

торингу в эксплуатации элементами не позволяют использовать для распознавания их состояния известные интеллектуальные методы обработки неподвижных изображений. Разработан и внедрен метод такого распознавания с помощью трехмерного поля направлений. Приведен пример использования этого подхода в реальной практике Вооруженных Сил Украины.

Ключевые слова: беспроводная компьютерная сеть, распознавание состояния, зрительный образ, трехмерное поле направлений.

Нестеренко Сергій Анатолійович, доктор технічних наук, професор, кафедра комп'ютерних інтелектуальних систем і мереж, Одеський національний політехнічний університет, Україна, e-mail: san@opu.ua.

Становський Андрій Олександрович, кафедра комп'ютерних інтелектуальних систем і мереж, Одеський національний політехнічний університет, Україна.

Оборотова Олена Олександрівна, кафедра нафтогазового та хімічного машинобудування, Одеський національний політехнічний університет, Україна.

Нестеренко Сергій Анатолійович, доктор технічних наук, професор, кафедра комп'ютерних інтелектуальних систем і мереж, Одеський національний політехнічний університет, Україна.

Становський Андрій Олександрович, кафедра комп'ютерних інтелектуальних систем і мереж, Одеський національний політехнічний університет, Україна.

Оборотова Елена Александровна, кафедра нефтегазового и химического машиностроения, Одесский национальный политехнический университет, Украина.

Nesterenko Sergiy, Odessa National Polytechnic University, Ukraine, e-mail: san@opu.ua.

Stanovskiy Andriy, Odessa National Polytechnic University, Ukraine.

Oborotova Olena, Odessa National Polytechnic University, Ukraine

УДК 616.07+004.78:025.4.036

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.56812

**Высоцкая Е. В.,
Порван А. П.,
Улескина Н. А.,
Чепая Тапа Оливер**

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА КЛИНИКО-ЛАБОРАТОРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЧЕЛОВЕКА

Работа посвящена разработке информационной системы, позволяющей автоматизировать процессы обработки и анализа результатов клинико-лабораторных исследований, с дальнейшим сохранением всех полученных результатов в разработанной реляционной базе данных. В системе реализована функция упорядочения ведения различных контрольных процедур и составления отчетности по ним. Использование предлагаемой системы позволит повысить качество работы лабораторий и предоставляемых медицинских услуг населению.

Ключевые слова: информационная система, контроль качества, база данных.

1. Введение

Лабораторная диагностика является одной из составляющих современной медицины и результаты ее проведения позволяют правильно поставить диагноз и оценить эффективность лечебно-профилактических мероприятий. По данным Всемирной организации здравоохранения 80 % от общего числа различных типов медицинских исследований, проводимых во всех лечебных учреждениях мира, приходится именно на клинико-лабораторные. В свою очередь, забота о здоровье людей — это, прежде всего, забота о качестве предоставляемых медицинских услуг. Понимание этого вопроса привело к тому, что в последние годы в большинстве стран вопросам повышения качества проведения клинико-лабораторных исследований стали придавать особое значение [1]. Как показывает опыт современных клиницистов, основное количество неудовлетворительных результатов клинико-лабораторных исследований связано с возникновением различных типов ошибок при их анализе. При этом случайные и систематические ошибки снижают достоверность конечного результата и, соответственно, уменьшают вероятность определения правильного диагноза, что в свою очередь может привести к назначению неадекватной терапии.

На сегодняшний день работа большинства ответственных клинико-диагностических лабораторий сталкивается с определенными трудностями, связанными с рутинным выполнением однообразных действий, связанными с пациентом. И в первую очередь это работа с документацией в бумажном виде как при первичном заполнении, так и при повторном поиске необходимой информации.

Также всем лаборантам необходимо формализованное предписание выполняемых работ или рабочий лист, который содержит сведения о типе исследования и виде анализа, которому подлежит отобранная проба каждого пациента. При этом ежедневно поступающие лаборанту рабочие листы должны быть отобраны и сгруппированы по заданному критерию [2, 3].

Для решения этих проблем и улучшения качества работы медицинских учреждений создаются специализированные информационные системы, использующие развитый математический аппарат, современные информационные технологии и вычислительную технику. Такие информационные системы позволяют автоматизировать и ускорить документооборот, осуществлять контроль качества лабораторных исследований. Соответственно, использование специализированных лабораторных

информационных систем, позволяющих решить основные проблемы автоматизации работы клинической лаборатории является актуальным.

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Современное развитие компьютерных технологий во многом обуславливает совершенствование функционала различных медицинских систем и комплексов, в том числе и лабораторных систем. Такие системы могут управлять значительным объемом информации, ее обработка и анализ существенно упростилась, а надежность и удобность в представлении повысилась.

1. На сегодняшний день среди большого числа лабораторных информационных систем особого внимания заслуживают системы «Ariadna», «STARLIMS», «LabTrak», «Binka LIMS», «МЕДИАЛОГ» и «I-LDS» [4–9].

2. Информационная система «Ariadna» представляет собой программное средство автоматизации повседневной работы врача-лаборанта и позволяет проводить ручной и автоматизированный ввод результатов лабораторных исследований, контроль вводимых результатов на соответствие требованиям нормативной документации, а также имеет возможность автоматизированного пересчета результатов лабораторных исследований в соответствии с потребностями лаборатории.

3. Лабораторная информационная система «STARLIMS» обладает всеми возможными системы «Ariadna» и дополнительно позволяет определять статус анализа с учетом различных референтных значений показателей нормы в зависимости от возраста и пола пациента.

4. Однако данные системы не позволяют оценивать результаты проведения внутри и межлабораторного контроля качества, что может привести к нестабильности проводимых исследований, а также появлению случайных и систематических погрешностей.

5. Известная информационная система «LabTrak» обеспечивает автоматизацию технологических процессов обработки результатов проведения всех видов лабораторных исследований (гематологические, биохимические, иммунологические, цитологические, микробиологические). Наличие в системе встроенного модуля «Контроль качества» позволяет повысить качество исследований путем систематического проведения внутрилабораторного контроля, а также автоматизированного построения графиков Юдена-Мураками и Леви-Дженинга по результатам ежедневных измерений одного или нескольких контрольных образцов. Системой «LabTrak» генерируются статистические отчеты о проведенных в лаборатории исследованиях с учетом их типа. При этом имеется возможность задавать тип отчетов в соответствии с потребностями лаборатории.

6. Лабораторно-аналитическая система «МЕДИАЛОГ» представляет собой полнофункциональную систему обработки и анализа лабораторных исследований, которая позволяет для любого из анализируемых параметров задавать нормативы, на основании которых будет строиться графическая интерпретация соответствия сравниваемого параметра этому значению, при формировании направления на исследование выбирать исследуемые параметры из списка услуг. В системе также предусмотрен удобный поиск пациентов, направленных на исследование, который осуществляется по различным критериям:

номер карточки пациента, номер анализа, вид анализа, дата забора биоматериала и т. д., поддерживается поиск направления по номеру бланка-заявления на проведение лабораторных исследований. По всем выполненным анализам система дает возможность строить журнал исследований за любой период. В системе «МЕДИАЛОГ» реализована подсистема внутрилабораторного контроля качества в соответствии с приказом министерства здравоохранения Украины № 220 «Правила проведения внутрилабораторного контроля качества количественных методов клинических лабораторных исследований с использованием контрольных материалов» с возможностью автоматического построения графиков контроля качества Юдена-Мураками и Леви-Дженинга.

7. Существующая отечественная система «I-LDS» имеет возможность формирования бланков-заданий для проведения лабораторных исследований, ручной и автоматизированный ввод результатов, а также позволяет проводить обработку результатов лабораторных исследований в соответствии с требованиями ДСТУ ГОСТ ISO 5725:2005 и ДСТУ-Н РМГ 76:2008 внутрилабораторного контроля качества с использованием карт Юдена и Шухарта.

8. Также известна система «Binka LIMS», которая позволяет формировать задания проведения лабораторных исследований для всех типов лабораторий, проводить калибровку и валидацию результатов внутрилабораторных исследований в соответствии с общенормативными положениями международного стандарта ISO/IEC 17025:2005 [10] с возможностью построения графиков контроля качества Юдена-Мураками, Шухарта и Леви-Дженинга, имеет встроенную информационно-поисковую систему, позволяющую быстро получить доступ к описанию международных стандартов и правил проведения внутрилабораторных квалитетических испытаний.

9. Однако все рассмотренные системы обладают следующими недостатками: отсутствие возможности учета влияния биологической и аналитической вариации на результаты внешнего контроля качества лабораторных исследований, а также систематических ошибок для параметров, имеющих небольшие значения вариационного размаха, например, при оценке среднего объема эритроцитов, среднего значения гематокрита, среднего значения концентрации гемоглобина.

10. Таким образом, разработка лабораторной информационной системы, позволяющей учесть все описанные недостатки, представляет практический интерес.

3. Объект, цель и задачи исследования

Объект исследования — процесс обработки, анализа и контроля качества результатов клиничко-лабораторных исследований с использованием средств автоматизации.

Цель исследования — разработка информационной системы анализа клиничко-лабораторных показателей человека.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить такие задачи:

1. Разработать структурную схему информационной системы анализа клиничко-лабораторных показателей человека.

2. Разработать логическую модель организации хранения данных в информационной системе анализа клиничко-лабораторных показателей человека.

3. Предусмотреть возможность оценки качества клинико-лабораторных исследований, результаты которых имеют различную биологическую вариацию и низкое значение вариационного размаха.

4. Структура и функциональные особенности информационной системы анализа клинико-лабораторных показателей человека

Разработанная информационная система включает в себя биологическую и техническую подсистемы (рис. 1). Биологическая подсистема включает в себя клинического лаборанта или врача (В) и пациента (П). Техническая подсистема представлена лабораторно-аналитической техникой (биохимический анализатором), устройствами сопряжения аппаратного и программного средств и ЭВМ, блоками ввода и вывода информации. Программное средство, устанавливаемое на ЭВМ, представляет собой набор программных модулей и блоков: блок об-

работки информации, блок хранения информации (базы данных), блок анализа информации.

Система работает следующим образом.

На первом этапе информация о пациенте поступает к врачу через медицинские лабораторные приборы либо непосредственно от пациента.

На следующем этапе данные через блок ввода информации поступают в блок обработки информации, где происходит их форматирование и структуризация.

Далее данные поступают в разработанную реляционную базу данных, которая поддерживает технологию клиент-сервер [11, 12]. Структура базы данных полностью соответствует структуре логической модели организации хранения данных в информационной системе анализа клинико-лабораторных показателей человека и включает в себя 14 сущностей: Patient, Med_zaklad, Form_203_0, Form_210_0, Form_228_0, Form_218_0, Form_212_0, Form_213_0, Form_220_0, Form_231_0, Form_211_0, Form_216_0, Form_209_0, Form_223_0. Схема данных приведена на рис. 2.

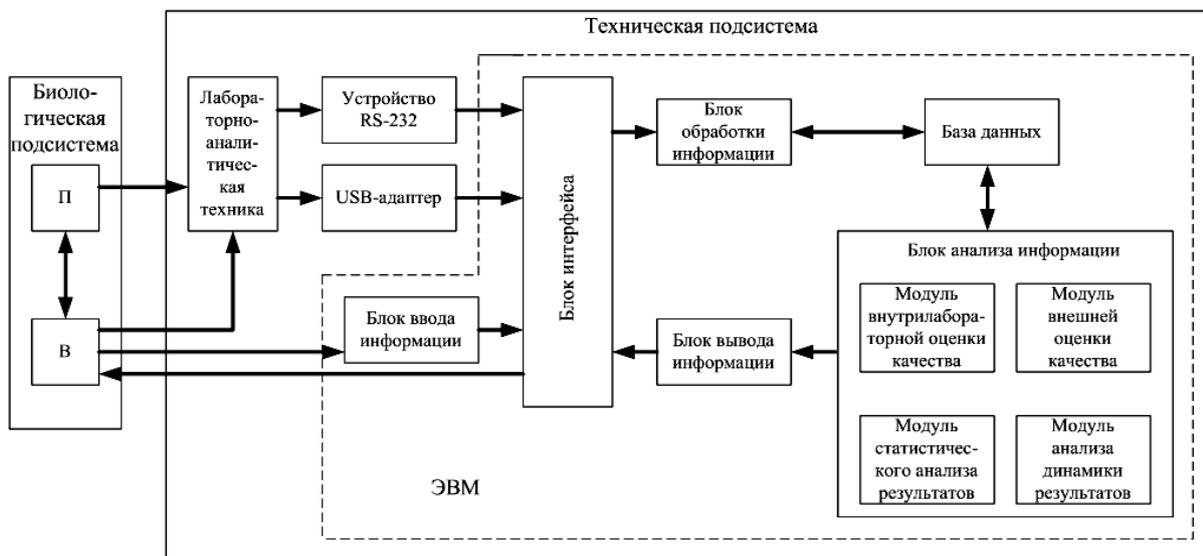


Рис. 1. Структурная схема информационной системы

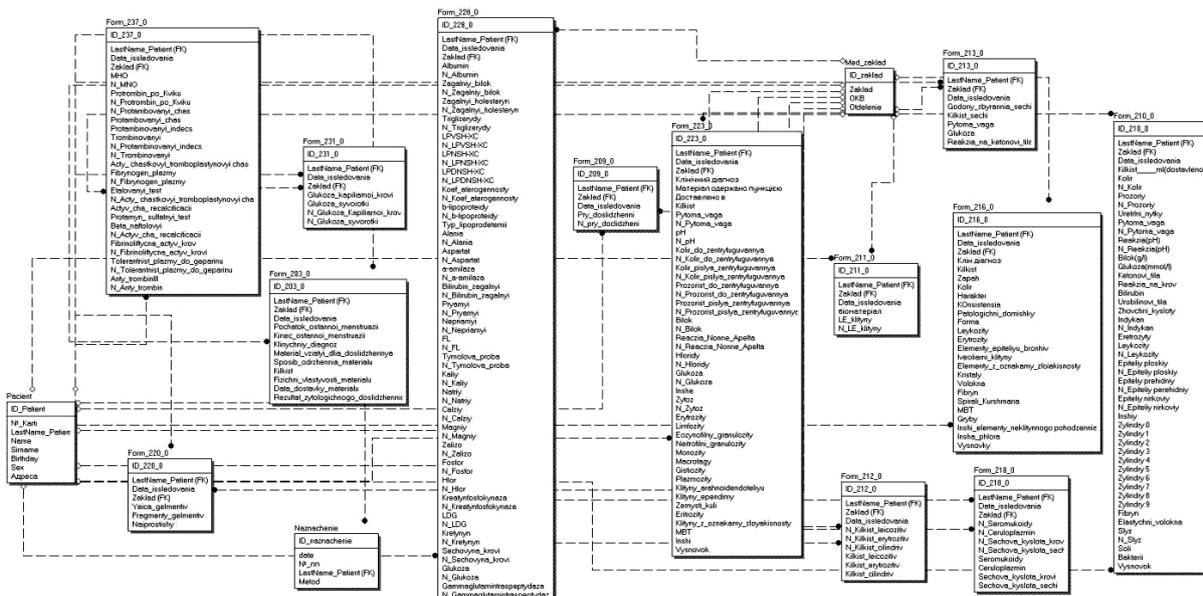


Рис. 2. Схема данных БД информационной системы анализа клинико-лабораторных показателей человека

Опишем данные сущности. Сущность «Pacient» предназначена для хранения первичных данных всех обследованных пациентов, которые заносятся один раз и более не изменяются.

Сущность «Med_zaklad» предназначена для хранения данных о медицинском учреждении.

Сущность «Form_203_0» предназначена для хранения результатов проведенных цитологических исследований.

Сущность «Form_210_0» предназначена для хранения данных об общем анализе мочи.

Сущность «Form_228_0» предназначена для хранения результатов проведения биохимического анализа крови.

Сущность «Form_218_0» предназначена для хранения сведений об острофазовых показателях крови и мочи.

Сущность «Form_212_0» предназначена для хранения информации о результатах общего анализа мочи по Нечипаренко.

Сущность «Form_213_0» предназначена для хранения информации о результатах анализа мочи на изменение гликозирированного профиля.

Сущность «Form_220_0» предназначена для хранения результатов клинического анализа кала на гельминты и простейшие.

Сущность «Form_231_0» предназначена для хранения результатов анализа крови на содержание глюкозы натощак.

Сущность «Form_211_0» предназначена для хранения информации о результатах цитологического исследования.

Сущность «Form_216_0» предназначена для хранения информации о результатах анализа мокроты.

Сущность «Form_209_0» предназначена для хранения информации о результатах анализа венозного гематокрита.

Сущность «Form_223_0» предназначена для хранения информации об анализе спинномозговой жидкости.

База данных позволяет на уровне SQL-запросов от системы формировать бланки результатов проведенных гематологических, биохимических, иммунологических, цитологических, микробиологических анализов с учетом референтных значений показателей нормы, зависящей от возраста и пола пациента, направления на исследования с возможностью задания критерия отбора исследуемых параметров, статистический отчет о проведенных лабораторных исследованиях с учетом их типа, а также поддерживает поиск направления на исследование по номеру бланка-заявления, дате проведения лабораторных исследований, паспортной информации пациента. Структура хранения реализована в MySQL.

Далее из БД информация поступает в блок анализа информации, который состоит из:

- модуля внутренней оценки качества лабораторных исследований;
- модуля внешней оценки качества лабораторных исследований;
- модуля статистического анализа результата лабораторных исследований;
- модуля анализа динамики результатов.

Реализованные в системе модули внутрилабораторного и внешнего контроля качества позволяют оценить качество количественных методов клинических лабораторных исследований с использованием контрольных карт (Леви-Дженнинга, Юдена-Мураками, Шухарта),

Вестгарда, кумулятивных сумм, параллельных проб, контроля воспроизводимости по дубликатам, средней нормальных величин.

Для оценки качества полученных гематологических лабораторных параметров, которые имеют очень маленькие значения вариационного размаха, в системе предусмотрено использование алгоритма Булса [13]. Данный алгоритм предназначен для оценки систематической ошибки, имеет собственную карту и собственные правила оценки. Так, с его помощью могут быть оценены качество измерения среднего значения гематокрита, среднего значения концентрации гемоглобина и т. д.

Результаты любых лабораторных исследований состояния организма человека сильно подвержены влиянию биологической и аналитической вариации. И если аналитическая вариация во многом зависит от условий выполнения теста, то величина биологической вариации во многом обусловлена внутрииндивидуальной (влияние биологических ритмов) и межиндивидуальной (влияние пола, возраста, характера человека, климата, геомагнитных факторов, времени года и суток) вариацией.

Для оценки качества результатов внешних лабораторных исследований с учетом биологической вариации модуль внешней оценки качества позволяет определить критерии приемлемой производительности по SQC-методу [14]. При этом общая аналитическая вариация результатов лабораторных исследований должна быть ниже или равна половине внутрииндивидуальной изменчивости, дневная аналитическая вариация должна быть равной или ниже 1/4 от общего допустимого значения аналитической ошибки $TE\%_b$, общая аналитическая вариация должна быть ниже или равна 1/3 от общего допустимого значения аналитической ошибки $TE\%_b$, процентное смещение аналитического метода должно быть меньше 1/4 квадратного корня суммы квадратов внутрииндивидуальной и межиндивидуальной изменчивости объектов, допустимая общая аналитическая ошибка $TE\%_b$ аналитического метода должна быть равна:

$$TE\%_b \leq k0,5CV_w + 0,25\sqrt{CV_w^2 + CV_i^2},$$

где CV_i — внутрииндивидуальная вариация; CV_w — межиндивидуальная вариация.

Модуль анализа динамики результатов, позволяет не только выявить те или иные нарушения в деятельности отдельных органов и систем, но и проследить за течением болезненного процесса, а также наблюдать за эффективностью лечения. Динамика показателей позволяет выявить нормальное течение послеоперационного периода, развитие различного рода осложнений. Также данный модуль позволяет на основе анализа динамики результатов лабораторных исследований сделать вывод о травматичности оперативного вмешательства или выраженности воспалительного процесса.

Модуль статистического анализа предназначен для осуществления анализа медицинской деятельности лаборатории и обеспечивает ведение внутренней и ведомственной отчетности по установленным образцам. Также модуль позволяют создавать отчеты различных типов и форм сложности.

На последнем этапе формируется отчет о проведенных анализах пациента и о качестве проведенных

лабораторных исследований, который с помощью блока вывода информации поступает к врачу для принятия соответствующего решения. В системе предусмотрена возможность доступа к международным стандартам и правилам проведения внутривлабораторных калометрических испытаний с использованием сети Internet.

Программная реализация информационной системы проводилась с использованием инструментария Visual Studio для разработки Windows-ориентированных приложений.

5. Обсуждение результатов разработки информационной системы анализа клинико-лабораторных показателей человека

Учитывая описанное выше, можно заключить, что одним из основных компонентов разрабатываемой информационной системы является реляционная база данных, которая позволяет хранить полученную информацию в удобном виде и повышает эффективность документооборота в отделении лабораторной диагностики. Выделение в системе модулей внутренней и внешней оценки качества лабораторных исследований в отдельные структурные элементы позволяет повысить гибкость и открытость всей системы, что в конечном итоге положительно влияет на ее устойчивость и качество проводимых манипуляций.

Разработанное информационное решение успешно может быть использовано в городских и коммунальных медицинских учреждениях и частных лабораториях, а также в качестве лабораторного макета в ВУЗах при подготовке специалистов соответствующего профиля. В дальнейшем предполагается модифицировать структурное и функциональное решение предлагаемой системы с ориентацией на облачные технологии хранения и обработки информации.

6. Выводы

В результате выполнения работы:

1. Разработана структурная схема информационной системы анализа клинико-лабораторных показателей человека в виде сопряженных блоков и модулей, выделенных в отдельные структурные единицы, что в дальнейшем позволило использовать гибкое информационное и программное обеспечение, а в качестве средств хранения использовать клиент-серверные технологии.

2. Разработана и реализована логическая модель организации хранения данных в информационной системе анализа клинико-лабораторных показателей человека, которая обеспечивает хранение непротиворечивой информации о пациенте, проведенных исследованиях и результатах оценки их качества. Предложенная структура позволяет проводить различные манипуляции с данными без использования дополнительных средств СУБД.

3. В информационной системе была реализована возможность оценки качества клинико-лабораторных исследований, результаты которых имеют различную биологическую вариацию и низкое значение вариационного размаха с использованием SQC-метода и алгоритма Булса.

Таким образом, разработанная информационная система позволяет автоматизировать и ускорить документо-

оборот клинической лаборатории, осуществить внешний и внутренний контроль качества лабораторных исследований с использованием контрольных материалов в соответствии с методами контрольных карт (Леви-Дженинга, Юдена-Мураками), Вестгарда, кумулятивных сумм, параллельных проб, контроля воспроизводимости по дубликатам, средней нормальных величин, алгоритма Булса и SQC-метода. Использование разработанной информационной системы позволит решить основные проблемы автоматизации работы клинической лаборатории, что, в свою очередь, повысит уровень предоставляемых медицинских услуг населению.

Литература

- Исянов, Н. Н. Концепция развития службы клинической лабораторной диагностики [Текст] / Н. Н. Исянов. — Ейск: ПАО ЕЦРБ, 2008. — 18 с.
- Болгов, М. Ю. Проблема формализации текстовых данных в универсальных медицинских информационных системах [Текст] / М. Ю. Болгов, Д. А. Микитенко // Украинский журнал телемедицины и медицинской телематики. — 2006. — Т. 4, № 2. — С. 171–176.
- Лапрун, И. Автоматизация клинико-диагностических лабораторий [Электронный ресурс] / И. Лапрун // PC Week Doctor. — Сентябрь 2008. — № 3(3). — Режим доступа: \www/URL: <http://www.pcweek.ru/idea/article/detail.php?ID=114686>
- Медицинская информационная система «АРИАДНА» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: \www/URL: <http://www.reshenie.spb.ru/ariadna/system/system.htm>
- Талисманов, В. С. ЛИМС STARLIMS — необходимый компонент современной лаборатории контроля качества [Электронный ресурс] / В. С. Талисманов, Р. А. Андрущенко, А. В. Юрдик, П. В. Карпов // АВРОРА-ИТ — информационные технологии в управлении качеством. — Режим доступа: \www/URL: <http://www.avrora-it.ru/content/articles/index.php?article=2230>
- Лабораторная информационная система LabTrak [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://intersystems.ru/partners/catalog/sparm_labtrak.html. — 22.09.2015.
- Назначение модуля «Лаборатория» [Электронный ресурс] // Медиалог — медицинская информационная система. — Режим доступа: \www/URL: http://www.medialog.ru/?tree_id=63#topic1
- Индасофт — промышленная автоматизация [Электронный ресурс]. — Режим доступа: \www/URL: <http://indusoft.com.ua/page.php?id=710>
- Bika 3 User manual [Electronic resource] // Bika Lab Systems. — Available at: \www/URL: <http://demo.bikalabs.com/knowledge-centre/manual/bika-3-user-manual>
- ISO/IEC 17025. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories [Electronic resource]. — publ. 29.06.2005. — Available at: \www/URL: <http://dx.doi.org/10.3403/02033502u>
- Коннолли, Т. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика [Текст] / Т. Коннолли, К. Берг. — 3-е изд. — М.: Вильямс, 2003. — 1436 с.
- Высоцкая, Е. В. Разработка базы данных информационной системы цитоморфологобиофизической диагностики организма человека [Текст] / Е. В. Высоцкая, И. Ю. Панферова, А. П. Порван, Н. А. Щукин // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2010. — № 4/2(46). — С. 9–13. — Режим доступа: \www/URL: <http://journals.urau.ru/eejet/article/view/2920>
- Quality Control in Clinical Laboratories [Electronic resource]. — Available at: \www/URL: www.intechopen.com
- Биологическая вариация [Электронный ресурс] // Medn. Здоровье и семья. — Режим доступа: \www/URL: <http://www.medn.ru/statyi/biologicheskaya.html>

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ КЛІНІКО-ЛАБОРАТОРНИХ ПОКАЗНИКІВ ЛЮДИНИ

Робота присвячена розробці інформаційної системи, що дозволяє автоматизувати процеси обробки й аналізу результатів клініко-лабораторних досліджень, з подальшим збереженням всіх отриманих результатів в розробленій реляційній базі даних. У системі реалізована функція впорядкування ведення різних контрольних процедур і складання звітності по них. Використання запропонованої системи дозволить підвищити якість роботи лабораторій і медичних послуг, які надаються населенню.

Ключові слова: інформаційна система, контроль якості, база даних.

Высоцкая Елена Владимировна, кандидат технических наук, профессор, кафедра биомедицинской инженерии, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина.

Порван Андрей Павлович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, кафедра биомедицинской инженерии, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина, e-mail: porvan_a_p@mail.ua.

Улескина Наталья Андреевна, кафедра биомедицинской инженерии, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина.

Ченаю Тана Оливер, кафедра биомедицинской инженерии, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина.

Висоцька Олена Володимирівна, кандидат технічних наук, професор, кафедра біомедичної інженерії, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.

Порван Андрій Павлович, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, кафедра біомедичної інженерії, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.

Улескіна Наталія Андріївна, кафедра біомедичної інженерії, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.

Visotska Elena, Kharkiv National University of Radioelectronics, Ukraine.

Porvan Andrei, Kharkiv National University of Radioelectronics, Ukraine, e-mail: porvan_a_p@mail.ua.

Uleskina Natalia, Kharkiv National University of Radioelectronics, Ukraine.

Tcherayou Tana Oliver, Kharkiv National University of Radioelectronics, Ukraine

УДК 656.56/681.5:004.78

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.56827

Шевченко М. В.

РАЗРАБОТКА ЧАСТНЫХ МОДЕЛЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА СИСТЕМЫ РЕГИОНАЛЬНОГО ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

Исследована проблема организации мониторинга регионального газоснабжения. В результате проведенных исследований разработаны концептуальная и функциональная модели организации мониторинга, которые позволяют выделить основные частные задачи мониторинга регионального газоснабжения. Разработаны частные математические модели организации мониторинга, которые позволяют произвести расчеты в условиях многокритериальности и нечеткости исходных данных.

Ключевые слова: мониторинг, организация, региональное газоснабжение, модели, критерии.

1. Введение

На конкурентоспособность действующих региональных газовых систем в целом и отдельных газотранспортных систем в частности оказывает влияние целый ряд факторов, в том числе действующие системы автоматического контроля за состоянием транспортируемого продукта. В настоящий момент на первый план в ряде таких факторов выходят системы мониторинга на основе систем телемеханики и телеметрии, которые будут своевременно передавать необходимую информацию о состоянии как самой газотранспортной системы, так и передаваемом продукте. При этом под мониторингом понимают [1] непрерывное комплексное наблюдение за объектами, измерение показателей и анализ их функционирования в режиме реального времени.

В настоящий момент не решена до конца и нуждается в подробном исследовании проблема мониторинга

системы регионального газоснабжения. Таким образом, поскольку транзит газа по территории Украины остается одним из основных направлений в работе систем газоснабжения, создание систем для наблюдения и контроля за процессами транспорта газа — систем мониторинга регионального газоснабжения — является актуальным.

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Газоснабжение — это одна из форм энергоснабжения, представляющая собой деятельность по обеспечению потребителей газом, в том числе деятельность по формированию фонда разведанных месторождений газа, добыче, транспорту, хранению и поставкам газа.

Природный газ из газового месторождения поступает на установку подготовки газа к транспорту. Очищенный газ подается в газотранспортную систему (ГТС),