

УДК 004.75

**ОБРАБОТКА МЕДИЦИНСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ
ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЦИФРОВОЙ
ТРАНСФОРМАЦИИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ**

Скатков А.В.

Д.т.н., профессор кафедры «Информационные технологии и компьютерные системы»,

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»,

РФ, г. Севастополь

Воронин Д.Ю.

К.т.н., доцент кафедры «Информационные технологии и компьютерные системы»,

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»,

РФ, г. Севастополь

Кузнецов П.Н.

К.т.н., доцент кафедры «Возобновляемые источники энергии и электрические системы и сети»,

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»,

РФ, г. Севастополь

Аннотация. Важным аспектом технической реализации мероприятий комплексного проекта «Умный город» является автоматизация функционирования единой медицинской информационной системы. В связи с этим становятся актуальными задачи организации эффективного вычислительного обслуживания процессов сбора диагностической информации, необходимой для своевременного принятия решений о реализации лечебных мероприятий. В статье проанализированы причинно-следственные связи между основными методами диагностики нефрологических пациентов, что послужило информационным базисом для формирования эффективных методов управления вычислительными ресурсами, использующих технологии нечеткой логики. Предлагаемый подход может послужить основой для формирования стратегии реализации мероприятий по цифровой трансформации городской среды по направлению здравоохранения, используя технологии ситуативного многоверсионного моделирования информационных процессов для повышения качества вычислительного обслуживания нефрологических пациентов.

Ключевые слова: умный город, медицинские информационные потоки, вычислительное обслуживание, сетевой анализ проектов

***PROCESSING OF MEDICAL INFORMATION FLOWS
IN THE IMPLEMENTATION OF ACTIVITIES ON DIGITAL
TRANSFORMATION OF THE CITY ENVIRONMENT***

Skatkov A.V.

*Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Information Technology and Computer Systems,
Sevastopol State University,
Russian Federation, Sevastopol*

Voronin D.Yu.

*Ph.D., Associate Professor, Department of Information Technology and Computer Systems,
Sevastopol State University,
Russian Federation, Sevastopol*

Kuznetsov P.N.

*Ph.D., Associate Professor, Department of Renewable Energy and Electrical Systems and Networks,
Sevastopol State University,
Russian Federation, Sevastopol*

Abstract. An important aspect of the technical implementation of the activities of the Smart City integrated project is the automation of the functioning of a single medical information system. In this regard, the tasks of organizing effective computing services for the collection of diagnostic information necessary for timely decision-making on the implementation of therapeutic measures become relevant. The article analyzes the cause-effect relationships between the main diagnostic methods for nephrological patients, which served as an information basis for the formation of effective methods for managing computing resources using fuzzy logic technologies. The proposed approach will serve as the basis for the formation of a strategy for the implementation of measures to digital transformation the urban environment in the field of healthcare, using technologies of situational multi-version modeling of information processes to improve the quality of computational services for nephrological patients.

Keywords: smart city, medical information flows, computing services, network analysis

Одним из наиболее важных аспектов внедрения умной городской среды в процессы жизнедеятельности горожан является информатизация здравоохране-
Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМН ЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

ния [1,2]. Основными сложностями на пути эффективных мероприятий по цифровой эволюции информационного обслуживания пациентов являются:

- разнородность информационного обеспечения и форматов данных медицинского оборудования различных производителей;
- сложности при формировании единого реестра пациентов на федеральном уровне, связанные с необходимостью нахождения эффективного компромисса между конфликтующими целями обеспечения: целостности данных, информационной безопасности и удобства предлагаемых решений.

Широкое использование распределенных вычислений в качестве опорного средства большинства информационных технологий в здравоохранении, а также стремительно растущие требования к обеспечению гарантоспособности вычислительных сервисов, резко обострили проблему эффективного управления нагрузкой при обработке и передаче результатов медицинских исследований [3,4]. Необходимо отметить, что в общем виде эта задача достаточно сложна и приводит к графовым отображениям, сводимым к многостадийной задаче составления расписаний и многоиндексной оптимизационной задаче булевского программирования [5]. В этом контексте актуальным является разработка и внедрение подхода, позволяющего на основании складывающейся информационной ситуации и системотехнической информации о стадиях медицинского исследования провести реорганизацию вычислительного процесса таким образом, чтобы качество обслуживания пациентов в медицинских информационных системах (МИС) существенным образом повысилось.

Основой функциональной составляющей МИС является совокупность действий, направленных на передачу и обработку медицинской информации. Сформулируем технические требования к МИС:

1. МИС имеет иерархическую структуру, с множеством подсистем, среди которых следует особо выделить подсистему обработки информации, управляющие воздействия для которой формируют диспетчерские сервисы по управлению нагрузкой в МИС.

2. МИС одновременно обрабатывает данные медицинских исследований множества пациентов, и от качества организации вычислительного процесса зависит количество осложнений у пациентов, а в некоторых случаях – и их жизнь.

3. Проанализировав алгоритмическую схему лечения больного в нефрологическом отделении приведенную схему можно сделать вывод о том, что наиболее итеративным и ответственным (с вычислительной точки зрения) является процесс получения и сбора результатов медицинских исследований.

4. Перечень основных медицинских исследований пациентов нефрологического отделения получен при помощи группы квалифицированных экспертов, врачей-нефрологов. В [4] приведены различные сроки выполнения каждого исследования. Данные для оптимистического и пессимистического случая обработки медицинских данных были получены в результате статистической обработки информации, полученной от врачей-экспертов в данной области. В частности, оптимистический срок обработки данных характерен для случая, когда в МИС рассматриваемое исследование текущего пациента имеет наивысший приоритет, то есть необходимые вычислительные ресурсы доступны в полной мере и срок выполнения исследования регламентируется только особенностью проводимого исследования. Пессимистический срок характерен для случая крайней нехватки вычислительных ресурсов в МИС: эквивалентно случаю, когда обработка и передача результатов исследований не подвергалась автоматизации. Ожидаемый и фактический срок были получены средствами [4].

5. Рассмотренное множество медицинских исследований образует пакет вычислительных заданий для МИС, между заданиями пакета имеется строгая последовательностно-иерархическая зависимость (его информационная структура приведена на рисунке 1). Направленные дуги представляют собой отношение предшествования между заданиями пакета. Прямоугольники соответствуют заданиям пакета. При помощи программного средства Microsoft Project были построены диаграммы Ганта и отмечены критические пути для оптимистического и пессимистического случая обработки медицинской информации в МИС.

Несмотря на то, что рынок программных продуктов [4] по управлению проектами достаточно развит (Microsoft Project, Primavera, Open Plan и т.д.) и пользователю предоставлен широчайший инструментарий для ввода, агрегирования информации и создания по ней отчетной документации, все же ощущается существенная нехватка средств автоматического и автоматизированного планирования, базирующихся на современном математическом аппарате. Например, недостаточное внимание уделено вопросам применения генетических алгоритмов и теории нечетких множеств для решения задач автоматизации обработки медицинских пакетов информации в МИС в условиях стохастичности исходных данных [5,6].

Предлагается провести учет нечетких ограничений по ресурсам МИС.

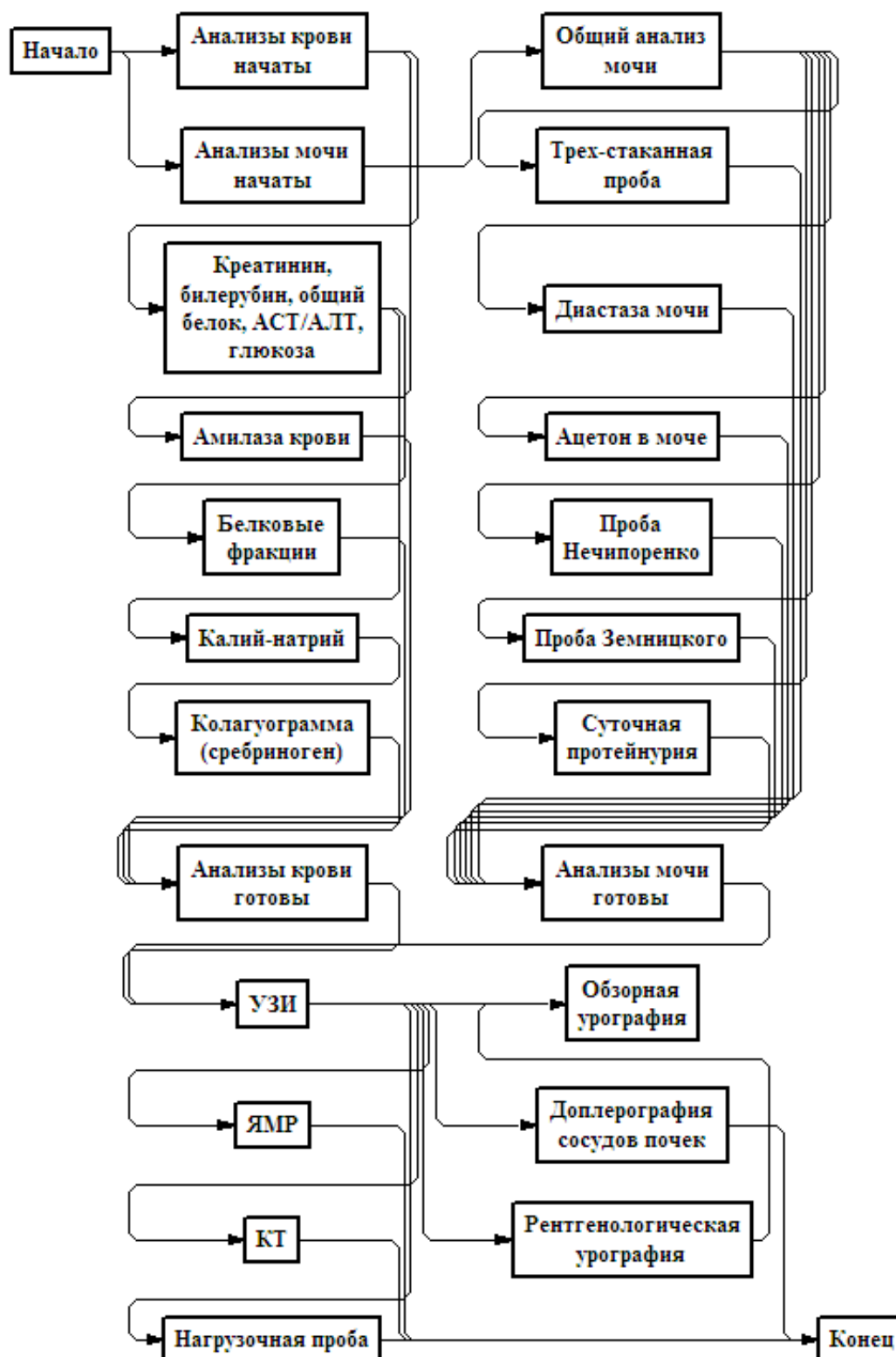


Рисунок 1 – Базовая информационная структура пакета задач пациента нефрологического отделения

Значения вычислительных затрат, необходимых для обработки информационных пакетов медицинской информации будем задавать в виде нечетких $\hat{\alpha}$ –

чисел. Нечеткое число A будем называть $\hat{\alpha}$ – числом, если функция его принадлежности определяется как

$$\mu_A(x) = \frac{c\beta}{x^2\sqrt{2\pi}} e^{-0,5\left(\frac{\beta}{x}-\alpha\right)^2},$$

где α – коэффициент однородности производительностей вычислительных узлов МИС, β – относительный объем пакета медицинской информации, c – нормировочный коэффициент. Операцию сложения для $\hat{\alpha}$ – чисел определим следующим образом. Пусть нечеткое число A задается параметрами (α_1, β_1) , а B параметрами (α_2, β_2) . Тогда суммой будет нечеткое $\hat{\alpha}$ – число C , у которого параметры определяются как $(\alpha_1 + \alpha_2), (\beta_1 + \beta_2)$. Операция нечеткого выбора большего из двух $\hat{\alpha}$ – чисел определяется при помощи величины $p(x)$, характеризующая вероятность того, что $\hat{\alpha}$ – чисел будет больше либо равно q :

$$p(q) = \frac{\int_q^{\infty} \frac{c\beta}{x^2\sqrt{2\pi}} e^{-0,5\left(\frac{\beta}{x}-\alpha\right)^2} dx}{\int_{-\infty}^{\infty} \frac{c\beta}{x^2\sqrt{2\pi}} e^{-0,5\left(\frac{\beta}{x}-\alpha\right)^2} dx}$$

Таким образом, практически все операции сетевого анализа проектов справедливы и для случая, когда длительности обработки заданий из пакета медицинских данных представлены с учетом нечетких ограничений по ресурсам МИС. Например, критический путь в этом случае будет найден с применением нечеткой операции сложения и выбора для нечетких $\hat{\alpha}$ – чисел.

Проанализированные причинно-следственные связи между основными методами диагностики нефрологических пациентов могут послужить информационным базисом для формирования эффективных методов управления вычислительными ресурсами, использующих технологии нечеткой логики [7]. Формирование стратегии реализации мероприятий по цифровой трансформации городской среды по направлению здравоохранение планируется осуществить, ис-

пользуя технологии ситуативного многоверсионного моделирования информационных процессов для повышения качества вычислительного обслуживания нефрологических пациентов.

Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке РФФИ и Правительства Севастополя в рамках научного проекта № 20-47-920006.

Библиографический список

1. Bibri S. E. A foundational framework for smart sustainable city development: Theoretical, disciplinary, and discursive dimensions and their synergies // Sustainable Cities Soc. 2018. V. 38. pp. 758-794.
2. Воронин, Д.Ю. Особенности цифровой трансформации городской среды в области здравоохранения / Д.Ю. Воронин, П.Н. Кузнецов // MODERN SCIENCE – 2020 г. – № 6-2 – С. 231-236
3. Park E., del Pobil A.P., Kwon S.J. The Role of Internet of Things (IoT) in Smart Cities: Technology Roadmap-oriented Approaches // Sustainability. 2018. V.10. pp. 1388, doi:10.3390/su10051388.
4. Скатков А.В. Автоматизация распределенной обработки медицинской информации на примере нефрологического стационара / А.В. Скатков, Д.Ю. Воронин // Материалы первого международного съезда «Медицинская и биологическая информатика и кибернетика». – Киев, 2010. – С. 70.
5. Коган Д.И., Федосенко Ю.С. Задача диспетчеризации: анализ вычислительной сложности и полиномиально разрешимые подклассы. Дискретная математика, 1996 г., т.8, № 3, С. 135 – 147.
6. Медицинские информационные системы / [Гусев А. В., Романов Ф. А., Дуданов И. П. и др.]. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2005. – 404 с.
7. Воронин, Д.Ю. Параметрический синтез сервисов мониторинга социальных сетей в терминах теории массового обслуживания / Д.Ю. Воронин, А.В. Скатков, П.Н. Кузнецов // Дневник науки – 2020 г. – № 5 (41) – С. 32

Оригинальность 95%