

УДК 65.011.56, 004.9

## РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МЕТОДОМ ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА

Вакалюк А.А., Готлиб Б.М., Басманов С.Н., Устюгова А.А.

*ФГБОУ ВПО Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург  
Екатеринбург, Россия (620034, г. Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66), [golib@usurt.ru](mailto:golib@usurt.ru)*

Разработана концептуальная автоматизированная медицинская информационная система методом функционально-структурного анализа для решения задач комплексной автоматизации информационных потоков в рамках медицинского диагностического учреждения. Перед системой ставятся задачи автоматизации основных и вспомогательных информационных потоков. В ходе исследования были разработаны функциональная и структурная модели концептуальной медицинской информационной системы, которые детализируют функциональное назначение системы, производят деление системы на составляющие и предлагают способы реализации поставленной задачи. Разработанная концептуальная медицинская система становится централизованной блочной системой с единым информационным центром, что позволяет повысить производительность системы, снизить затраты на проведение исследований и более оперативно реагировать на внешние и внутренние изменения. Также предложен подход к решению вопроса включения медицинского учреждения в единое информационное поле с другими медицинскими учреждениями, а также органами государственной и муниципальной власти. Полученные в ходе исследования результаты отражают актуальные задачи, стоящие перед медицинскими учреждениями и требующие перехода на новый уровень информационного обеспечения.

Ключевые слова: медицинская информационная система, функционально-структурный анализ, единое информационное пространство, комплексная автоматизация.

## DEVELOPMENT OF CONCEPTUAL AUTOMATED MEDICAL INFORMATION SYSTEM BY METHOD OF FUNCTIONAL-STRUCTURED ANALYSIS

Vakalyuk A.A., Gotlib B.M., Basmanov S.N., Ustyugova A.A.

*Ural state university of railway transport, Ekaterinburg, Russia (620034, Ekaterinburg, Kolmogorova street, 66)  
[golib@usurt.ru](mailto:golib@usurt.ru)*

Conceptual automated medical information system is developed by method of functional-structured analysis for problems solving of comprehensive automation of information flows within the scope of medical diagnostic institution. Tasks of the main and auxiliary flows automation are set before system. Functional and structured models of conceptual automated medical information system were developed during research, which detail functional purpose of the system, divide system into components and propose ways of realization assigned task. Developed conceptual medical system becomes a central modular system with common information center, this makes it possible to improve productivity of system, to reduce costs on research and to more efficiently react to external and internal changes. Also, it's proposed a new approach to solution task about inclusion medical institute in a common information area with other medical institutes, as well as public authority and municipal officials. The findings during research display actual tasks of medical institute and they require transition informational support to new level.

Keywords: medical information system, functional-structured analysis, common information area, comprehensive automation.

### Введение

На сегодняшний день, ввиду низкой степени автоматизации, основная масса муниципальных медицинских учреждений работает по устаревшим технологиям ведения учета журнала пациентов. Вследствие этого возникают проблемы создания комплексной отчетности по работе учреждения, анализа экономических и организационных показателей, и, соответственно, уменьшается качество обслуживания пациентов.

Данная концепция не удовлетворяет уровню развития общества. В результате появилась необходимость создания современной медицинской системы решения вопросов комплексной автоматизации учреждений, отвечающей таким современным требованиям отрасли, как: гибкость, своевременность реакции на изменяющуюся экономическую обстановку, а также высокую эффективность работы.

**Актуальность исследований** обусловлена необходимостью повышения эффективности медицинских диагностических процессов на основе совершенствования организационных и информационных технологий.

**Целью исследования** является разработка концептуальной автоматизированной медицинской информационной системы для комплексного управления потоками данных в рамках медицинского диагностического учреждения методом функционально-структурного анализа.

Предлагаемый подход рассматривает комплексные вопросы организации информационного взаимодействия между подразделениями предприятия, внешними органами и предприятиями, автоматизацию информационных потоков на всех уровнях системы, а также концептуальную структуру единого информационного пространства.

#### **Методы исследования**

Комплексная автоматизированная медицинская информационная система является сложным аппаратно-программным комплексом, к которому предъявляются следующие требования и перед которым ставятся следующие задачи:

1. Организация единого информационного пространства, объединяющего все подразделения предприятия;
2. Весь аппаратно-программный комплекс, в независимости от специфики деятельности подразделения, должен работать в автоматизированном режиме;
3. Система должна иметь возможности интеграции с другими учреждениями здравоохранения, органами управления различных уровней, а также надзорными органами;
4. Наличие возможности проводить комплексный анализ основных и вспомогательных показателей работы предприятия и возможности установления корреляционных зависимостей между ними с использованием современных методов обработки данных и «знаний»;
5. Система должна быстро реагировать на изменяющуюся экономическую обстановку и спрос на услуги, должна быть «гибкой» в настройке и перенастройке;
6. Система и принципы, заложенные в ее основу, должны способствовать увеличению эффективности работы, снижению трудозатрат и времени для выполнения основных технологических и вспомогательных операций.

Таким образом, выдвинуты требования к разрабатываемой концептуальной медицинской информационной системе, реализация которых позволит осуществить комплексное управление медицинским диагностическим учреждением в автоматизированном режиме.

Метод функционально-структурного анализа является одним из подходов к комплексному проектированию систем различного назначения, первым этапом которого является функциональный анализ [4]. Функциональная модель медицинской системы решения вопросов комплексной автоматизации учреждений представлена на рисунке 1.

Базовым этапом развития информационных систем в сфере медицины является комплексная автоматизация и информатизация, проводимая внутри каждого предприятия, целью которой является уменьшение трудозатрат персонала на выполнение типовых производственных и вспомогательных операций путем внедрения автоматизированных рабочих мест. Разрабатываемая концептуальная система должна быть «гибкой», что позволит осуществить: быстрое реагирование на изменение состава основного технологического оборудования, согласование между собой отдельных стадий процесса и сделать работу системы более надежной [1].

Существенным этапом автоматизации основной деятельности является внедрение технологии «рабочего листа», которая позволяет автоматизировать передачу задания на выполняемые исследования для автоматических анализаторов.

Функциональная модель комплексной медицинской системы состоит из набора взаимосвязанных основных и вспомогательных модулей.

Первоначальный этап выполнения медицинского исследования состоит в регистрации заказа в системе, которая выполняется на двух элементах функциональной модели: «Инициализация задания» и «Внешний информационный обмен». «Инициализация задания» выполняется регистраторами централизованно или в подразделениях. «Внешний информационный обмен» осуществляется автоматизированным способом при помощи разработанного протокола передачи информации [2].

Этап регистрации заказов является основополагающим и требует аккуратного внесения всех параметров заказа: личные данные пациентов, параметры заказа, параметры заказчика. На этапе регистрации заказов должны быть предприняты все возможные способы его упрощения, а также должно быть обеспечено максимальное удобство обслуживания постоянных клиентов на основе современных информационных и компьютерных технологий.

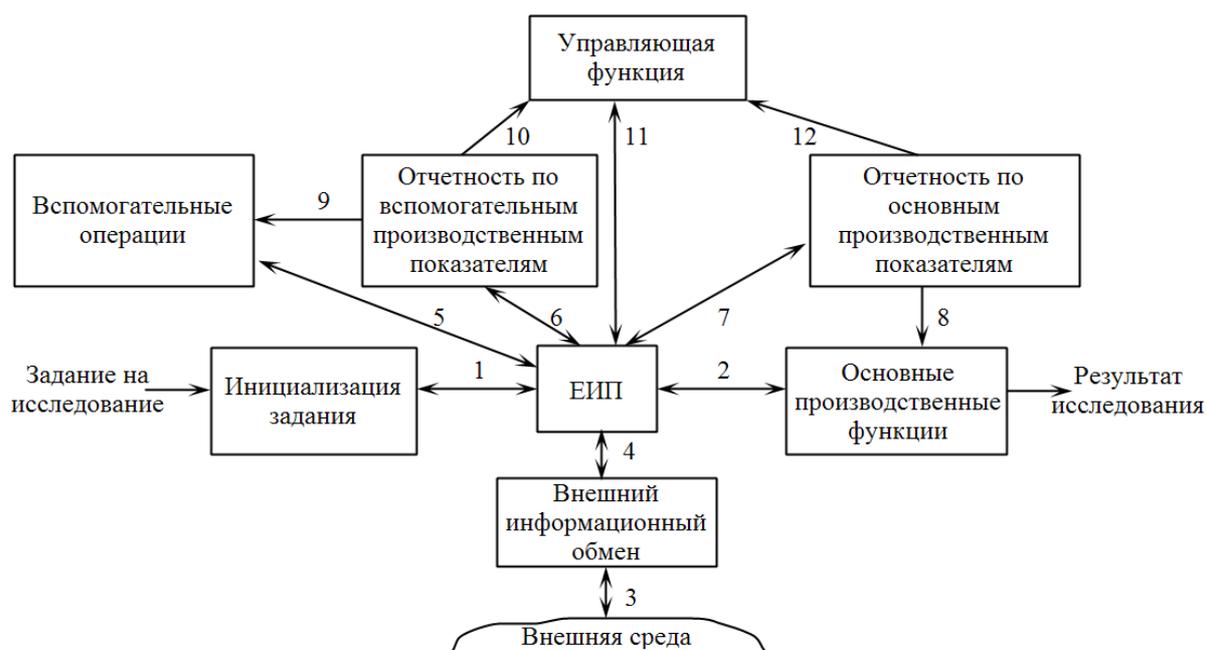


Рисунок 1. Функциональная модель концептуальной медицинской системы  
 1 – первичный информационный обмен; 2 – главный информационный обмен; 3 – внешние данные; 4 – внешний информационный обмен; 5 – вспомогательный информационный обмен; 6 – информационный обмен по вспомогательным показателям; 7 – информационный обмен по основным показателям; 8, 12 – отчетность по основным показателям; 9, 10 – отчетность по вспомогательным показателям; 11 – управляющий информационный обмен.

Основным элементом разрабатываемой концептуальной системы является модуль, реализующий функции единого информационного пространства [5]. В качестве ядра данного модуля выступает реляционная база данных. На уровне модуля единого информационного пространства выполняются следующие функции: создание единого банка данных пациентов и выполненных исследований для всех подразделений, стандартизация и унификация проводимых исследований, входных и выходных форм данных, основных и вспомогательных технологических данных.

После внедрения единого информационного пространства все данные, которыми оперирует предприятие, становятся едиными для всех его подразделений, режим доступа к данным приобретает интерактивный характер. Обязательным этапом внедрения концептуальной системы является точная маркировка материалов, единая для всех подразделений, с использованием технологий, пригодных для автоматического считывания.

Модуль основных производственных функций выполняет лабораторно-диагностические исследования. Данный процесс должен быть автоматизирован и выполняться на автоматических установках. Структура концептуальной медицинской системы является гибкой, что предполагает возможность использования ручных методик исследований. Управление системой на уровне модуля основных производственных функций выполняется при помощи автоматизированных рабочих мест. Выдача результатов

исследований может производиться несколькими способами: физическая выдача заверенных результатов, выдача результатов в электронном виде и передача результатов исследований при помощи модуля внешнего информационного обмена.

Таким образом, реализована последовательность информационного обмена основных производственных операций. Данные функции выполняются модулями управляющих функций и вспомогательных операций. Управляющие функции осуществляются автоматизированным способом при помощи компьютерных рабочих мест. Фактически вспомогательные операции выполняются соответствующими подразделениями предприятия, которые полностью вовлечены в единый информационный процесс при помощи автоматизированных рабочих мест.

Итогом работы системы является формирование комплексной отчетности по основным и вспомогательным параметрам производства, которая осуществляется в программной среде, работающей в автоматическом режиме. Также отчетность по основным производственным показателям предполагает выполнение дополнительных услуг типа: информационное консультирование, автоматизированная генерация предложений по развитию перечня предоставляемых услуг. Наличие ЕИП позволяет передавать данные вспомогательного характера между подразделениями, что уменьшает количество однотипной рутинной работы для персонала.

Таким образом, проведен функциональный анализ концептуальной медицинской информационной системы, позволяющий выявить функциональную структуру системы и взаимосвязи между ее элементами.

Структурная модель медицинской системы решения вопросов комплексной автоматизации учреждений представлена на рисунке 2. Структурная модель включает в себя элементы, работающие в полуавтоматическом и автоматическом режимах, а также связывающие их внешние интерфейсные элементы [3].

Вся информация о работе системы поступает в базу данных, представленной сервером. Сервер позволяет осуществлять функции: хранения и обработки данных, объединения всех модулей системы и распределением данных между отдельными подразделениями предприятия [6].

Автоматический диагностический прибор или линия генерируют запрос к базе данных для получения требуемого задания на выполнение исследований по технологии «рабочего листа», а после его выполнения отправляют результаты обратно в базу данных. После получения данных результатов исследований производится проверка результатов и сравнение их с нормами, генерируется заключение. Далее результаты с заключением

отсылаются в АРМ лабораторию, где специалист подтверждает заключения и формирует вывод результатов на фирменный бланк.

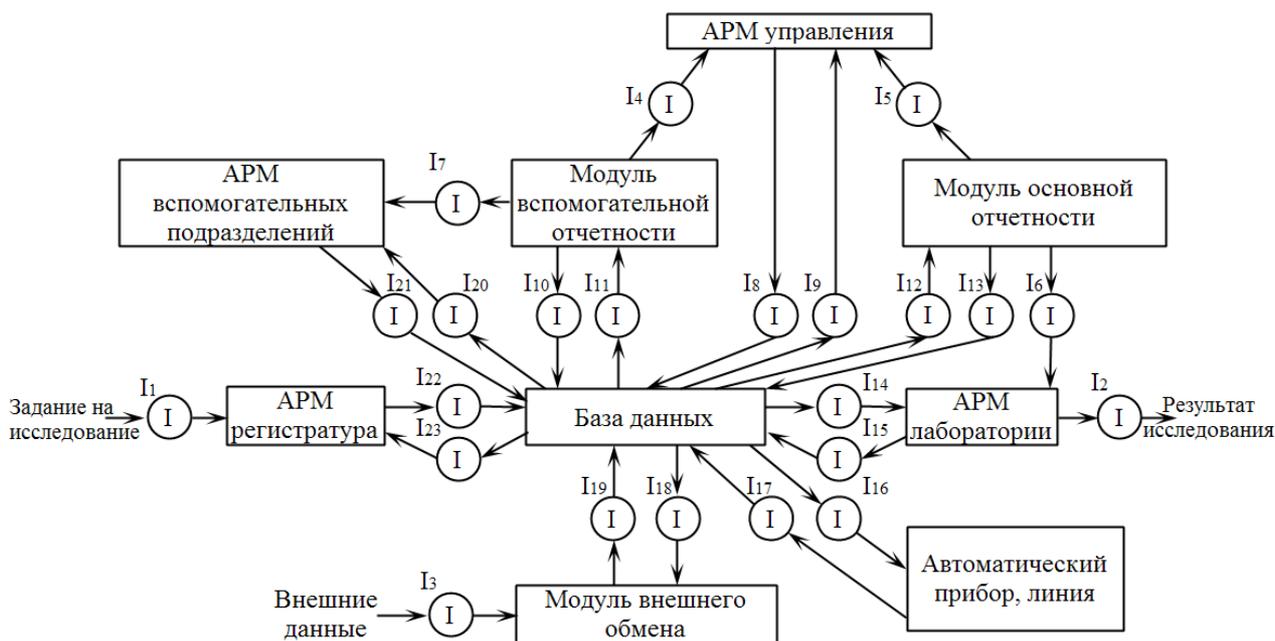


Рисунок 2. Структурная модель концептуальной медицинской системы

Модули вспомогательной и основной отчетности, представленные специальными программными пакетами, формируют отчеты по показателям работы по подразделениям, которые стекаются в АРМ управления.

Структурная модель включает в себя следующие интерфейсы:  $I_1$  – форма регистрации исследования,  $I_2$  – форма выдачи результата исследования (очная и заочная),  $I_3$  – передача данных по защищенным каналам связи,  $I_4 - I_7$  – отчетность по показателям работы для подразделений,  $I_8, I_{10}, I_{13}, I_{15}, I_{21}, I_{22}$  – запрос к базе данных,  $I_9, I_{11}, I_{12}, I_{14}, I_{20}, I_{23}$  – ответ базы данных,  $I_{16}$  – задание на требуемые исследования,  $I_{17}$  – запрос исследований в соответствии с рабочим листом,  $I_{18}$  – исходящий протокол данных,  $I_{19}$  – входящий протокол данных.

Суть предполагаемого подхода к автоматизации заключается в создании единого информационного центра, способного принимать и обрабатывать информацию о деятельности ЛПУ с использованием методов: массового освоения информационно-коммуникационных технологий и соответствующих технических средств, создания автоматизированных рабочих мест, создания банка компьютерных программ как медицинского назначения, так и для управления предприятием (административно-управленческая задача), создания баз данных, активного внедрения новых информационных технологий в медицинский процесс.

Таким образом, проведен структурный анализ концептуальной медицинской информационной системы, позволяющий выявить структуру системы и взаимосвязи между ее элементами.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Новизна предлагаемого подхода заключается в применении метода функционально-структурного анализа для разработки концептуальной автоматизированной медицинской информационной системы управления медицинским диагностическим учреждением.

Данный метод позволяет разработать комплексную гибкую систему, имеющую единый информационный центр, стандартизованные параметры процесса для всех подразделений, стандартизованные взаимосвязи между подразделениями, что делает систему масштабируемой, с одной стороны, и имеется возможность настройки индивидуальных параметров процесса для каждого из подразделений, с другой стороны.

Таким образом, данный подход способствует созданию структуры концептуальной медицинской информационной системы, реализация которой позволит перевести предприятие на новый технологический и организационный уровни и сделать его более конкурентоспособным в современных экономических условиях.

В процессе разработки и внедрения концептуальной автоматизированной медицинской информационной системы возникают проблемы:

- организация обработки персональных данных клиентов и работников едиными средствами;
- использование защищенных каналов связи для передачи данных, которые достаточно затратные;
- организация автоматизированных рабочих мест для большинства сотрудников, выявленные потребностью в компьютерной и оргтехнике.

### **Выводы**

1. Разработана концепция автоматизации медицинской информационной системы для комплексного управления потоками данных в рамках медицинского диагностического учреждения методом функционально-структурного анализа.
2. Сформулированы требования к организации ЕИП.
3. Рассмотрены и проанализированы возможности интеграции с другими учреждениями здравоохранения, органами управления различных уровней, а также надзорными органами.
4. Рассмотрена возможность проведения комплексного анализа основных показателей работы и возможность установления корреляционных зависимостей между ними с использованием современных методов обработки данных и «знаний».

5. Введение данной системы позволит увеличить эффективность работы, снизит трудозатраты и время для выполнения основных технологических и вспомогательных операций.

### Список литературы

1. Выжигин А.Ю. Гибкие производственные системы: учеб. для вузов. – М.: Машиностроение, 2009. – 288 с.
2. Манойло А.В. Государственная информационная политика в особых условиях: Монография. – М.: МИФИ, 2003. – С. 41-51
3. Подураев Ю. В. Структурный анализ мехатронных систем на основе показателя распределения функциональной нагрузки // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2004. – № 6. – С. 21-26.
4. Подураев Ю. В., Логинов А. В. Анализ и проектирование мехатронных систем на основе критерия функционально-структурной интеграции. Ч. 2. Проектирование систем компьютерного управления для манипуляционного робота РИМА-560 // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2003. – № 2. – С. 22-28.
5. Попов В.С., Горохов А.В., Комаров С.И. Создание единого информационного пространства многопрофильного лечебно-профилактического учреждения: проблемы и решения // Труды международн. конф. «Программные системы: теория и приложения» (Переславль-Залесский, 13–14 май 2004 г.). – Переславль-Залесский, 2004. – С.133-146.
6. Таллоч М. Знакомство с Windows Server 2008. – М.: Русская редакция, 2008. – С. 7-13.

### Рецензенты:

Нестеров В.Л., д.т.н., профессор, директор Центра стратегического развития, профессор кафедры «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте» ФГОУ ВПО «Уральский государственный университет путей сообщения» (Федеральное агентство железнодорожного транспорта), г. Екатеринбург.

Гребенников В.И., д.ф.-м.н., профессор, Главный научный сотрудник УрО РАН, г. Екатеринбург.