
Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами, системы автоматизации проектирования

УДК: 004.9

DOI:10.30987/2658-6436-2021-2-41-48

О. А. Вдовиченко, А. В. Аверченков

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧРЕЖДЕНИЙ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ В ОБЛАСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

В статье рассматривается проблема автоматизации деятельности учреждений здравоохранения эндокринологического профиля. Рассмотрена информационно-аналитическая система, предназначенная для обработки, хранения и анализа персональных и медицинских данных, полученных в ходе обследования.

Ключевые слова: здравоохранение, информационно-аналитические системы, автоматизация.

O.A. Vdovichenko, A.V. Averchenkov

AUTOMATING THE PROCESS OF HEALTH CARE INSTITUTION ACTIVITIES IN THE FIELD OF THE THYROID GLAND ULTRASOUND EXAMINATION

The article deals with the problem of automating the activities of endocrinological healthcare institutions. An information and analytical system designed for processing, storing and analyzing personal and medical data obtained during the examination is considered.

Keywords: healthcare, information and analytical systems, automation.

Введение

В современных условиях перед многими учреждениями здравоохранения РФ стоит задача повышения эффективности деятельности по выявлению заболеваний и сохранению здоровья населения. Зачастую деятельность учреждений здравоохранения основывается на проведении обследований только для граждан, изъявивших желание пройти обследование, что создает проблему недостаточно высокой эффективности обследований.

Автоматизированный анализ данных о пациентах является одним из ключевых направлений информационных исследований в сфере здравоохранения. Область применения информационно-аналитических систем в этой отрасли охватывает многие направления – включая непосредственный анализ технических данных для выявления симптомов определенных заболеваний, помощь в принятии решений лечащим врачом, анализ косвенно связанных с заболеванием персональных и иных данных.

Особую роль на территории ряда регионов, в том числе Брянской области, занимает проведение эндокринологических исследований. Важность данного вопроса обусловлена

негативным влиянием на заболеваемость местных жителей радиоактивных веществ, попавших на территорию региона в результате аварии на Чернобыльской АЭС [1]. Также повышенный уровень выявленных заболеваний щитовидной железы обусловлен исторически низким уровнем содержания йода в почве на территории Брянской области [2].

Процесс ультразвукового обследования щитовидной железы позволяет накапливать большие массивы полезной информации. Проблема повышения эффективности обследований и общей деятельности по профилактике заболеваний щитовидной железы населения может быть решена при использовании полученной информации в качестве входных данных для применения алгоритмов анализа. Современные методы аналитики позволяют выявить группы признаков, целевые группы, для которых проведение регулярных обследований, направленных на выявление заболеваний, является необходимой составляющей обеспечения процесса жизнедеятельности [3].

Аналитические функции в данной области позволяют снизить трудовые затраты на осуществление деятельности учреждения, снизить время, необходимое для обследования отдельного пациента, выявлять развитие хронического заболевания или болезни, которая еще не была должным образом диагностирована, определить принадлежность пациента к группе риска по определенному заболеванию, что позволит врачу обратить особое внимание на выявление симптомов, характерных для такого заболевания [4].

В настоящее время спектр специализированных программных систем, решающих задачи повышения эффективности деятельности учреждений здравоохранения в сфере эндокринологии, значительно ограничен. Во многих случаях исследователи рассматривают задачи автоматизации отдельных процессов – многие публикации посвящены разработке систем классификации заболеваний щитовидной железы для определения риска развития онкологических заболеваний [5] и применение разработанных методик для автоматизации поиска образований щитовидной железы на ультразвуковых снимках [6-9]. Поэтому разработка таких систем поддержки принятия решений для сотрудников учреждений, занимающихся обследованием щитовидной железы, а также разработка соответствующего математического обеспечения, является актуальной проблемой, один из вариантов решения которой рассматривается в данной работе.

Основные исходные данные при проведении ультразвукового обследования щитовидной железы

Исходными данными при обследовании являются:

- персональные характеристики пациентов (возраст, пол, место проживания);
- данные о выявленных заболеваниях (история обследований);
- данные о характеристиках щитовидной железы пациентов (размеры долей, экзогенность, структура, наличие гипо- или гипертериоза);
- данные об образованиях на щитовидной железе пациентов (тип образования, размер образования, экзогенность, характеристики контура, характеристики включений).

На основе этих данных лицом, принимающим решения (врачом) устанавливается диагноз, а также формируются рекомендации для пациента по повторным обследованиям, дальнейшим мерам предотвращения развития заболевания при его выявлении.

Описание потоков данных в информационно-аналитической системе поддержки обследования щитовидной железы

При разработке информационно-аналитической системы (ИАС), предназначенной для поддержки принятия решений в учреждениях здравоохранения основного профиля обследования щитовидной железы, необходимо рассмотреть структуру процесса проведения обследования. В данном процессе принимают участие администратор информационной

системы, в задачи которого входит внесение в ИАС данных об единичном обследовании пациента и координатор, являющийся в организационной структуре учреждения лицом, принимающим основные управленческие решения на основе знаний, полученных в результате обследований, применения аналитических методов и сформированных статистических отчетов. Администратор заполняет карту пациента полученными в результате обследования данными; личные данные пациента в зашифрованном виде сохраняются в базу данных.

Характеристики щитовидной железы (ЩЖ) – измерения, экзогенность и др. – передаются в модуль обработки, после чего дополненные характеристики сохраняются и передаются в модуль анализа, который обеспечивает своевременное обновление отчетов о применении аналитических методов и внесение информации в базу данных обследований. Диаграмма потоков данных представлена на рис. 1.

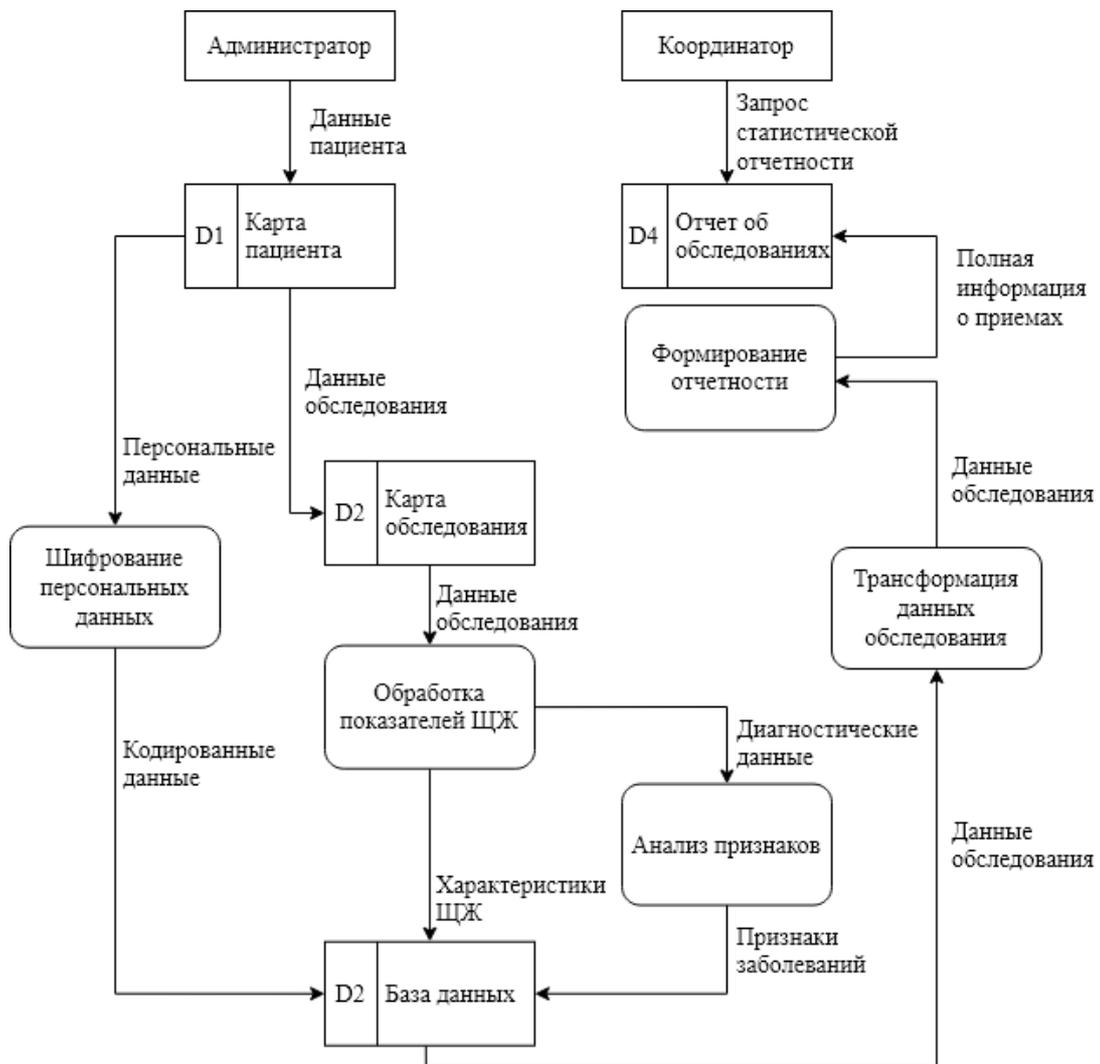


Рис. 1. Диаграмма потоков данных ИАС поддержки обследования ЩЖ

Разработка структуры ИАС поддержки обследования щитовидной железы

Для определения оптимальной структуры и последующей разработки ИАС была сформирована схема архитектуры программного комплекса, представленная на рис. 2.

Система должна обладать модульной структурой, позволяющей модифицировать программный комплекс без внесения изменений в иные функциональные модули [10]. Для

каждой из ролей пользователей, предусмотренных в системе, должен быть разработан отдельный интерфейс доступа к функциональным возможностям. В соответствии с ролевой моделью доступа возможно присвоение нескольких ролей одному пользователю. В качестве архитектуры программного комплекса была выбрана модель клиент-сервер. Подобная структура позволяет дополнять и расширять систему по мере необходимости, обеспечивает необходимый уровень безопасности и стабильности.

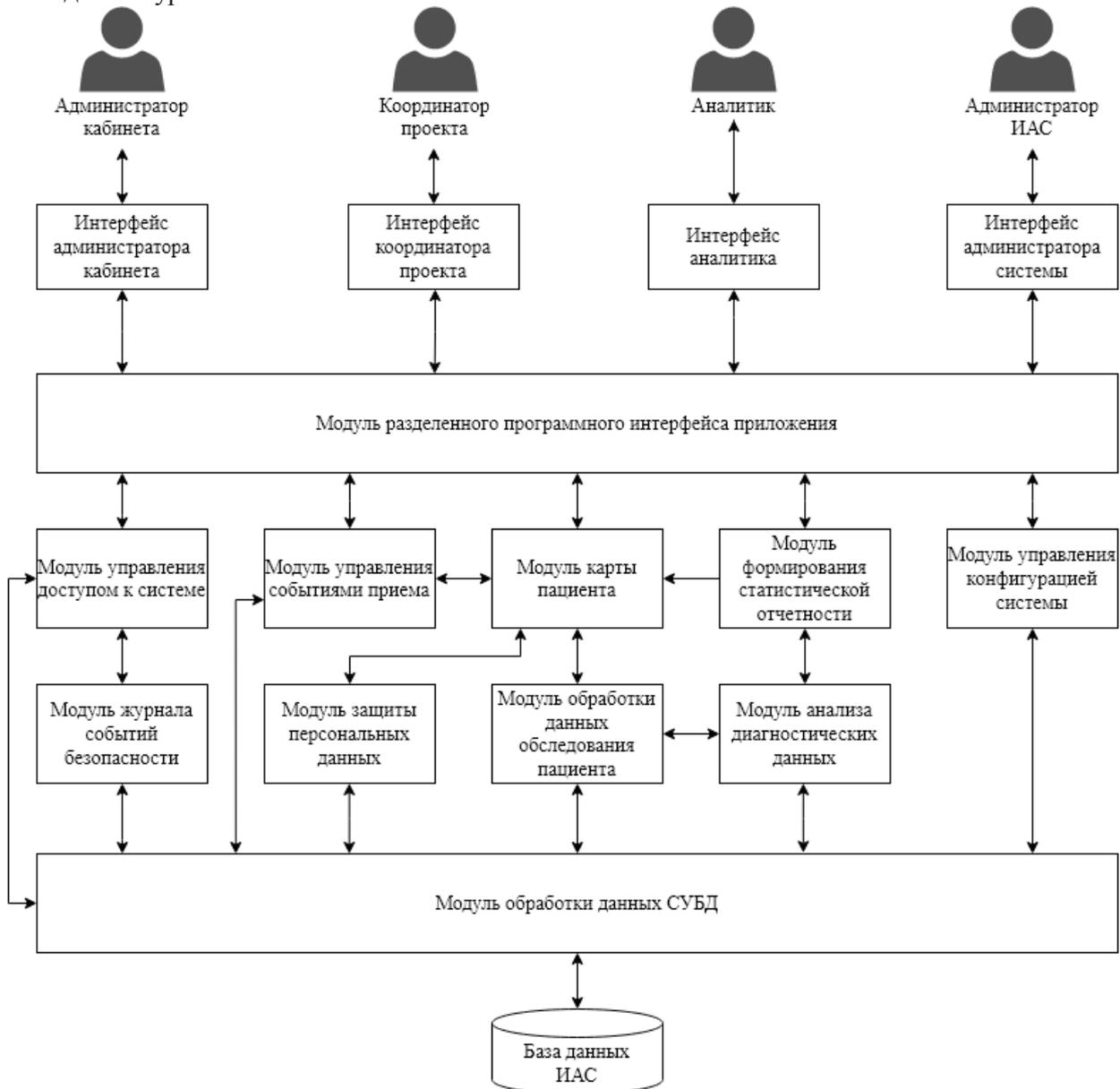


Рис. 2. Структурная схема ИАС поддержки обследования ЩЖ

При доступе к системе в первую очередь задействуется модуль управления доступом. Этот модуль получает идентификационные данные (логин, пароль пользователя), делает запрос к модулю обработки данных СУБД, получая в ответ основную информацию пользователя (идентификатор, роли доступа), определяет в соответствии с полученными сведениями доступные интерфейсные элементы для данного пользователя.

Модуль журнала событий безопасности при получении информации о запросе определяет характер взаимодействия, необходимые для записи данные о взаимодействии и передает информацию для записи в модуль обработки данных СУБД.

Модуль обработки данных СУБД выполняет функцию оболочки, необходимой для формирования SQL-запросов к базе данных. Он содержит определения всех необходимых для работы системы форматов данных.

Модуль карты пользователя является основным элементом для ролей пациента и администратора кабинета. В данном модуле реализовано отображение персональных данных пациента (их чтение и запись обеспечивается через модуль защиты персональных данных), списка обследований, основного диагноза, дополнительных медицинских данных (принимаемые медикаменты, информация об операциях, анализах и др.). Кроме того, в рамках данного модуля предусмотрено взаимодействие с модулем обработки данных обследований, имеющим двойную функцию – отображение информации, полученной в ходе обследования, и обработку информации, получаемой в рамках приема пациента. Взаимодействие с модулем управления событиями приема позволяет пациенту формировать заявку на запись на обследование, администратору кабинета – выполнять запись на обследование определенного пациента или формировать события для последующей обработки (например, необходимость повторного приема).

Модуль обработки данных обследования используется для вывода информации о результатах для пациента или для внесения медицинских данных, получаемых администратором от врача в рамках приема. Данные, обрабатываемые в данном модуле, включают информацию о размерах ЩЖ, её структуре, иных характеристиках, наличии образований на ЩЖ и их характере, общем диагнозе. Кроме того, в рамках взаимодействия с модулем анализа диагностических данных происходит выявление и отображение дополнительной информации, способствующей обследованию (вероятность рака по методике ACR TI-RADS, вероятность определенного заболевания по данным групп риска, другие служебные данные).

Модуль формирования статистической отчетности доступен координатору проекта и аналитику и отвечает за формирование табличных данных, выборок из базы данных для последующего выявления признаков заболеваний, модификации аналитических алгоритмов. Доступность статистической информации координатору проекта крайне важна для дальнейшего формирования отчетности о результатах деятельности и принятия решений, способствующих повышению эффективности работы кабинета (например, выявление территорий с повышенной заболеваемостью и дальнейшее усиление работы по профилактике заболеваний на указанных территориях).

Модуль анализа статистических данных содержит реализацию аналитических методов обработки информации. Обрабатывая данные пациентов, позволяет получить информацию о принадлежности к группам риска по персональным признакам (полу, возрасту, адресу проживания) или по медицинским показаниям (характеристикам ЩЖ и её образований) через применение методов анализа.

Модуль управления конфигурацией системы применяется администратором системы для получения информации о событиях безопасности, изменения параметров системы и учетных данных пользователей.

Краткая аннотация ИАС поддержки обследования щитовидной железы

Разработанный программный комплекс «Информационно-аналитическая система поддержки обследования щитовидной железы» предназначена для автоматизации анализа полученных персональных и диагностических данных с целью повышения эффективности проводимых обследований. Результатом работы данной ИАС является формирование аналитических и статистических отчетов о работе учреждения здравоохранения.

Данная ИАС имеет простой и доступный пользовательский интерфейс, поэтому не требуется дополнительных затрат времени на изучение данного продукта. При запуске программы при прохождении авторизации открывается окно, содержащее список пациентов.

При переходе к просмотру пациента становится доступна карта приема, содержащая поля ввода информации, полученной при обследовании пациента. Интерфейс карты приема представлен на рис. 3.

Помимо полей для ввода информации обследования карта приема содержит информацию, полученную от модуля анализа, описывающую вероятность развития онкологического заболевания на основе оценки образований по методике ACR TI-RADS.

Карта приема Пациент: Фамилия ИО №12396

Дата рождения: 18.02.2004 Пол: Жен Адрес: Брянская обл., Суражский р-н, Октябрьская ул., 27

ЛЕВАЯ ДОЛЯ: ширина 19, глубина 51, длина 17 мм, Объем 7,891 мл

ПРАВАЯ ДОЛЯ: ширина 20, глубина 52, длина 20 мм, Объем 9,963 мл

ПЕРЕШЕЕК:

Общая информация: Общ. объем 17,854 мл, Подозр. на рак? Норма

Величина: Гиперплаз

Эхогенность: Средняя

Структура: Однородн

Диагнозы: Struma I°/зоб 0 | Величина: увеличена/увеличена | Эхогенность: normal/нормально

АНАЛИТИКА И РЕКОМЕНДАЦИИ: Баллы по TI-RADS: 0, Группа TR 1, По возрастным нормам: гиперплазия

ТАБЛИЦА ПОСЕЩЕНИЙ:

ДАТА	ДИАГНОЗ	ПРИМЕЧАНИЯ
-29.06.2013	Норма	Диагноз: keip/net Величина: n
-27.06.2014	Диффузный зоб	Диагноз: Struma I°/зоб 0 Вели
-15.08.2015	Норма	Диагноз: keip/net Величина: n
-01.07.2017	Диффузный зоб	Диагноз: Struma I°/зоб 0 Вели
-10.08.2019	Диффузный зоб	Диагноз: Struma I°/зоб 0 Вели

Рис. 3. Интерфейс карты приема ИАС

Для лица, выполняющего роль координатора работы учреждения, доступно окно вывода статистических и аналитических данных, представленное на рис. 4.

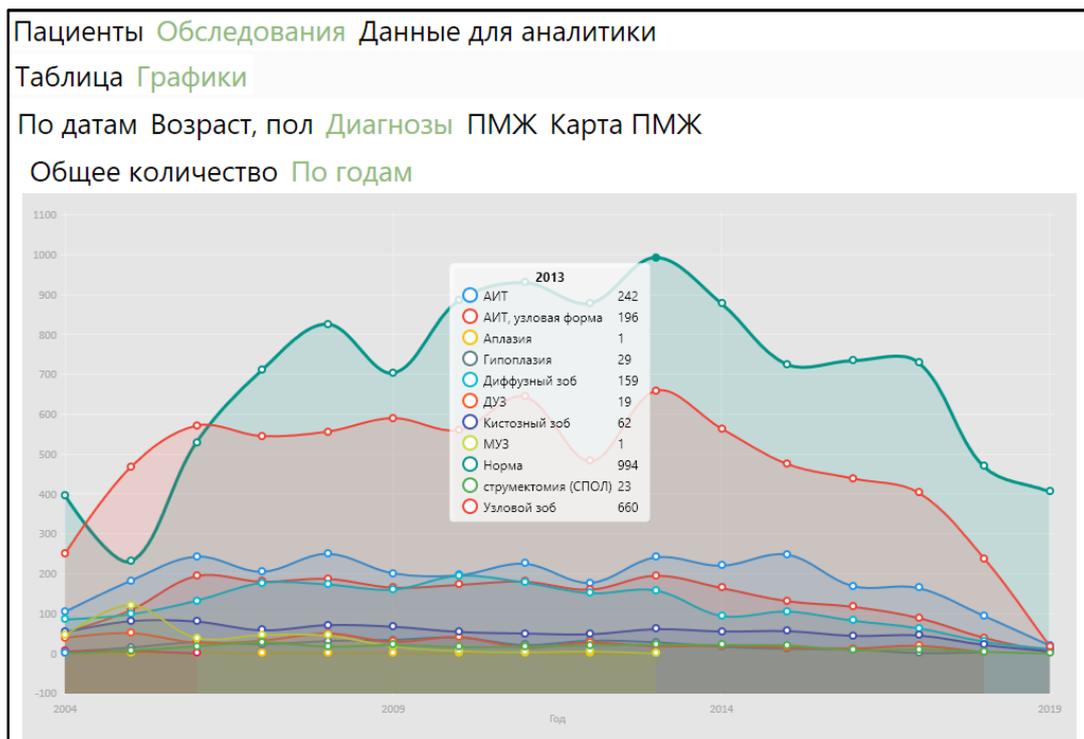


Рис. 4. Интерфейс окна вывода аналитических и статистических данных ИАС

Интерфейс обеспечивает доступность для координатора данных, позволяющих оценить эффективность работы кабинета по критериям количества принятых пациентов, выявленных заболеваний, определить места наибольшей распространенности определенных диагнозов и другой информации, необходимой для принятия управленческих решений.

Заключение

В данной статье рассмотрена разработанная информационно-аналитическая система, предназначенная для автоматизации деятельности учреждений здравоохранения эндокринологического профиля. На текущем этапе производится внедрение разработанной системы на базе БРОО СКППН «Радимичи – детям Чернобыля», одним из профилей деятельности которого является проведение ультразвуковых обследований щитовидной железы.

Список литературы:

1. Медицинские последствия аварии на ЧАЭС: прогноз и фактические данные Национального регистра / В. К. Иванов, А. Ф. Цыб, А. И. Горский [и др.] // Радиация и риск (Бюллетень Национального радиационно-эпидемиологического регистра). – 2002. – № 13. – С. 13-19. – Библиогр.: с. 19 (2 назв.)
2. Дефицит йода в агроландшафтах Брянской области / Е. М. Коробова, В. Ю. Березкин, Л. И. Колмыкова [и др.] // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2016. – № 3. – С. 57-65. – Библиогр.: с. 64-65 (15 назв.)
3. Карасева, Т. С. Решение задач медицинской диагностики методами интеллектуального анализа данных / Т. С. Карасева // Решетневские чтения. – 2015. – Т. 2. – С. 46-47.
4. Одинцов, В. А. Применение информационных технологий в повышении качества диагностики пациентов с заболеваниями щитовидной железы / В. А. Одинцов, А. Г. Калинин, Н. А. Мартынова // Вестник новых медицинских технологий. – 2009. – Т. 16. – № 4. – С. 137-138.
5. Performance of Five Ultrasound Risk Stratification Systems in Selecting Thyroid Nodules for FNA / Castellana M., Castellana C., Treglia G. [и др.] // The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism – 2020. – Т. 105 (5). – С. 1659–1669. – Библиогр.: с. 1665-1669 (37 назв.)
6. Thyroid Nodule Classification in Ultrasound Images by Fine-Tuning Deep Convolutional Neural Network. / Chi, J., Walia, E., Babyn, P. [и др.] // J Digit Imaging – 2017. – Т. 30 – С. 477–486. – Библиогр.: с.485-486 (29 назв.)
7. Предварительная обработка изображений ультразвуковых исследований в системах медицинской диагностики / Н. Г. Федотов, Л. А. Шульга, О. А. Смолькин [и др.] // Труды международного симпозиума "Надежность и качество". – 2006. – Т. 2. – С. 247-248.
8. Биллиг, В. А. Построение ассоциативных правил в

References:

1. Health Effects of the Chernobyl Accident: Prediction and Factual Data of the National Registry / V.K. Ivanov, A.F. Tsyb, A.I. Gorsky [et al.] // Radiation and Risk (Bulletin of NREER (the National Radiation and Epidemiological Registry)). – 2002. – № 13. – pp. 13-19. –Ref.: p. 19 (2 art.)
2. Iodine Deficiency in Agricultural Landscapes of the Bryansk Region / E.M. Korobova, V.Yu. Berezkin, L.I. Kolmykova [et al.] // Bulletin of RUDN (Russian University of Peoples' Friendship). Series: Ecology and life safety. – 2016. – № 3. – pp. 57-65. – Ref.: pp. 64-65 (15 art.)
3. Karaseva, T.S. Solving Problems of Medical Diagnostics Using Data Mining Methods / T.S. Karaseva // Reshetnevskie readings – 2015. – Т. 2. – pp. 46-47.
4. Odintsov V.A. Applying Information Technologies in Improving the Diagnosis Quality of Patients Having Thyroid Diseases / V.A. Odintsov, A.G. Kalinin, N.A. Martynova // VNMT (Journal of New Medical Technologies). – 2009. – Т. 16. – № 4. – pp. 137-138.
5. Performance of Five Ultrasound Risk Stratification Systems in Selecting Thyroid Nodules for FNA / Castellana M., Castellana C., Treglia G. [et al.] // The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism – 2020. – Т. 105 (5). – pp. 1659–1669. – Ref.: pp. 1665-1669 (37 art.)
6. Thyroid Nodule Classification in Ultrasound Images by Fine-Tuning Deep Convolutional Neural Network. / Chi, J., Walia, E., Babyn, P. [et al.] // J Digit Imaging – 2017. – Т. 30 – pp. 477–486. – Ref.: pp.485-486 (29 art.)
7. Preliminary Processing of Ultrasound Images in Medical Diagnostic Systems / N.G. Fedotov, L.A. Shulga, O.A. Smolkin [et al.] // Journal of Reliability and Quality symposium. – 2006. – Т. 2. – pp. 247-248.
8. Billig, V.A Construction of Associative Rules in the

задаче медицинской диагностики / В. А. Биллиг, О. В. Иванова, Н. А. Царегородцев // Программные продукты и системы. – 2016. – № 2. – С. 146-157.
9. Computer-aided system for diagnosing thyroid nodules on ultrasound: A comparison with radiologist-based clinical assessments. / Gao L, Liu R, Jiang Y [и др.] // Head Neck – 2018. – №40(4). – С. 778-783. – Библиогр.: с.783 (13 назв.)
10. Соколов, А. А. Разработка аналитических блоков для информационных систем / А. А. Соколов, Ф. В. Чихтисова, А. М. Коломыц // Международный научно-исследовательский журнал. – 2013. – № 8-2(15). – С. 62-63.

Problem of Medical Diagnostics / V.A. Billig, O.V. Ivanova, N.A. Tsaregorodtsev// Software products and systems. – 2016. – № 2. – pp. 146-157.
9. Computer-aided system for diagnosing thyroid nodules on ultrasound: A comparison with radiologist-based clinical assessments. / Gao L, Liu R, Jiang Y [et al.] // Head Neck – 2018. – №40(4). – pp. 778-783. – Ref.: p.783 (13 art.)
10. Sokolov, A.A. Development of Analytical Blocks for Information Systems / A.A. Sokolov, F.V. Chikhtisova, A.M. Kolomyts // MNIZh (International Research Journal). – 2013. – № 8-2(15). – pp. 62-63.

Статья поступила в редколлегию 27.04.2021.

*Рецензент: канд. техн. наук, доц.,
Брянский государственный технический университет
Леонов Ю.А.*

Статья принята к публикации 12.05.2021.

Сведения об авторах

Вдовиченко Олег Антонович

аспирант, ассистент кафедры «Компьютерные технологии и системы» Брянского государственного технического университета
E-mail: olegwdoa@gmail.com

Аверченков Андрей Владимирович

д.т.н., доцент, старший научный сотрудник
«Институт конструкторско-технологической информатики Российской академии наук»
Тел.: +7 (4832) 58-83-62
E-mail: mahar@mail.ru

Information about authors:

Vdovichenko O.A.

postgraduate student, assistant of the Department “Computer Technologies and Systems” of Bryansk State Technical University
E-mail: olegwdoa@gmail.com

Averchenkov A.V.

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Senior Researcher
“Institute of Design and Technological Informatics of the Russian Academy of Sciences”
Тел.: +7 (4832) 58-83-62
E-mail: mahar@mail.ru