

УДК 616.5:681.5

МОДЕЛИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ КОЖНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЧЕЛОВЕКА

Скудняков Ю.А., Лазарева Ю.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Институт информационных технологий

кафедра информационных систем и технологий

E-mail: skudnyakov@bsuir.by

Аннотация:

Скудняков Ю.А., Лазарева Ю.А. Модели для автоматизации проведения диагностики и лечения кожных заболеваний человека. Данная статья посвящена актуальной теме – разработке графовых, структурно-функциональной и алгоритмической моделей для диагностики и лечения кожных заболеваний человека. Использование моделей позволяет формализовать и автоматизировать процессы обработки больших массивов данных для диагностики и лечения людей с многими видами кожных заболеваний.

Ключевые слова: кожные заболевания, автоматизация, диагностика, лечение, модели.

Annotation:

Skudnyakov Yu.A., Lazareva Yu.A. Models for automating the diagnosis and treatment of human skin diseases. This article is devoted to an urgent topic – the development of graph, structural, functional and algorithmic models for the diagnosis and treatment of human skin diseases. The use of models makes it possible to formalize and automate the processing of large amounts of data for the diagnosis and treatment of people with many types of skin diseases.

Keywords: skin diseases, automation, diagnosis, treatment, models.

Общая постановка проблемы

Диагностика и лечение кожных заболеваний (КЗ) человека в настоящее время является весьма сложной проблемой, поскольку использование существующих методов, методического обеспечения, медико-биологических технологий и т.д. не в полной мере позволяет получить точное диагностирование и полноценное лечение приведенных выше заболеваний.

Для успешного решения данной проблемы требуется использование системного подхода, предусматривающего применение передовых достижений в разных сферах человеческой деятельности, например, в медицине, биологии, химии, в информационных технологиях, программировании, компьютерной техники, искусственного интеллекта и т.д.

Кожа – самый обширный орган тела человека, являющийся защитным слоем от негативного влияния внешней среды. КЗ, к сожалению, много, поэтому диагностирование и особенно лечение требуют использования индивидуального подхода с учетом особенностей конкретного заболевания и применения высокотехнологичных медико-биологических и компьютерных технологий.

Применение существующих методов и средств диагностики и лечения КЗ в большинстве случаев не в полной мере позволяет достичь желаемого результата. В связи с этим весьма актуальной задачей является разработка и использование новых подходов и средств на основе современных и перспективных систем искусственного интеллекта, квантовых технологий, математических моделей и программно-алгоритмического и информационного обеспечения и т.д.

В настоящее время имеется ряд публикаций, в которых рассматриваются

возможности, особенности, недостатки и перспективы развития существующих решений вышеизложенной проблемы [1-8]:

- индивидуальный подход, учитывающий персональные особенности КЗ каждого пациента;
- методы изображений и компьютерного зрения, использование которых позволяет осуществлять визуализацию и когерентную томографию для выполнения оценки повреждений и отклонений состояния кожи от нормы;
- алгоритмы машинного обучения, необходимые для проведения анализа данных пациентов с целью прогнозировать риски и результаты лечения КЗ;
- модели интеграции данных, используемых для объединения различных типов данных (изображения, история болезни, сведения о генетических особенностях пациента и т.д.);
- технологии искусственного интеллекта;
- неинвазивные технологии диагностики, применение которых позволяет исследовать структуру кожи во времени для обнаружения новообразований;
- нанотехнологии, необходимые для использования в лечении КЗ, особенно, для возрастных пациентов;
- цифровые технологии, использование которых позволяет достаточно точно и быстро обрабатывать большие массивы данных, необходимых для проведения достоверного диагностирования и эффективного лечения КЗ;
- рекомендательные технологии, применение которых помогает принимать важные, объективные решения на этапах диагностики и лечения КЗ.

Исследования

В данной статье для дальнейшего развития существующих подходов и технологий предложен, в качестве дополнительных, ряд новых моделей, использование которых потенциально позволит повысить производительность и точность диагностики и, следовательно, эффективность лечения КЗ.

На рисунке 1 представлена разработанная графовая модель, иллюстрирующая процесс диагностики КЗ.

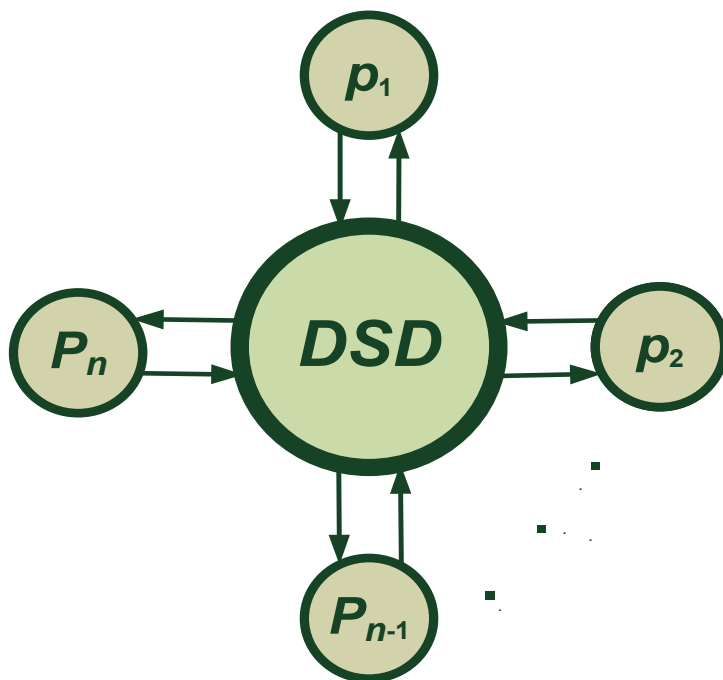


Рис.1. Графовая модель процесса диагностики КЗ человека

На рисунке 1 обозначены:

– DSD (*diagnosis of skin diseases*) – диагностика КЗ, т.е. $DSD = \{dt_r, r = 1, 2, \dots, m = \overline{1, m}\}, |DSD| = m$ – множество диагностических средств (*diagnostic tools*), где dt_r – r -е средство диагностики КЗ. Очевидно, что количество таких средств для диагностики КЗ одного пациента может быть от 1 до l , т.е. находится в отрезке $[1, l]$, в котором, в зависимости от сложности КЗ, l – переменная величина;

– $P = \{p_i, i = 1, 2, \dots, n = \overline{1, n}\}, |P| = n$ – множество пациентов (*patients*), а p_i – i -й пациент.

Предложенная графовая модель отражает процесс анализа и диагностики медицинских параметров состояния кожи каждого пациента p_i и в целом n -го их количества с использованием необходимого набора диагностических инструментов.

Такая модель имеет наглядную интерпретацию для доступного понимания рассматриваемого процесса диагностики КЗ и представляет собой ориентированный граф с прямыми и обратными связями в виде дуг информационного характера. Кроме того, данная модель может быть представлена в виде матрицы коэффициентов, отражающих уровень информационного потока между каждым пациентом и системой диагностики DSD .

Компьютерная реализация матричной формы предложенной графовой модели не вызывает особых проблем, что является важным достоинством данной модели с точки зрения получения достоверных и оперативных диагностических результатов и, соответственно, повышается качество принятия решения по лечению КЗ человека.

Кроме того, наряду с использованием различных передовых технологий, эффективность диагностики КЗ можно достичь с применением медицинских технических средств, в частности, лампы Вуда [9-10].

Применение лампы Вуда позволяет достаточно точно определить вид КЗ. Данное устройство не обладает большими массо-габаритными параметрами, что обеспечивает доступность и удобство его применения каждым пациентом в любом месте, как в медицинском учреждении, так и за его пределами.

Скорость обработки данных также играет важную роль: алгоритмические основы приложения, основанные на анализе изображений в реальном времени, сокращают время диагностики до нескольких минут, уменьшая тем самым нагрузку на медицинский персонал и ускоряя процесс постановки предварительного диагноза.

Современные методы анализа изображений, включая машинное обучение и нейронные сети, обеспечивают высокую точность при идентификации патологических состояний кожи, а с течением времени и накоплением данных эти модели могут быть дополнительно обучены, что повышает их эффективность.

На основе полученных результатов на этапе диагностики выполняется процесс лечения КЗ.

Поскольку видов КЗ достаточно много, то в этом случае требуется использование дифференцированного подхода для успешного лечения кожи.

При этом, осуществление удачного лечения КЗ требует высокой квалификации, опыта, ответственного, внимательного отношения врача к пациенту и наличия соответствующих лекарственных средств и медицинского оборудования, а также передовых и перспективных информационных, цифровых, нейросетевых и других инновационных технологий.

Преимущества использования цифровых, информационных технологий, систем искусственного интеллекта, программно-алгоритмического обеспечения по сравнению с имеющимися разработками:

– уменьшение временных издержек на обработку большого объема информации,

необходимой для более полного и глубокого изучения и понимания сущности КЗ медицинским персоналом с целью достижения желаемых результатов лечения;

- обеспечение обоснованного выбора необходимого инструментария для реализации оптимального процесса лечения КЗ;

- повышение комфортности и оперативности информационного обмена между пациентами и медицинским персоналом за счет применения интернет - технологий.

Для решения проблемы лечения КЗ разработана графовая модель, отражающая информационную и физическую связи между множеством лекарственных средств и множеством КЗ человека.

Наглядная интерпретация предложенной модели представлена на рисунке2.

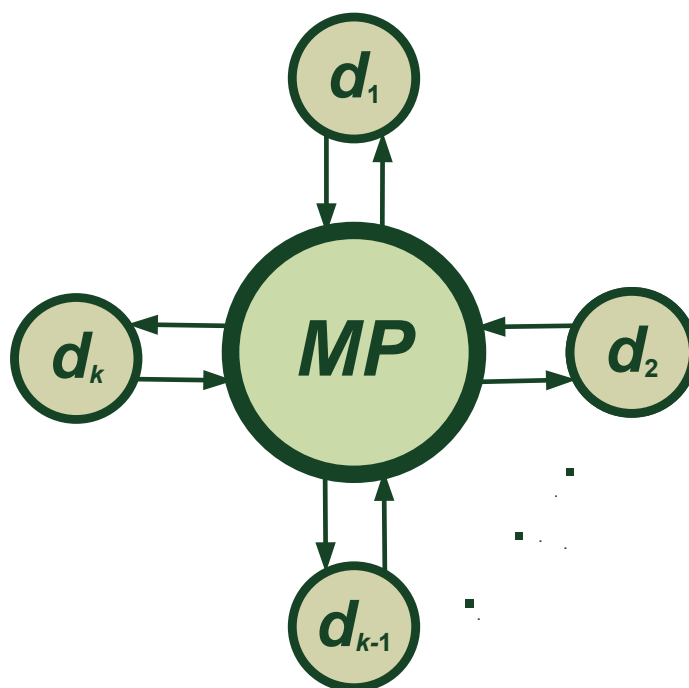


Рис.2. Графовая модель процесса лечения КЗ человека

На рисунке 2 обозначены:

- $MP = \{mp_j, j = 1, 2, \dots, c = \overline{1, c}\}$, $|MP| = c$ – множество лекарственных средств (*medicinal products*), mp_j – набор лекарственных средств для лечения кожи каждого пациента p_i в множестве MP ;

- $D = \{d_e, e = 1, 2, \dots, k = \overline{1, k}\}$, $|D| = k$ – множество КЗ (*skin diseases*), имеющих у n пациентов.

Следует отметить, что для лечения КЗ, как правило, используются лекарства из MP , однако, при необходимости, может применяться соответствующее медицинское оборудование (*medical equipment*).

Как видно из рис.2, изображенная графовая модель, как и на рис.1, представляет собой ориентированный мультиграф, отражающий процесс запроса к MP и получения соответствующих лекарств для лечения каждого пациента.

Применение такой модели поможет врачу в сочетании с традиционными методами осуществлять процесс лечения КЗ системно, оперативно и относительно точно, поскольку она поддается алгоритмизации и программной реализации и является гибким и универсальным инструментом для принятия объективного решения.

Для организации процессов диагностики и лечения КЗ разработана структурно-функциональная модель, потенциально являющейся основой автоматизированной врачебной деятельности в сфере обследования КЗ человека (рисунок 3).

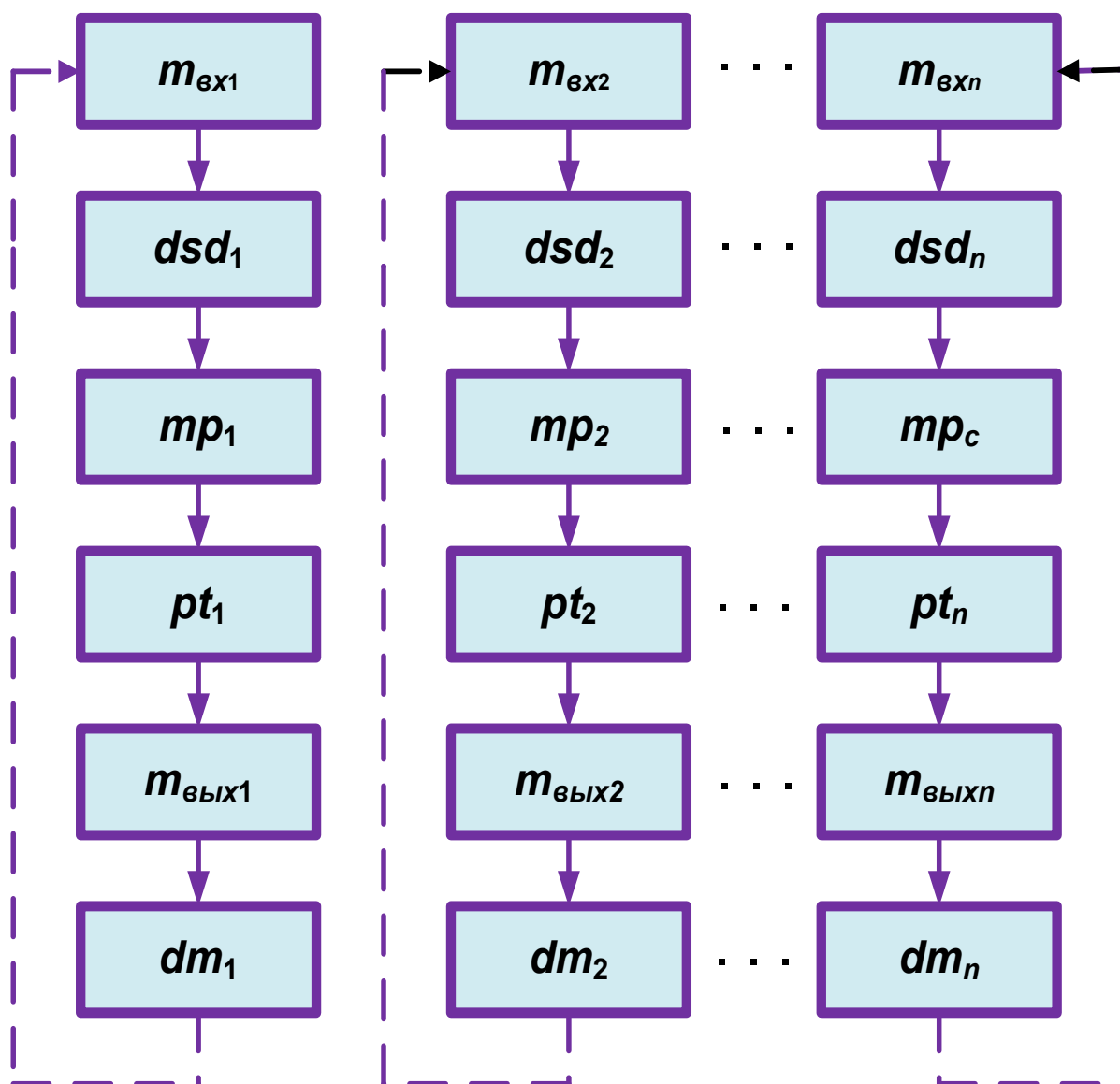


Рис.3. Структурно-функциональная модель процессов диагностики и лечения КЗ человека

На рисунке 3 показаны:

- $M_{вх} = \{m_{вхi}, i = 1, 2, \dots, n = \overline{1, n}\}$, $|M_{вх}| = n$ – множество входных моделей (*input models*), содержащих параметры состояния кожи n пациентов, а $m_{вхi}$ – входная модель i -го пациента в множестве $M_{вх}$;
- DSD (*diagnosis of skin diseases*) – диагностика КЗ, где dsd_i – средства для диагностики КЗ;
- $MP = \{mp_j, j = 1, 2, \dots, c = \overline{1, c}\}$, $|MP| = c$ – множество лекарственных средств (*medicinal products*), mp_j – набор лекарственных средств для лечения кожи каждого пациента p_i в множестве MP ;

– $PT = \{pt_i, i = 1, 2, \dots, n = \overline{1, n}\}$, $|PT| = n$ – множество процедур лечения КЗ n пациентов, а pt_i – набор процедур для лечения КЗ i -го пациента;

– $M_{вых} = \{m_{выхi}, i = 1, 2, \dots, n = \overline{1, n}\}$, $|M_{вых}| = n$ – множество выходных моделей (*output models*), отражающих физическое состояние кожи n пациентов, $m_{выхi}$ – выходная модель i -го пациента, содержащая результаты его лечения;

– $DM = \{dm_i, i = 1, 2, \dots, n = \overline{1, n}\}$, $|DM| = n$ – множество принятий решений на основе анализа результатов лечения КЗ n пациентов, dm_i – принятие решения (*making a decision*) после лечения КЗ i -го пациента.

В случае отсутствия полного или частичного положительного лечения, процесс обследования состояния кожи и дальнейшее лечение КЗ пациентов повторяются (обратные связи в виде направленных пунктирных линий).

Алгоритмическая реализация предложенных процессов диагностики и лечения КЗ каждого человека осуществляется с помощью разработанной логической модели, показанной на рисунке 4.

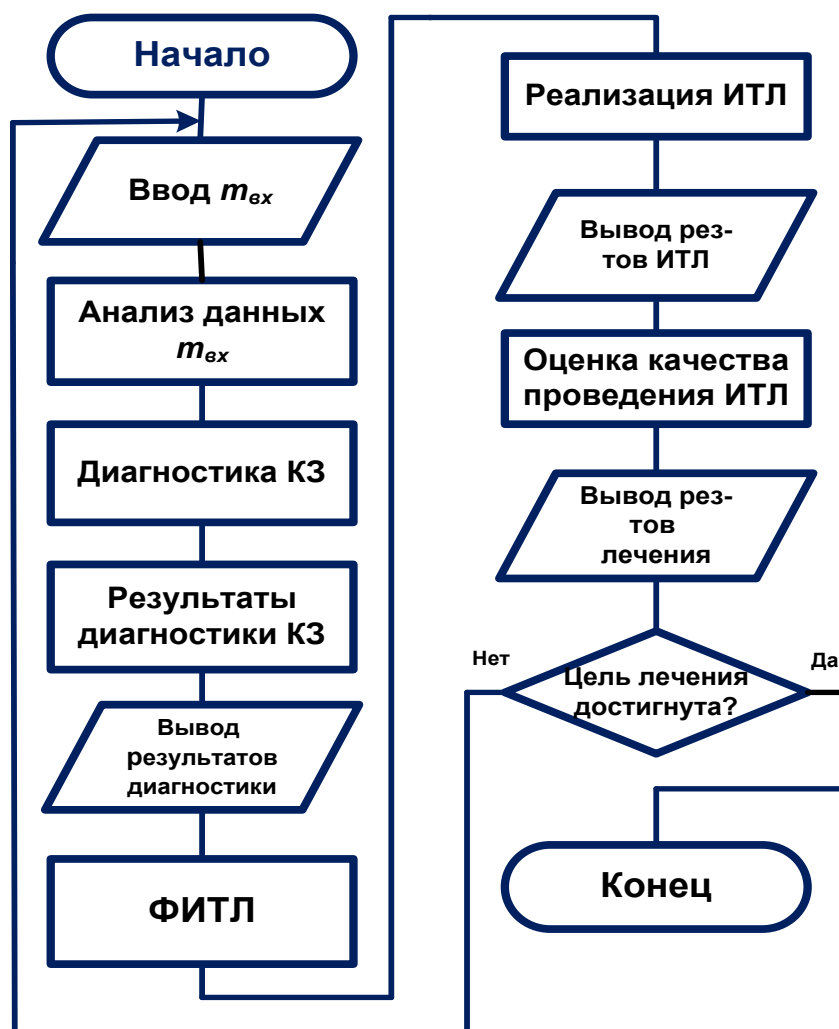


Рис.4. Алгоритмическая модель реализации процессов диагностики и лечения КЗ человека

Алгоритм работает следующим образом: 1) осуществляется ввод входной модели $m_{вх}$, содержащей информацию о состоянии кожи пациента для проведения анализа и диагностики КЗ; 2) далее, как показано на рис.4, последовательно выполняются: анализ данных $m_{вх}$, диагностика КЗ, затем получение ее результатов и их вывод на электронный и

бумажный носители; 3) по полученным результатам диагностики формируется структура и содержание индивидуальной траектории лечения (ФИТЛ), учитывающей особенности КЗ пациента, далее осуществляются ее реализация, вывод результатов ее реализации, оценка качества ее проведения и вывод результатов лечения КЗ; 4) если цель лечения достигнута, то работа алгоритма завершается, в противном случае, если результаты лечения не вполне удовлетворительные, выполняется переход к вводу m_{ex} .

Выводы

В процессе исследования проведено изучение возможностей, достоинств и недостатков существующих методов, технологий и средств диагностики и лечения кожных заболеваний человека. На основе полученных результатов исследования предложен подход, включающий разработку и использование в медицинской практике новых моделей: графовых, структурно-функциональной, алгоритмической для проведения и получения более эффективных результатов диагностики и лечения КЗ человека.

Использование вышеперечисленных моделей позволяет достичь результатов, обладающих большей универсальностью, гибкостью, оперативностью и точностью для достижения высоких показателей качества в диагностических и лечебных процессах КЗ человека по сравнению с существующими решениями. Это достигается за счет возможностей предложенных моделей обрабатывать большие массивы данных, использовать ИТЛ на основе цифровых компьютерных технологий и технологий искусственного интеллекта. В качестве перспективного развития полученных результатов диагностики и лечения КЗ человека можно будет использовать, при условии их практического внедрения, квантовые технологии, поскольку квантовые компьютеры, являющиеся основой данных технологий, обладают существенно большей производительностью по сравнению с самыми мощными современными компьютерами.

Литература

1. Аравийская, Е.Р. Руководство по дерматокосметологии / Е.Р. Аравийская, Е.В. Соколовский. – Санкт-Петербург: ООО «Издательство Фолиант», 2008. – 632 с.
2. Потекаев, Н.Н., Дифференциальная диагностика и лечение кожных болезней / Н.Н. Потекаев, В.Г. Акимов. – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2016. – 456 с.
3. Родионов, А.Н. Дерматокосметология. Поражения кожи лица и слизистых. Диагностика, лечение и профилактика / А.Н. Родионов. – СПб: Наука и Техника, 2011. – 912 с.
4. Хэбиф, Т.П. Кожные болезни: Диагностика и лечение / Т. П. Хэбиф, пер. с англ. – 4-е изд. – М.: МЕДпресс-информ, 2016. – 704 с.
5. Панкратов, О.В. Инфекционная дерматология в практике врачей первичного звена: руководство для врачей / О.В. Панкратов, В.Г. Панкратов. – Минск: Новое знание, 2015. – 192 с.
6. Кацамбаса, А. Д. Европейское руководство по лечению дерматологических болезней / А.Д. Кацамбаса, Т.М. Лотти, пер. с англ. – 3-е изд. – М.: МЕДпресс-информ, 2014. – 736 с.
7. Огренич, Н. А. Методология фитотерапии: пособие по фитотерапии / Н. А. Огренич / Минск: Ковчег. – 2014. – 96 с.
8. Шандора, Н. Цифровизация системы здравоохранения: опыт и перспективы / Н. Шандора // Наука и инновации / гл. ред. Ж.В. Комарова. – Минск, учредитель: НАН РБ. – 2020, №2. – С. 38-43.
9. Что такое лампа Вуда и как она работает [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.medkv.ru/chtotakoe-lampa-vuda-i-kak-ona-rabotaet.html>.
10. Осмотр лампой «Вуда» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doktorstolet.ru/articles/dermatologiya/diagnostika-lampy-vuda/>.