоуровневые связи между нейронами различных уровней. Наибольший интерес для нас представляет алгоритм обратного распространения, который имеет различные модификации.

Полный алгоритм обучения нейронной сети с помощью процедуры обратного распространения строится следующим образом [13].

1. Подать на входы сети один из возможных образов и в режиме обычного функционирования нейронной сети, когда сигналы распространяются от входов к выходам, рассчитать значения последних. Напомним, что

$$s_j^{(n)} = \sum_{i=0}^M y_i^{(n-1)} w_{ij}^{(n)},$$

где M – число нейронов в слое $n-1$ с учетом нейрона с постоянным выходным состоянием $+1$, задающего смещение; $y_i^{(n-1)} = x_{ij}^{(n)}$ – i -й вход нейрона j -го слоя n .

$$y_i^{(n)} = f(s_j^{(n)}),$$

где $f()$ – сигмоид.

$$y_q^{(0)} = I_q,$$

где I_q – q -я компонента вектора входного образа.

2. Рассчитать $d^{(N)}$ для выходного слоя. Рассчитать изменения весов D $w^{(N)}$ слоя N .

3. Рассчитать $d^{(n)}$ и D $w^{(n)}$ для всех остальных слоев, $n = N - 1, \dots, 1$.

4. Скорректировать все веса в нейронной сети

$$w_{ij}^{(n)}(t) = w_{ij}^{(n)}(t-1) + \Delta w_{ij}^{(n)}(t).$$

5. Если ошибка сети существенна, перейти на шаг 1. В противном случае – завершение обучения.

Сети на шаге 1 попеременно в случайном порядке представляются все тренировочные образы, чтобы сеть, образно говоря, не забывала одни образы по мере запоминания других.

Из приведенного выражения следует, что когда выходное значение $y_i^{(n-1)}$ стремится к нулю, эффективность обучения заметно снижается. При двоичных входных векторах в среднем половина весовых коэффициентов не будет корректироваться, поэтому область возможных значений выходов нейронов $[0, 1]$ желательно сдвинуть в пределы $[-0,5, +0,5]$, что достигается простыми модификациями логистических функций.

Нейронные сети – достаточно мощный метод моделирования, позволяющий воспроизводить чрезвычайно сложные зависимости. Алгоритм обратного распространения ошибки – это итеративный градиентный алгоритм обучения, который используется с целью минимизации среднеквадратичного отклонения текущих от требуемых выходов многослойных нейронных сетей с последовательными связями.

Разработка любой современной корпоративной системы всегда связана с применением трех технологий: управленческой, производственной и информационной, которые взаимодействуют между собой как единый механизм, принимающий на входе материальные, трудовые и информационные ресурсы, а на выходе выдающий планируемый результат. Роль информационной системы в управленческом механизме логистической цепочки заключается в обеспечении единого информационного пространства, где могут быть организованы информационные связи любой направленности и сложности.

Применение объединенной информационной системы на основе сервера бизнес-процессов и инновационной CRM-платформы, позволяет своевременно получить консолидированную информацию по показателям деятельности всех подразделений системы здравоохранения. Внедрение единой медицинской информационной системы, состоящей из множества специализированных модулей, помогает в синхронном решении диагностических, терапевтических,

управленческих, финансовых, статистических и прочих задач.

Библиографические ссылки

1. Единая интегрированная информационная система управления медицинскими учреждениями уголовно-исполнительной системы России / К. А. Романов, Д. А. Переведенцев, К. А. Переведенцев, М. А. Сполохова // Материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. "Achievement of high school – 2013". – София, Болгария : Изд-во «Бял ГРАД-БГ» ООД, 2013. – С. 55–57.

2. О концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 г. : распоряжение от 17 ноября 2008 г. № 1662-р (в ред. распоряжения Правительства РФ от 08.08.2009 № 1121-р) // Собрание законодательства РФ. 12.11.2012. № 46, ст. 6386.

3. Информационные технологии в управлении здравоохранением Российской Федерации : учеб. пособие / под ред. д-ра мед. наук, проф., акад. РАМН А. И. Вялькова. – 2-е изд., доп. и перераб. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 248 с.

4. *Kirklin J. W.* System analysis in surgical patients // Glasgow University : publication. – 1970. – No. 139. – P. 23.

5. *Bellman R.* Math methods in medicine / trans. from engl. – М. : MIR, 1987. – 192 p.

6. *Sheppard L. C., Kirklin J. W.* Cardiac surgical intensive care computer system // Fed. proc. – 1974. – No. 33. – P. 2326–2328.

7. *Sheppard L. C.* The computer in the care of critically ill patients // Proc. IEEE. – 1979. – Vol. 67. – No. 9. – P. 1300–1305.

8. К вопросу о применении информационных систем для оптимизации тактики ведения больных в местах лишения свободы / С. Б. Пономарев, М. М. Горохов, А. В. Серебренников, С. Г. Логинова // Интеллектуальные системы в производстве. – 2007. – № 2(10). – С. 100–103.

9. Information security organization system approach / A. A. Bas, G. A. Blagodatsky, M. M. Gorokhov, A. V. Korpanov, A. A. Stanovskih // The Proceedings of the 3-rd forum of young researches. – Izhevsk : ISTU Publishing. – 2012. – P. 235–241.

10. Проектирование интегрированной информационной среды организации / Д. А. Переведенцев, К. А. Романов, М. А. Абрамова, Г. А. Благодатский // Тр. Междунар. форума по проблемам науки, техники и образования «III тысячелетие – новый мир». – М. : Академия наук о Земле, 2012. – С. 96–97.

11. *Бас А. А., Благодатский Г. А., Горохов М. М.* Разработка программно-инструментальных средств планирования ресурсов и управления в социально-экономических системах // Вестник ИжГТУ. – 2011. – № 3(51). – С. 146–149.

12. *Blagodatsky G. A.* The Corporate Information Systems Evolution // International Workshop "Innovation Technologies – Theory and Practice". – Dresden : Forschungszentrum Dresden-Rossendorf. – 2010. – P. 227–228.

13. *Короткий С.* Нейронные сети: алгоритм обратного распространения. – СПб. : Питер, 2000. – 328 с.

K. A. Romanov, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

D. A. Perevedentsev, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

G. A. Blagodatsky, PhD in Engineering, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

M. M. Gorokhov, DSc (Physics and Mathematics), Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

S. B. Ponomarev, Doctor of Medicine, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

The article is devoted to the review of some aspects of informatization of management in the system of health care. Features of formation of a common information space are reflected. The conceptual scheme of a control system with application of artificial intelligence is offered. The algorithm of training of a neural network by means of procedure of the return distribution is analyzed.

Key words: health system, information technologies, common information space, neural networks.

УДК 528.94:519.67

М. В. Телегина, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Е. Н. Исенбаева, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Н. А. Караваяев, магистрант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

А. Н. Саввинова, кандидат географических наук, Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова, Якутск

СОЗДАНИЕ КАРТ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИТУАЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКИХ ДАННЫХ

Рассматривается проблема создания комплексных карт экологических ситуаций. Предложена последовательность разработки карт экологических ситуаций. Решаемые разрабатываемой экспертной ГИС задачи позволят устранить недостатки комплексного экологического картографирования. Приведены алгоритмы создания изолиний по количественным и качественным (нечетким) данным.

Ключевые слова: карты экологических проблем, геоинформационные системы, экологические ситуации, нечеткие данные, экспертные оценки.

В последнее время для систематизации, комплексирования, интеграции разносторонней экологической информации все шире применяется комплексное экологическое картографирование. Основой для систем поддержки принятия решений при управлении экологической безопасностью являются созданные карты экологических ситуаций. Под выявлением экологических ситуаций подразумевают пространственную локализацию экологических проблем на основании собранных данных (измерений параметров, статистических данных, данных аэрокосмического мониторинга). Далее происходит установление перечня (набора) экологических проблем и определение комбинаций (сочетания) экологических проблем, отнесение выявленного ареала к той или иной степени остроты экологической ситуации [1].

Для получения объективной информации об экологической ситуации на территории в целом необходимо отображение на одной карте объектов топографической основы, природно-ландшафтных районов и ареалов загрязнения территории, что возможно только с применением геоинформационных систем. Геоинформационные системы являются специализированным программным обеспечением, поддерживающим соответствующие формы цифрового представления информации и позволяющим оперировать ею в целях решения разнообразных задач анализа территориальной структуры тех или иных фрагментов земной поверхности.

В то же время большое количество информации, разнообразие информационных технологий, повышение сложности решаемых на компьютере задач ставят задачу переноса проблемы выбора и принятия

решений с человека на ЭВМ. Одним из путей решения этой задачи является применение экспертных систем, которые могут быть составной частью ГИС. Эффективное использование и развитие ГИС невозможно без высокого уровня автоматизации и применения экспертных систем. Именно эксперт на основании разработанных критериев должен решать вопрос соотношения полученного ареала с конкретным перечнем экологических проблем к той или иной градации остроты.

Для составления проблемных карт используются показатели, имеющие количественное и качественное выражение, по которым определяются ареалы распространения экологических проблем с разной степенью остроты. На карте совмещаются контуры экологических проблем, и экологические ситуации определяются в соответствии с правилами по совокупности экологических проблем (проблемных карт).

Человеку для принятия решений, для визуального анализа необходима не только количественная, но и качественная оценка экологического состояния территории проживания (нечеткие данные). Нечеткий характер может носить информация об экологическом состоянии территории и характеризоваться такими данными, как «сильное превышение», «высокий уровень загрязнения» и т. п.

Наиболее близка по задаче работа [2], в которой описывается создание карт, качественно оценивающих ситуацию. Решение задачи качественной оценки по количественным данным делится на две части:

1) логическая обработка данных проб почвы и построение сводной карты загрязнения почвы химическими элементами;