

Проскуражов Александр Викторович,

Проскуражов Алексей Александрович

РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ ВЕРИФИКАЦИИ СОСТОЯНИЯ МЕДИЦИНСКИХ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА ВРАЧА МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ

В данной статье описаны информационное и программное обеспечение реализации методической поддержки процесса обучения различным способам верификации состояния фрагментов медицинских объектов по рентгеновским и компьютерно-томографическим изображениям для автоматизированного рабочего места врача с целью принятия решения при диагностики заболевания. Описан программно-аппаратный модуль, реализующий базовый и демонстрационные режимы работы, функционирующий с использованием основных способов и методов, лежащих в основе верификации по рентгеновским компьютерно-томографическим изображениям. Это позволяет реализовать методическую поддержку процесса обучения различным способам верификации состояния фрагментов биологических объектов по компьютерно-томографическим изображениям, более быстро сформировать навыки, повысить оперативность, точность верификации состояния медицинских биологических объектов, достоверность процесса диагностики заболеваний. Показана научная новизна, результаты апробации материала, представленного в статье на международных, всероссийских конференциях, научных журналах.

Автоматизация, автоматизированное рабочее место, биологический, верификация, верификации, диагностика, информация, медицинский, метод, метод эталонный, подсистема, программно - аппаратный модуль, процесс, система, снимок, статистика, рентгенография, решение, томография, эталон.

Proskuryakov Alexander Viktorovich, Proskuryakov Alexey Alexandrovich

IMPLEMENTATION OF METHODOLOGICAL SUPPORT FOR THE LEARNING PROCESS OF VERIFYING THE CONDITION OF MEDICAL FACILITIES FOR THE AUTOMATED WORKPLACE OF A DOCTOR OF A MEDICAL INFORMATION SYSTEM FOR THE DIAGNOSIS OF DISEASES

This article describes information and software for the implementation of methodological support for the learning process of various methods of verifying the condition of fragments of medical objects using X-ray and computed tomography images for an automated doctor's workplace in order to make a decision when diagnosing a disease. A hardware and software module is described that implements basic and demonstration modes of operation, functioning using the main methods and methods underlying verification using X-ray computed tomography images. This makes it possible to implement methodological support for the learning process of various methods of verifying the state of fragments of biological objects using computed tomographic images, more quickly form skills, increase efficiency, accuracy of verification of the state of medical biological objects, reliability of the disease diagnosis process. The scientific novelty and the results of the approbation of the material presented in the article at international and All-Russian conferences and scientific journals are shown.

Automation, automated workplace, biological, verification, verifications, diagnostics, information, medical, method, reference method, subsystem, hardware and software module, process, system, snapshot, statistics, radiography, solution, tomography, standard.

Введение

В данной статье рассматриваются программное и информационное обеспечение реализации методической поддержки процесса обучения различным способам верификации состояния фрагментов биологических объектов по рентгеновским и компьютерно-томографическим изображениям автоматизированным рабочим местом врача (АРМ-врача) для диагностики заболевания. Технологии, предлагаемые и используемые для методической

поддержки процесса обучения различным способам верификации состояния фрагментов биологических объектов по рентгеновским и компьютерно-томографическим изображениям АРМ-врача для диагностики заболевания, ориентированы на реализацию автоматизации данного процесса. Следует отметить, что современный этап развития медицины характеризуется развитием и внедрением новых методов, способов диагностики, позволяющих повысить своевременность, точность и достоверность диагностических мероприятий в различных областях и направлениях медицины. Фактически в медицине всё большее значение получают методы, способы, средства ранней диагностики заболеваний, что позволяет выявить заболевание на ранних стадиях и тем самым предотвратить или приступить к её лечению на ранних этапах развития. Развитие информационных технологий и современных средств телекоммуникаций, появление в клиниках большого количества медицинских приборов, отдельных компьютеров привели к новому витку автоматизации процессов обработки информации, а также к значительному росту числа медицинских информационных систем лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ), клиник [1,2,3].

Таким образом, в современных условиях развития акцент делается на диагностические направления медицины, методы и способы ранней диагностики, а также медицинские автоматизированные диагностические информационные системы.

Выходом в создавшейся ситуации является, разработка средств и методов автоматизации процесса диагностики и лечения на базе передовых технологий с повсеместным внедрением медицинских информационных систем (МИС), медицинских автоматизированных информационных систем (МАИС), медицинских автоматизированных диагностических информационных систем (МАДИС) на базе комплекса технических средств (КТС) вычислительной техники (ВТ), комплекса программных средств (КПС) системных и инструментальных, сетевых технологий и вычислительных сетей, новых информационных технологий в целом, при реализации модели развития отечественного производства технологического оборудования и медицинских изделий с учётом поддержки государства, позволяющих своевременно, оперативно осуществлять диагностику, лечение, сопровождение пациентов в клиниках и стационарах[4].

Специалисты, решающие задачи диагностики отмечают, что в области ЛОР и других заболеваний, необходимо констатировать наличие в практике диагностики посредством верификации состояния фрагментов

медицинских биологических объектов, на примере лобных и верхнечелюстных пазух, бронхо-лёгочных заболеваний следующей технологической последовательной цепочки, которая включает: «рентгенологическое изображение» диагностируемого объекта – заключение рентгенолога – врача клинициста, заказавшего диагностическое исследование», результатом которой является принятие решения по хирургическому или медикаментозному воздействию на пациента[2]. Недостатком, как показывает опыт специалистов в области ЛОР – заболеваний, бронхо-лёгочных заболеваний и других[3], является:

— недостаточная эффективность диагностики в соответствии вышеупомянутой технологической диагностической цепочкой, которая составляет порядка 70%;

— недостаточно высокий уровень квалификации вследствие отсутствия опыта, врачей при диагностике тех или иных заболеваний.

Столь низкий уровень достоверности объясняется интуитивным качественным анализом рентгенографического изображения как рентгенологом, так и клиницистом. С целью максимального исключения ошибочных решений при диагностировании состояний лобных и верхнечелюстных пазух, заболеваний лёгких и бронхов пациентов предлагается аппаратное, программное и информационное обеспечение реализации методической поддержки процесса обучения различным способам верификации состояния фрагментов биологических объектов по рентгеновским и компьютерно-томографическим изображениям автоматизированным рабочим местом врача (АРМ-врача) для диагностики заболевания, путём автоматического цифрового распознавание и идентификации рентгенографических изображений в пленочном, электронном и компьютерно - томографическом представлении[5].

Постановка задачи. В данной работе рассматривается подход решения задачи для наиболее быстрого и эффективного освоения процесса автоматизированного и автоматического цифрового распознавание и идентификацию рентгенографических изображений в пленочном, электронном и компьютерно - томографическом представлении с помощью предлагаемого программно-аппаратного модуля, который позволяет реализовать методическую поддержку процесса обучения различным способам верификации состояния фрагментов биологических объектов по компьютерно - томографическим изображениям, более быстро сформировать навыки, повысить оперативность, точность верификации состояния медицинских

биологических объектов, достоверность процесса диагностики заболеваний.

Реализация. Описание программно-аппаратного модуля для диагностики. Данный программно-аппаратный модуль предназначен для обработки информации по рентгенографическим снимкам лобных и верхнечелюстных пазух с целью оказания помощи врачу отоларингологу в процессе диагностики состояния пациентов в области ЛОР заболеваний.

В основе работы данного комплекса при решении задач диагностики лежит эталонный метод (способ) диагностики. Данный метод заключается в сравнении эталона и исследуемого объекта на основании рентгенографического снимка пациента. В качестве эталона на рентгенографическом снимке принимается левая или правая глазница в зависимости от анализируемого объекта: левой или правой лобных и верхнечелюстных пазух. Для получения более полного представления о данном программно-аппаратном диагностическом модуле АРМ-врача необходимо, чтобы пользователи имели представление о его составе. Состав АРМ -врача включает:

- аппаратную часть, которая включает персональный компьютер (ноутбук, нетбук, периферийные устройства и т.д.);
- программную часть, которая включает в свой состав программный модуль, позволяющий непосредственно обрабатывать информацию по диагностике заболеваний пациентов.

Современная МИС, обеспечивающая получение, хранение, обработку, выдачу диагностической информации должна:

- 1) включать в свой состав автоматизированные рабочие места (АРМ) врачей клиницистов;
- 2) строиться по принципу интеграции отдельных подсистем в единую целую систему;
- 3) каждая подсистема удовлетворять модульному принципу построения, развития и подключения – интеграции в систему на уровне комплекса технических средств (КТС);
- 4) удовлетворять модульному принципу построения на уровне комплекса программных средств (КПС);
- 5) поддерживать управление и работу сервисных служб системы;
- 6) в качестве инфраструктуры построения данной системы использовать сети, вычислительные сети Intranet / Internet, позволяющие осуществлять оперативный обмен информацией между основными компонентами

системы, независимо от местоположения пациента и диагностической аппаратуры;

7) формировать и выдавать оперативные и достоверные результаты диагностики.

Алгоритм работы программно-аппаратного модуля АРМ-врача по реализации методической поддержки обучения процесса верификации фрагментов медицинских биологических объектов. Для начала работы АРМ -врача необходимо включить всё оборудование, тем самым подготовить его для запуска программного диагностического модуля.

После запуска программы на экране появляется стартовое диалоговое окно - «Окно запуска». Диалоговое окно - «Окно запуска» показано на рисунке1. В данном окне пользователю предоставляется возможность выбора режима для дальнейшего использования и функционирования программы.

1.Режим работы «Запуск программы».

Режим «Запуск программы» осуществляется путём инициализации с помощью манипулятора «мышь» кнопки «Запуск программы», переводит программное обеспечение (программу, приложение) в стандартный режим обработки рентгенографических снимков, где доступны:

- 1) обработка снимка;
- 2) может быть показана полная информация;
- 3) информация и анализ выделенных областей.

Все изменения и полученная статистика сохраняются в базе данных.

2.Режим работы «Демонстрационный режим».

Режим работы «Демонстрационный режим» осуществляется путём инициализации с помощью манипулятора «мышь» кнопки «Демонстрационный режим», при этом запускается приложение с ограничением большинства возможностей, но которое позволяет провести пример базового анализа выбранного снимка без сохранения результатов.

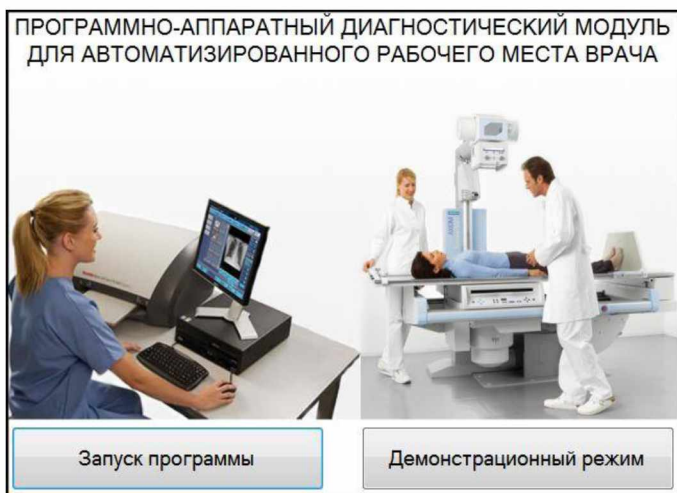


Рис. 1. Окно запуска

3. Описание работы программно-аппаратного модуля АРМ -врача. «Демонстрационный режим».

Для более лучшего понимания работы программного и информационного обеспечения программно-аппаратного модуля приобретения навыков работы в его составе предусмотрен «Демонстрационный режим». При запуске программы в демонстрационном режиме открывается окно «Демонстрационный режим» с ограниченными настройками.

Диалоговое окно экранной формы «Демонстрационный режим» с ограниченными настройками показано на рис. 2.

Для начала работы программы требуется выбрать рентгеновский или компьютерно-томографический снимок. Это можно сделать используя готовые образцы, нажав на кнопку «Использовать образец», либо загрузить любой другой снимок кнопкой «Выбрать снимок».

Диалоговое окно экранной формы с готовыми образцами показано на рис. 3.

После выбора снимка требуется выделить сегмент на рентгеновском изображении в качестве эталона. После чего будут отображены графики с его характеристиками и сама область красным цветом.

Диалоговое окно выбор эталонного сегмента показано на рис. 4. Для продолжения работы следует нажать на кнопку «Продолжить» для дальнейшей работы.

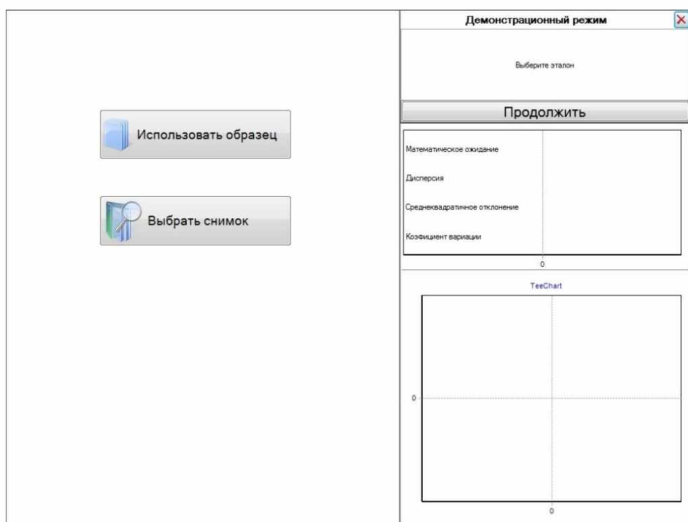


Рис. 2. Демонстрационный режим

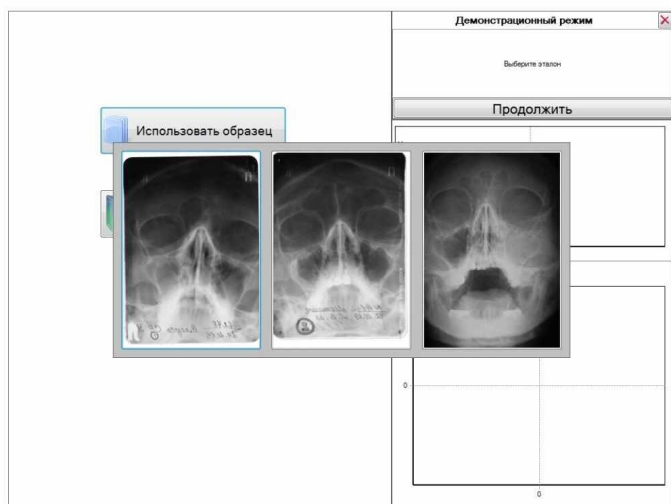


Рис. 3. Демонстрационный режим. Использовать образец

Далее следует выбрать сегмент для сравнения с эталоном, контур которого отобразится на снимке, и будут построены графики для визуального сравнения в виде результата работы демонстрационного режима. Окно сравнения с эталоном сегмента показано на рис. 5. Область исследуемого

объекта и его эталон представляем матрицами интенсивности яркости пикселей.

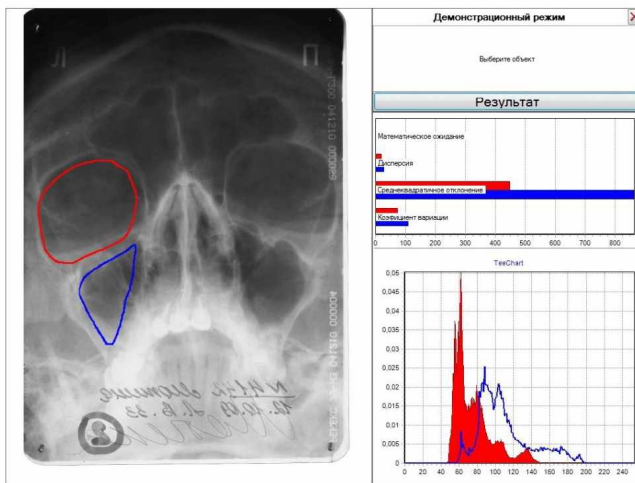


Рис. 5. Выбор объекта сравнения

Научная новизна. Результаты. Научная новизна заключается в разработке методологии верификации состояния фрагментов медицинских биологических объектов по рентгеновским и компьютерно-томографическим изображениям и использовании для этого статистических параметров (математическое ожидание, дисперсия, гистограмма, коэффициент вариации, автокорреляционная матрица, коэффициент корреляции) для количественной оценки состояний лобных или верхнечелюстных пазух и их идентификации в соответствии с классом патологий при диагностике пациента в автоматизированном и автоматическом режиме по рентгенографическим (томографическим) изображениям с целью обеспечение реализации методической поддержки процесса обучения различным способам верификации состояния фрагментов биологических объектов по рентгеновским и компьютерно-томографическим изображениям автоматизированным рабочим местом врача (АРМ-врача) для диагностики заболевания. Это позволило получить следующие результаты:

1) разработано программное обеспечение программно-аппаратного модуля АРМ-врача МИС, реализующее алгоритм обработки рентгенографических изображений с использованием эталонного способа метода диагностики лобных или верхнечелюстных пазух при ЛОР-заболеваниях [2,5,6,7];

2) это позволило реализовать методическую поддержку процесса обучения различным способам верификации состояния фрагментов биологических объектов по рентгеновским и компьютерно-томографическим изображениям, более быстро сформировать навыки, повысить оперативность, точность верификации состояния медицинских биологических объектов, достоверность процесса диагностики заболеваний, повысить качество обработки рентгенографических снимков и как следствие точность диагностики заболеваний[6,7,8,9];

3) разработанное программное обеспечение позволило повысить степень автоматизации процесса обработки рентгенографических снимков с элементами автоматической обработки, что позволяет формализовать процедуру постановки диагноза[10,11].;

4) разработано программное обеспечение реализующее алгоритмы обработки статистических параметров (гистограмма, математическое ожидание, коэффициент вариации) для количественной оценки состояний лобной или верхнечелюстной пазухи и их идентификации в соответствии с классом патологий при диагностике пациента в автоматизированном и автоматическом режиме по рентгенографическим и томографическим изображениям[7,10,11,12];

5) разработано информационное обеспечение - структура базы данных в виде набора связанных таблиц для хранения базовой информации о пациентах и процессе диагностики и лечения[8,9,10,11,12];

6) информационное обеспечение реализовано с возможностью инвариантности хранимой информации и моделей методов (способов) диагностики с целью возможности адаптации для различных лечебных учреждений[9,10,11,12];

7) результаты исследований, представленные в данной работе прошли апробацию на десяти международных и семнадцати Всероссийских научно технических конференциях, опубликованы в научно-технических журналах, входящих в перечень ВАК.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Блинов Н.Н., Мазуров А.И.* Что впереди? // Мед. Техника. -2006 г., N5, с.3-6 .
2. *Блинов Н.Н., Мазуров А.И.* Проблемы расширения диагностических возможностей медицинской рентгенотехники // Мед. Техника. -2011 г., N5, с.1-5.
3. *Волков А.Г., Самойленко А.П., Проскуряков А.В.* Метод диагностики состояния параназальных пазух по их рентгенографическим изображениям. –Х

Международную научно-техническую конференцию «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии» (ФРЭМЭ'2012) 2012, 63-67 с.

4. *Гусев А.В.* Медицинские информационные системы : Монография / А.В.Гусев, Ф.А.Романов, И.П.Дуданов, А.В.Воронин; Петр.ГУ.- Петрозаводск, 2005.- 404 с.

5. *Проскуряков А.В., Самойленко А.П.* АРМ поддержки принятия решений при диагностике ЛОР- заболеваний медицинской интегрированной автоматизированной информационной диагностической системы. – Сборник трудов XI Международной научно-технической конференции «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии» (ФРЭМЭ'2014) 2014, С. 68-72.

6. *Проскуряков А.В., Самойленко А.П.* Подсистема математического и программного обеспечения поддержки принятия решений на базе способов диагностики заболеваний по рентгеновским снимкам «Медицинской автоматизированной диагностической информационной системы» Журнал «Промышленные АСУ и контроллеры». 2015. № 1 С.34-43 ISSN 1561-1531.

7. *Проскуряков А.В.* Реализация способов диагностики заболеваний в медицинской автоматизированной информационной системе поддержки принятия решений. Владимир, Суздаль: Сборник трудов XII Международной научно-технической конференции «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии» (ФРЭМЭ'2016) 2016, С.303-307.

8. *Проскуряков А.В., Самойленко А.П.* Методология верификации состояния фрагментов биологических объектов по компьютерно-томографическим изображениям. Владимир, Суздаль: Сборник трудов XIII Международной научно-технической конференции «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии» (ФРЭМЭ'2018) 2018, С.209-212.

9. *Проскуряков А.В.* Верификация состояния фрагментов биологических объектов по компьютерно-томографическим изображениям. Ростов, Таганрог: Материалы Всероссийской научно-технической конференции с международным участием имени профессора О.Н. Пьявченко «КомТех-2019», С.169 -175.

10. *Проскуряков А.В.* Медицинская автоматизированная информационная система поддержки принятия решения для диагностики заболеваний с использованием верификации состояния фрагментов медико-биологических объектов по компьютерно-томографическим изображениям // Информатизация и связь. -2020 г., N3, с.55-60.

11. *Проскуряков А.В.* Автоматизация процесса верификации состояния фрагментов медицинских биологических объектов подсистемой поддержки

принятия решений для диагностики заболеваний // «Информатизация и связь». 2021. № 8 С.85-90 doi 10.34219/2078-8320-2020-11-3-55-60 ISSN 2078-8320.

12. *Проскуряков А.В.* Синтез программного и информационного обеспечения реализации методов верификации состояния медицинских биологических объектов для медицинской автоматизированной информационной системы //«Известия ЮФУ». 2022. № 2 С.199-212 doi 10.18522/2911-3103-2022-2-199-212 ISSN 1999-9429.

Проскуряков Александр Викторович, старший преподаватель кафедры Математического обеспечения и применения ЭВМ, Южного федерального университета, Россия, г. Таганрог, улица Энгельса,1 347900, телефон: +7(8634) 37-16-73, email: avproskuryakov@sfedu.ru.

Проскуряков Алексей Александрович, студент группы КТ603-4 кафедры Систем автоматизированного проектирования, Южного федерального университета, Россия, г. Таганрог, улица Розы Люксембург, 44, кв.65 3479000, телефон: +7(952) 417-64-70, email:proskuriakov@sfedu.ru.

Proskuryakov Alexander Victorovich, senior lecturer, Department of Mathematical support and computer application, southern Federal University, Russia, Taganrog, Engels street,1 347900, phone: +7(8634) 37-16-73, email: avproskuryakov@sfedu.ru.

Proskuryakov Alexey Alexandrovich, student of the Msw group 3-4 of the Department of Computer-aided Design Systems, Southern Federal University, 44 Rosa Luxemburg Street, 65 3479000, Taganrog, Russia, phone: +7(952) 417-64-70, email:proskuriakov@sfedu.ru .