

УДК 616.5:681.5

ГРАФОВАЯ И АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ МОДЕЛИ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ КОЖНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЧЕЛОВЕКА

Лазарева Ю.А., магистрант гр.556241

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Институт информационных технологий
г. Минск, Республика Беларусь*

Скудняков Ю.А. – канд. техн. наук, доцент кафедры ИСиТ

Аннотация. Данная статья посвящена актуальной теме — разработке графовой и алгоритмической моделей для диагностики и лечения кожных заболеваний человека. Разработанная графовая модель обладает свойством универсальности, поскольку ее использование позволяет формализовать процесс построения и проведения диагностического анализа и потенциально лечения всех известных и еще необнаруженных видов кожных заболеваний человека. Использование разработанного алгоритма обеспечивает автоматизацию проведения диагностики и лечения кожных заболеваний с обработкой больших массивов данных, что дает возможность получать более точные и эффективные результаты решения вышеприведенных задач с минимизацией временных издержек по сравнению с еще применяемыми в настоящее время ручными методами.

Ключевые слова. Кожные заболевания человека, диагностика, лечение, графовая и алгоритмическая модели.

Введение. К настоящему времени в области диагностики и лечения кожных заболеваний (КЗ) человека получены значительные результаты [1]. Однако, наличие весьма сложных процессов, происходящих в кожных покровах, требует выполнения более всестороннего, глубокого их исследования, разработки новых методов, моделей и средств автоматизации решения задач для достижения цели получения эффективных результатов диагностики и лечения КЗ человека, дополняющих существующие подходы. Исходя из вышеизложенного следует, что рассматриваемая проблема является актуальной и перспективной.

Целью данной работы является создание новой универсальной графовой модели (ГМ) и алгоритмической модели (АМ) для проведения диагностики и лечения КЗ человека.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

- проведение исследования достоинств и недостатков существующих подходов к решению задач диагностического анализа и лечения КЗ человека;
- выполнение разработки универсальной ГМ, использование которой позволяет проведение и получение результатов диагностики и лечения КЗ любого количества пациентов по различным известным и, потенциально, еще необнаруженным КЗ человека;
- создание АМ, использование которой позволяет автоматизированное проведение диагностики и лечения КЗ человека и, тем самым, минимизировать временные издержки, повысить пропускную способность, производительность, комфортность обслуживания процесса анализа и лечения патологических состояний кожи, а также расширить его функциональные возможности.

Лечению КЗ предшествует диагностика вида патологического образования на кожном покрове человека. Одними из самых простых, мобильных и широко применяемых в диагностике КЗ являются визуальные средства: лампа Вуда [2] и дерматоскоп [3]. Следует отметить, что из этих средств наибольшее практическое применение получил дерматоскоп, позволяющий осуществлять осмотр новообразований кожи при увеличении и с подсветкой. С помощью дерматоскопа можно детально рассмотреть структуру элементов эпидермиса на уровне, недоступном невооруженному глазу.

Использование данного средства позволяет решать следующие задачи: 1) выявить вид КЗ (доброкачественное, диспластическое или онкологическое образование); 2) определить особенности структуры кожного образования; 3) оценить динамику развития новообразования; 4) принять решение о необходимости удаления новообразования или биопсии.

К достоинствам данного устройства можно отнести: 1) с его помощью возможно выявление патологических образований еще до появления видимых симптомов и, следовательно, можно упредить развитие нежелательной патологии; 2) при использовании средства отсутствует внедрение в кожу; 3) точность визуального измерения при диагностике составляет до 95-97%; 4) возможность проведения временного контроля путем сравнения текущих результатов в виде снимков с предыдущими; 5) оперативность осмотра новообразований (от 3 до 5 минут); 6) не требуется специальной подготовки для пользования данным устройством. Конструкция дерматоскопа состоит из следующих узлов: 1) оптической системы с увеличением изображения от 10 до 40 крат, что позволяет рассмотреть микроизменения в структуре кожи; 2) средства подсветки из светодиодных ламп для обеспечения равномерного освещения и исключения бликов; 3) поляризационного фильтра для формирования четкого изображения и устранения отражения; 4) корпуса и линзы с насадками для контакта с кожей.

На рисунке 1 приведены примеры конструкций дерматоскопов.



Рисунок 1 – Примеры конструкций дерматоскопов

Поскольку в настоящее время КЗ человека много, то в качестве примера в работе рассмотрен способ лечения одного из видов заболевания кожи – базалиомы. В качестве способа лечения используется метод короткофокусной лучевой терапии (КФЛТ). Данный способ относительно дешевый и получил широкое применение в практике лечения КЗ.

На рисунке 2 приведена иллюстрация процесса лечения базалиомы.



Рисунок 2 – Иллюстрация процесса лечения КЗ с помощью устройства КФЛТ

Как видно из рисунка 2 область КЗ облучается при касании трубки устройства КФЛТ кожи пациента (на рисунке 2 в качестве примера показана на лбу пациента маркируемая область кожи для облучения в виде окружности). Для достижения полного лечения КЗ необходимо проведение 11 сеансов примерно в течение 3-х минут на каждый сеанс. Такой способ также применяется для лечения плоскоклеточного рака кожи.

Однако, существующие подходы и средства не в полной мере соответствуют современным требованиям диагностики и лечения КЗ человека и требуют своего дальнейшего развития и, особенно, эффективного применения в диагностической и лечебной практике.

Основная часть. Для достижения сформулированной выше цели в данной работе разработаны ГМ и АМ.

Рассмотрим назначение, структуру и функциональные возможности разработанной ГМ. ГМ предназначена для проведения диагностики и лечения различных видов КЗ человека.

Наглядное представление ГМ показано на рисунке 3.

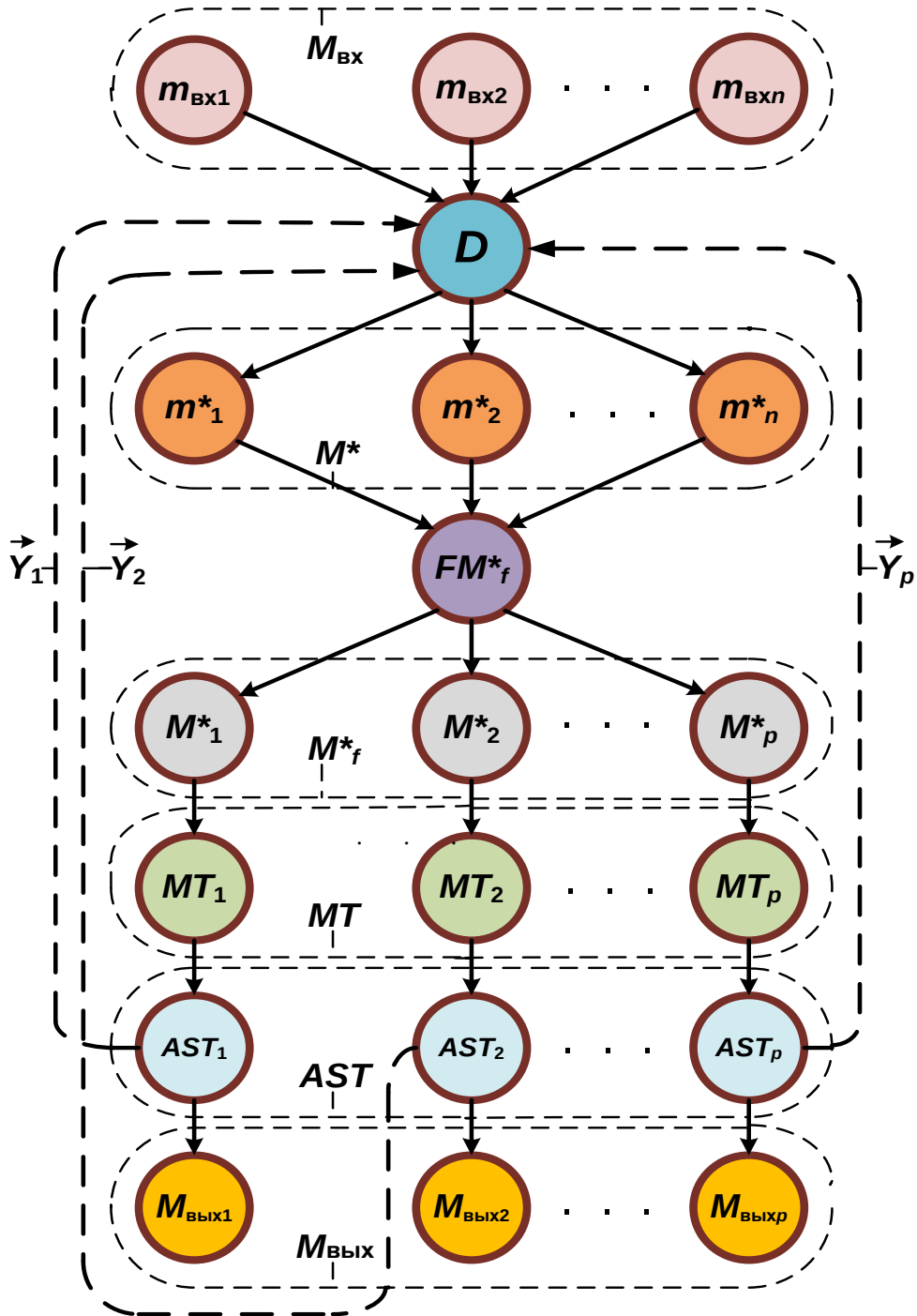


Рисунок 3 – ГМ диагностики и лечения КЗ человека

Из рисунка 3 видно, что структура ГМ представляет собой ориентированный граф, состоящий из 8 уровней, на каждом из которых имеют место следующие множества:

- $M_{Bx} = \{m_{Bxi}, i = \overline{1, n}\}$, $|M_{Bx}| = n$ – множество входных моделей n пациентов, отражающих физическое состояние их кожи (*multiple input models of n patients reflecting the physical condition of their skin*);
- $D = \{d_j, j = \overline{1, p}\}$, $|D| = p$ – множество диагностических средств по p видам кожных заболеваний n пациентов (*multiple diagnostic tools for p types of skin diseases in n patients*);
- $P = \{p_j, j = \overline{1, p}\}$, $|P| = p$ – множество видов кожных заболеваний n пациентов (*multiple types of skin diseases n patients*);
- $M^* = \{m^*_i, i = \overline{1, n}\}$, $|M^*| = n$ – множество моделей n пациентов после проведения диагностики заболеваний их кожи (*multiple models of n patients after diagnosis of their skin diseases*);

— FM^*_f – формирование множества моделей, отражающих физическое состояние кожи n пациентов по p заболеваниям кожи после проведения диагностики (*formation of multiple models reflecting the physical condition of the skin of n patients by p skin diseases after diagnosis*);

— $M^*_f = \{M^*_j, j = \overline{1, p}\}$, $|M^*_f| = p$ – множество моделей n пациентов после их формирования по p видам кожным заболеваний (*multiple models of n patients after their formation by p types of skin diseases*);

— $M^*_1 = \{m^*_c, c = \overline{1, k}\}$, $|M^*_1| = k$ – множество моделей, отражающих физическое состояние кожи k пациентов после проведения их формирования по первому виду заболевания (*multiple models that reflect the physical condition of the skin of k patients after their formation according to the first type of disease*);

— $M^*_2 = \{m^*_e, e = \overline{1, l}\}$, $|M^*_2| = l$ – множество моделей, отражающих физическое состояние кожи l пациентов после проведения их формирования по второму виду заболевания (*multiple models that reflect the physical condition of the skin of l patients after their formation according to the second type of disease*);

— $M^*_p = \{m^*_z, z = \overline{1, r}\}$, $|M^*_p| = r$ – множество моделей, отражающих физическое состояние кожи r пациентов после проведения их формирования по p виду заболевания (*multiple models that reflect the physical condition of the skin of r patients after their formation according to the p type of disease*);

— $MT = \{MT_j, j = \overline{1, p}\}$, $|MT| = p$ – множество лекарственных средств для лечения n пациентов по p видам кожным заболеваний (*multiple medicinal products for the treatment of n patients with p types of skin diseases*);

— $MT_1 = \{mt_c, c = \overline{1, k}\}$, $|MT_1| = k$ – множество лекарственных средств для лечения по первому виду заболевания кожи k пациентов (*multiple medicaments products for treating the first type of skin disease k patients*);

— $MT_2 = \{mt_e, e = \overline{1, l}\}$, $|MT_2| = l$ – множество лекарственных средств для лечения по второму виду заболевания кожи l пациентов (*multiple medicinal products for treating a second kind of skin disease l patients*);

— $MT_p = \{mt_z, z = \overline{1, r}\}$, $|MT_p| = r$ – множество лекарственных средств для лечения по p виду заболевания кожи r пациентов (*multiple medicinal products for the treatment of p type of skin disease r patients*);

— $AST = \{AST_j, j = \overline{1, p}\}$, $|AST| = p$ – множество анализов результатов лечения кожи n пациентов по p видам заболевания (*multiple analyses of skin treatment outcomes of n patients by p disease*);

— $AST_1 = \{ast_c, c = \overline{1, k}\}$, $|AST_1| = k$ – множество анализов результатов лечения кожи k пациентов по первому виду заболевания (*multiple analyses of skin treatment results of k patients for the first type of disease*);

— $AST_2 = \{ast_e, e = \overline{1, l}\}$, $|AST_2| = l$ – множество анализов результатов лечения кожи l пациентов по второму виду заболевания (*multiple analyses of skin treatment results of l patients for the second type of disease*);

— $AST_p = \{ast_z, z = \overline{1, r}\}$, $|AST_p| = r$ – множество анализов результатов лечения кожи r пациентов по p виду заболевания (*multiple analyses of skin treatment outcomes r patients by p disease type*);

— $M_{вых} = \{M_{выхj}, j = \overline{1, p}\}$, $|M_{вых}| = p$ – множество выходных моделей после лечения кожи n пациентов по p видам заболеваний (*multiple output models after skin treatment n patients by p disease type*);

— $M_{вых1} = \{m_{выхc}, c = \overline{1, k}\}$, $|M_{вых1}| = k$ – множество выходных моделей после лечения кожи k пациентов по первому виду заболеваний (*multiple output models after skin treatment of n patients for the first kind of diseases*);

— $M_{вых2} = \{m_{выхe}, e = \overline{1, l}\}$, $|M_{вых2}| = l$ – множество выходных моделей после лечения кожи l пациентов по второму виду заболеваний (*multiple output models after skin treatment l patients for the second kind of diseases*);

— $M_{выхp} = \{m_{выхz}, z = \overline{1, r}\}$, $|M_{выхp}| = r$ – множество выходных моделей после лечения кожи r пациентов по p виду заболеваний (*multiple output models after skin treatment r patients by p type of disease*);

— $\overrightarrow{Y1} = \{\overrightarrow{Y}_c, c = \overline{1, k}\}$, $|\overrightarrow{Y1}| = k$ – множество дуг обратной связи ГМ – в случае принятия решения о повторной диагностике КЗ k пациентов, причем, количество дуг может быть различным в отрезке $[1, k]$ в зависимости от уровня лечения, т.е. чем более удачное лечение, тем меньше дуг обратной связи и, следовательно, меньше процедур диагностики и лечения. Естественно, лучший результат диагностики и лечения КЗ – отсутствие дуг обратной связи. Аналогично, данное утверждение справедливо относительно множеств $\overrightarrow{Y2}$, $\overrightarrow{Yp}$ с количеством дуг l и r соответственно ($n = k + l + \dots + r$).

Для автоматизации реализации процессов диагностики и лечения КЗ человека разработан алгоритм, укрупненная схема которого представлена на рисунке 4.

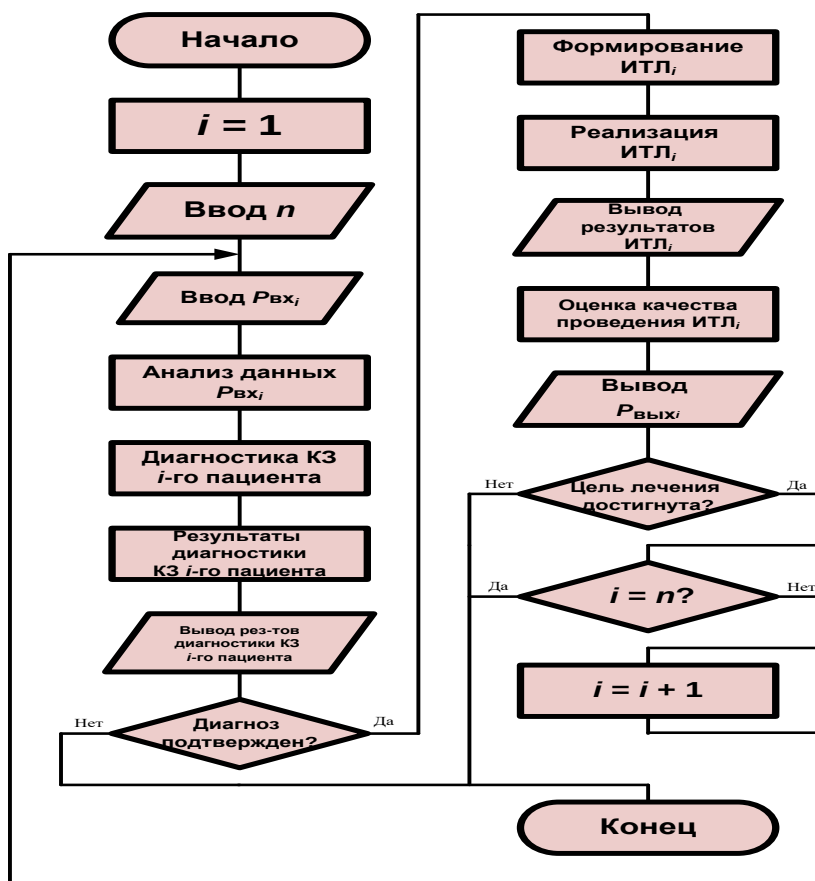


Рисунок 4 – Укрупненная схема алгоритма диагностики и лечения КЗ человека

На рисунке 4: $P_{вхi}$, $P_{выхi}$ – входные и выходные данные о КЗ i -го пациента до диагностики и после лечения соответственно, а $ИТЛ_i$ – индивидуальная траектория лечения КЗ i -го пациента.

Заключение. Для повышения эффективности процессов диагностики и лечения КЗ человека разработаны многофункциональная ГМ и АМ, применение которых позволяет повысить точность анализа состояния кожи пациента, улучшить качество и сократить время лечения.

Список использованных источников:

- 1.Потекаев, Н.Н., Дифференциальная диагностика и лечение кожных болезней / Н.Н. Потекаев, В.Г. Акимов. – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2016. – 456 с.
- 2.Что такое лампа Вуда и как она работает [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.medkv.ru/chtotakoe-lampa-vuda-i-kak-ona-rabotaet.html>.
- 3.Аравийская, Е.Р. Руководство по дерматокосметологии / Е.Р. Аравийская, Е.В. Соколовский. – Санкт-Петербург: ООО «Издательство Фолиант», 2008. – 632 с.

UDC 616.5: 681.5

GRAPH AND ALGORITHMIC MODELS FOR DIAGNOSIS AND TREATMENT OF HUMAN SKIN DISEASES

Lazareva Yu.A.

*Institute of Information Technologies of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
Minsk, Republic of Belarus*

Skudnyakov Yu.A. – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor

Annotation. This article is devoted to an urgent topic - the development of graph and algorithmic models for the diagnosis and treatment of human skin diseases. The developed graph model has the property of universality, since its use makes it possible to formalize the process of building and conducting diagnostic analysis and potentially treating all known and as yet undetected types of human skin diseases. The use of the developed algorithm provides automation of diagnosis and treatment of skin diseases with processing of large amounts of data, which makes it possible to obtain more accurate and effective results for solving the above problems with minimizing time costs compared to manual methods still used.

Keywords. Human skin diseases, diagnostics, treatment, graph and algorithmic models.