Научная статья
УДК 519.816:616.14
doi: 10.34822/1999-7604-2022-3-66-74

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В МЕДИЦИНЕ: ПОДХОДЫ И МЕТОДЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВО ФЛЕБОЛОГИИ

Нелли Руслановна Урманцева [1]✉, ***Алсу Винировна Курамшина*** [2]
[1, 2] *Сургутский государственный университет, Сургут, Россия*
[1] *nel-u@yandex.ru* ✉, *https://orcid.org/0000-0001-9163-6132*
[2] *kuramshina_av@surgu.ru, https://orcid.org/0000-0001-9891-4959*

Аннотация. Способы принятия решений, которые опираются на теорию вероятностей, специальные главы математики и другие инструменты, предопределяют необходимость актуализации подходов и методов приобретения новых компетенций, а иногда и возврата к принятию решений на основе интуиции. Осуществление выбора для человека (лица, принимающего решение) становится все более сложной задачей, особенно это касается медицины, где задачи слабо поддаются формализации, а степень ответственности за принятое решение является высокой. В статье рассматривается проектирование и внедрение системы поддержки принятия решений, разработанной как модуль медицинской информационной системы, для оказания помощи сердечно-сосудистым хирургам в решении задач, связанных с принятием клинических решений в области флебологии.

Ключевые слова: теория принятия решений, система поддержки принятия решений, хронические заболевания вен, флебология

Для цитирования: *Урманцева Н. Р., Курамшина А. В. Система поддержки принятия решений в медицине: подходы и методы применения во флебологии // Вестник кибернетики. 2022. № 3 (47). С. 66–74. DOI 10.34822/1999-7604-2022-3-66-74.*

Original article

DECISION-MAKING SUPPORT SYSTEM IN MEDICINE: APPROACHES AND APPLICATION METHODS IN PHLEBOLOGY

Nelly R. Urmantseva [1]✉, ***Alsu V. Kuramshina*** [2]
[1, 2] *Surgut State University, Surgut, Russia*
[1] *nel-u@yandex.ru* ✉, *https://orcid.org/0000-0001-9163-6132*
[2] *kuramshina_av@surgu.ru, https://orcid.org/0000-0001-9891-4959*

Abstract. Decision-making methods based on probability theory, specific chapters in mathematics, and other tools dictate the necessity to update approaches and methods for aquiring new competencies, and even to return to intuitive decision-making. Decision-making for a person (a decision maker) is becoming a more complex objective, particularly in medicine, as there is no certainty in the formalization of tasks, with high responsibility for the decision made. The article considers the design and implementation of a decision-making support system made as a module of a medical information system to assist cardiovascular surgeons in solving problems related to clinical decision-making in phlebology.

Keywords: decision-making theory, decision-making support system, chronic venous disorders, phlebology

For citation: *Urmantseva N. R., Kuramshina A. V. Decision-Making Support System in Medicine: Approaches and Application Methods in Phlebology // Proceedings in Cybernetics. 2022. No. 3 (47). P. 66–74. DOI 10.34822/1999-7604-2022-3-66-74.*

© Урманцева Н. Р., Курамшина А. В., 2022

ВВЕДЕНИЕ

Говоря о процессе принятии решения в современных сложных условиях, целесообразно продумывать многие аспекты в системе поддержки принятия решений (далее – СППР), которая представлена как компьютерная автоматизированная система. Основное предназначение СППР – это помощь лицу, принимающему решение. Такая система может включать в себя комплекс подходов, методов и моделей как математических, так и эвристических, которые объединены общей методикой формирования альтернатив управленческих решений в организационных системах, определения последствий реализации каждой альтернативы и обоснования выбора наиболее подходящего управленческого решения [1]. При применение математических и эвристических подходов, методов и моделей, а также разработка адекватной, комплексной СППР приобретают актуальность в медицине и требуют детального изучения.

Целью исследования является формирование основных модулей СППР во флебологии. Она будет достигаться с помощью решения следующих задач:

- изучение и обобщение возможностей, трудностей, основных подходов и методов процесса принятия решений;
- выделение субъективных факторов, влияющих на процессы принятия решений;
- проектирование и реализация СППР во флебологии, в частности, построение дерева принятия решений предметной области, функциональной модели IDEF0 системы, базы знаний, реализация интерфейса.

В исследовании используется система математических и эвристических методов принятия решений, при этом авторами выделяются возможности, недостатки и влияние субъективных факторов на процесс принятия решений. В результате выявляется, что при использовании практически любого подхода, метода невозможно полностью исключить влияние человеческого фактора, а при осуществлении выбора в медицине это является существенным моментом. Применение СППР при приеме пациента позволит минимизировать влияние субъективного фактора на процесс принятия решений врача-флеболога.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Процесс принятия и реализации решения зависит от множества факторов. С одной стороны, это процесс, в котором многие моменты субъективны и зависят от качеств, компетентности, опыта участников, в частности, формирование таких способов выявления предпочтений, как шкала и критерии, процедура оценки характеристик предмета/явления лицом, принимающим решением (далее – ЛПР). Особенно это касается плохо структурируемых проблем.

С другой стороны, в науке управления сформировалось множество методов, использование которых обеспечивает объективность и эффективность. Осуществление выбора в условиях определенности является самой простой задачей, однако такая ситуация в современном мире практически недостижима.

При этом выбор в условиях неопределенности зависит от множества переменных:

- неопределенности, связанной с участниками процесса принятия решения;
- неизвестности и неизученности факторов внешней среды;
- невозможности четкого описания задачи;
- невозможности структурировать проблемную ситуацию в форму, удобную для анализа и оптимального выбора.

Существующие подходы и методы принятия решений предоставляют следующие возможности: теоретическое обоснование рационального выбора [2], осуществляемого человеком; учет разнородных характеристик сравниваемых результатов; сочетание последовательно выполняемых итераций, реализуемых человеком (фаза анализа) и компьютером (фаза расчетов), позволяет сужать область допустимых решений; упрощение решения при помощи разбиения исходной задачи на ряд менее сложных задач оптимизации; разработка и использование алгоритмов для решения транспортной задачи и др.

Однако у всех подходов есть свои недостатки (рис. 1).

© Урманцева Н. Р., Курамшина А. В., 2022

Рис. 1. Недостатки некоторых подходов и методов в процессе принятия решений
Примечание: составлено авторами с использованием материалов из [3].

Таким образом, можно констатировать, что накопленный опыт не позволяет исключить субъективные факторы в процессе принятия решений, а влияние человеческого фактора настолько многообразно и распространяется также и на выбор конкретного подхода и метода в конкретной ситуации. Представленный анализ возможностей и трудностей применения подходов, методов и моделей в большей степени связан с субъективными моментами, а именно – с предпочтениями ЛПР.

Можно говорить о том, что рациональность поведения человека, который не только определяет отдельные категории и активно участвует в процессе принятия решений, но также организует этот процесс, управляет им, в том числе осуществляет выбор подходов и методов, используемых в процессе принятия решения, зависит от множества факторов. При этом особенно важно, что выбор связан не только с неопределенностью, но и несравнимостью вариантов, а ЛПР (эксперт, консультант) затрудняется его осуществить, либо их предпочтительность является слабой. Все это находит отражение в различных предметных областях.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Особую актуальность применение описанных выше методов для создания адекватной СППР находит в медицине, т. к. принятое решение – это чья-то жизнь или ее качество. Еще одной важной причиной для создания СППР является также и комфорт работы врача в случаях, когда заболевание является рас-

© Урманцева Н. Р., Курамшина А. В., 2022

пространенным, опасным, а поток пациентов очень большим. На приеме сердечно-сосудистого хирурга-флеболога возникает именно такая ситуация. На данный момент в Российской Федерации варикозом страдают 20 % мужчин и 40 % женщин, из которых у 15 % уже есть серьезные осложнения. Также каждый год число людей, страдающих варикозом, увеличивается на 2,5 %. Этот рост происходит за счет тяжелых форм заболевания. А самая высокая распространенность встречается у людей в возрасте 25–50 лет, т. е. у работоспособной части населения.

СППР, создаваемая для решения всех обозначенных проблем, направлена на определение наличия варикоза у пациента при помощи сбора анамнеза и визуального осмотра. После получения информации система будет отображать наличие болезни и ее стадию по международной классификации CEAP. При необходимости она дает возможность хранения результатов опроса пациента.

При проектировании СППР во флебологии следует представить предметную область с использованием дерева принятия решений – метода представления решающих правил в виде иерархии, включающей в себя элементы двух типов – узлов и листьев. Узлы включают в себя решающие правила и производят проверку примеров на соответствие выбранного атрибута обучающего множества [4].

Дерево принятия решений (далее – ДПР) предметной области представлено на рис. 2.

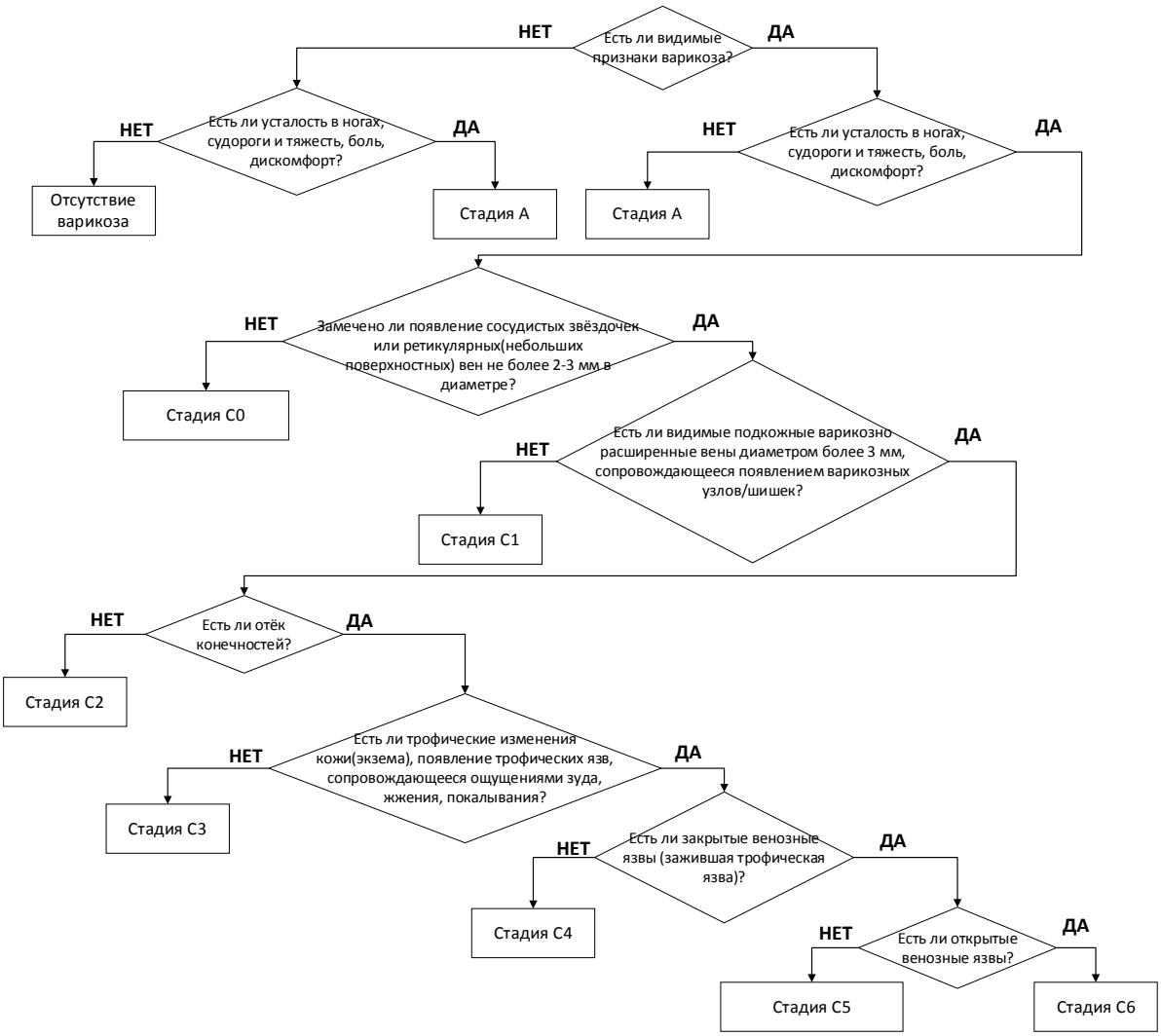

Рис. 2. Дерево принятия решений предметной области
Примечание: разработано авторами.

© Урманцева Н. Р., Курамшина А. В., 2022

ДПР предметной области имеет глубину 8, описывает все возможные стадии варикоза, в том числе такие диагнозы, как «отсутствие варикоза» и стадия А – «бессимптомное течение болезни», и является модификацией ДПР из [5].

На рис. 3 представлена декомпозиция контекстной диаграммы IDEF0 для СППР сердечно-сосудистого хирурга-флеболога.

На диаграмме изображены 5 блоков и следующие связи между ними (рис. 4).

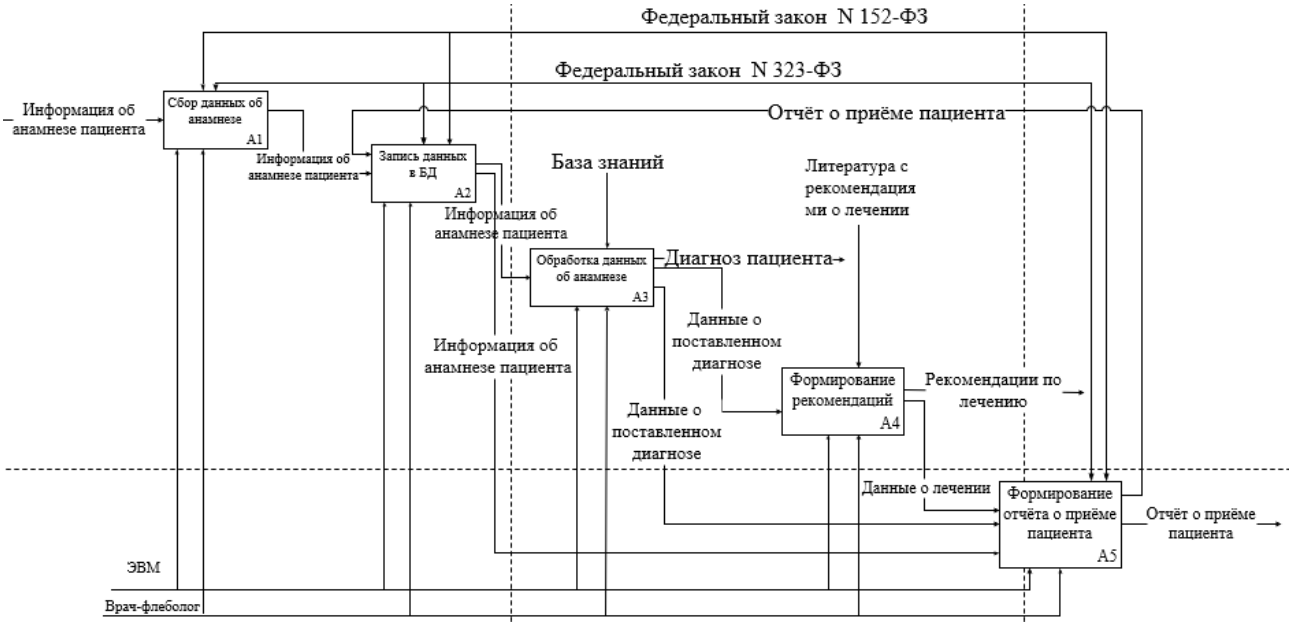

Рис. 3. Диаграмма декомпозиции функциональной модели СППР врача-флеболога
Примечание: разработано авторами.

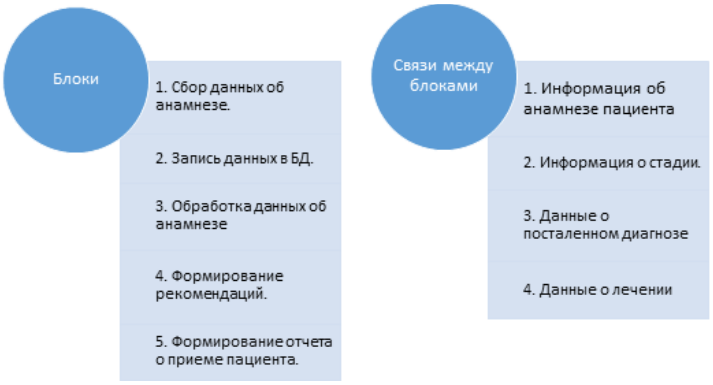

Рис. 4. Названия функциональных блоков и связей между ними контекстной диаграммы IDEF0 СППР врача-флеболога
Примечание: разработано авторами.

База знаний, формируемая для разработки системы, – текстовый файл. Он затем может быть зашифрован. База знаний может быть представлена структурой (рис. 5) и состоять из трех секций.

Перечисление правил вывода (последняя секция) заканчивается концом файла. Отдельная строка – отдельное правило вывода. Правило вывода начинается с описания исхода. При этом вероятность исхода зависит от изменения этого правила. Оно чаще всего формулируется в форме текста, который может включать любые символы (кроме запятых). Априорная вероятность каждого исхода (P) указывается после запятой, являющейся разделителем. Эта вероятность представлена в том случае, если отсутствует дополнительная информация. После указывается поле, состоящее из трех элементов.

© Урманцева Н. Р., Курамшина А. В., 2022

Оно является итерационным и формируется через запятую-разделитель.

Первый элемент (свидетельство): номер соответствующего симптома – i.

Второй элемент: вероятность получения ответа «Да» для первого элемента (свидетельства i), в случае, если возможный исход верен – Py = P(E | H).

Третий элемент: вероятность получения ответа «Да» для каждого симптома, относящегося к данному исходу [6] – Pn = P(E | ¬H).

Элемент одного исхода для секции 3 (рис. 5), автоматически сформированный редактором базы знаний после ее наполнения, представлен ниже:

Отсутствие варикоза, 0.75, 1,0.8,0.2, 2,0.95,0.005, 3,0.6,0.2, 4,0.2,0.01, 5,0.0001,0.01, 6,0.0001,0.01, 7,0.0001,0.01, 8,0.0001,0.01, 9,0.0001,0.01, 10,0.0001,0.01, 11,0.0001,0.01, 12,0.0001,0.01.

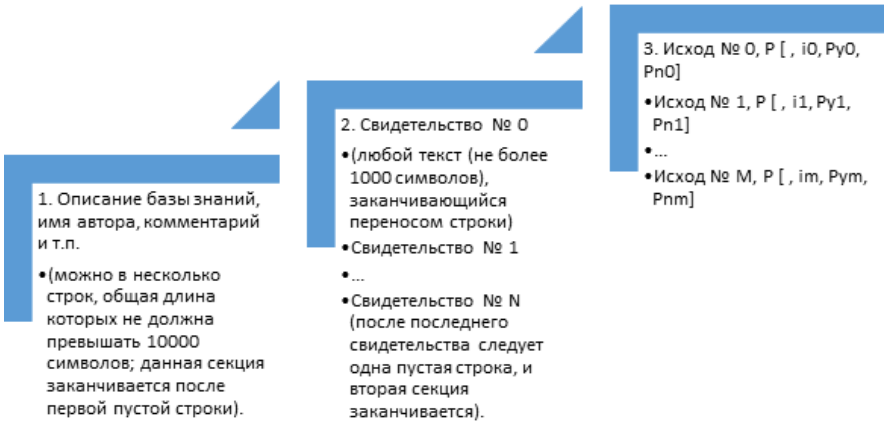

Рис. 5. Структура файла базы знаний СППР врача-флеболога
Примечание: разработано авторами.

Созданная в выбранном для разработки СППР приложении «Малая экспертная система 2.0» база знаний выглядит для пользователя так, как представно на рис. 6.

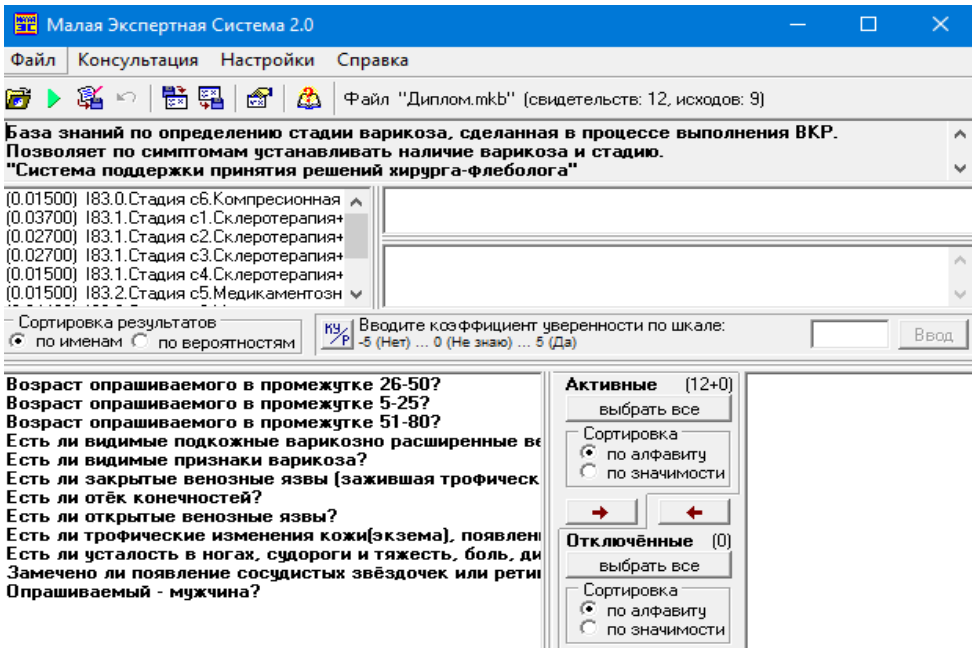

Рис. 6. Окно приложения с запущенной базой знаний
Примечание: скриншот авторов.

© Урманцева Н. Р., Курамшина А. В., 2022

После запуска начала консультации необходимо ответить на все вопросы в соответствии с анамнезом и визуальным осмотром пациента, поставив значение в активное поле слева от кнопки «Ввод». Значение 0 воспринимается системой как ответ «Нет», а значение «1» как ответ «Да» соответственно. Если нельзя дать точного ответа, система воспринимает также и промежуточные значения, желательно использовать значения не меньше десятых.

После ответа на все свидетельства область результатов изменится (рис. 7), некоторые исходы окрасятся в серый (стадии С0–С6), а оставшиеся (их может быть несколько) – в чёрный цвет и снабжены вероятностями на основе ответов пользователя – отсутствие варикоза (p = 0,76463), стадия А (p = 0,03778).

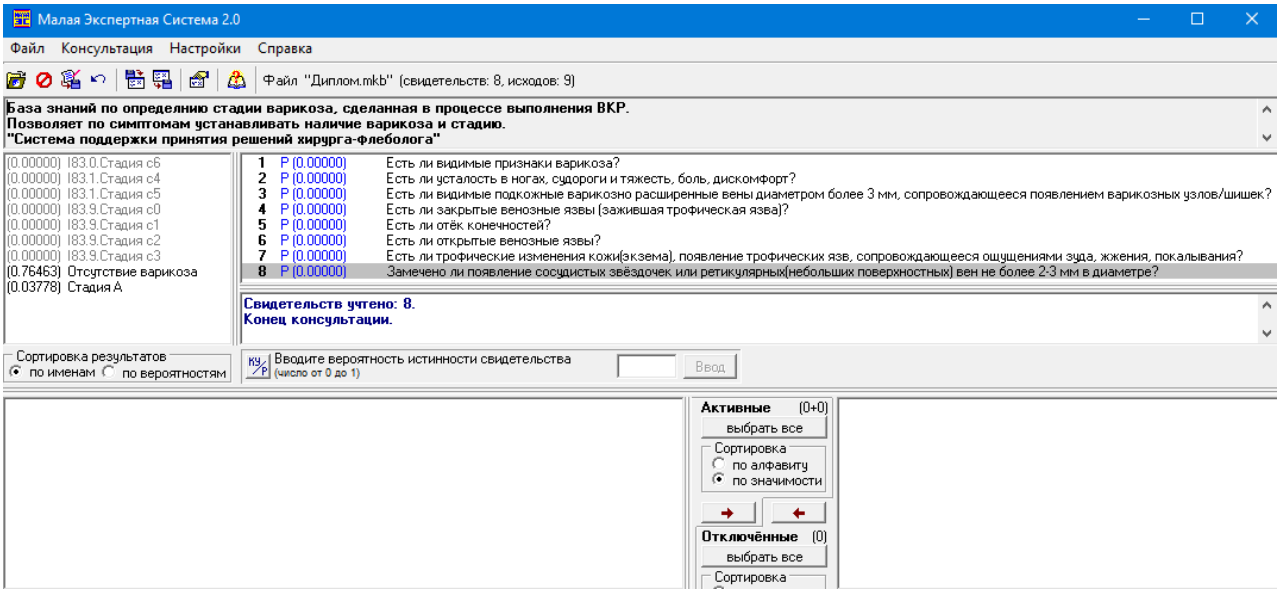

Рис. 7. Окончание консультации
Примечание: скриншот авторов.

После окончания консультации необходимо сохранить протокол консультации с фамилией, инициалами и возрастом для дальнейшего использования протокола в базе данных (рис. 8).

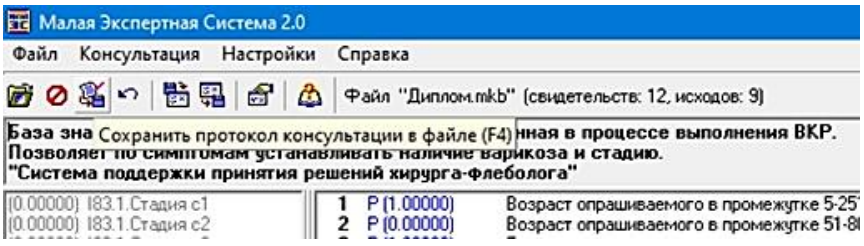

Рис. 8. Сохранение протокола консультации
Примечание: скриншот авторов.

Система содержит 12 основных вопросов, исходя из которых рассчитывается класс патологии [7]:

1. Опрашиваемый – мужчина?
2. Возраст опрашиваемого в промежутке 5–25?
3. Возраст опрашиваемого в промежутке 26–50?
4. Возраст опрашиваемого в промежутке 51–80?
5. Есть ли видимые признаки варикоза?
6. Есть ли усталость в ногах, судороги и тяжесть, боль, дискомфорт?
7. Замечено ли появление сосудистых звездочек или ретикулярных (небольших поверхностных) вен не более 2–3 мм в диаметре?

© Урманцева Н. Р., Курамшина А. В., 2022

8. Есть ли видимые подкожные варикозно-расширенные вены диаметром более 3 мм, сопровождающиеся появлением варикозных узлов/шишек?
9. Есть ли отек конечностей?
10. Есть ли трофические изменения кожи (экзема), появление трофических язв, сопровождающееся ощущениями зуда, жжения, покалывания?
11. Есть ли закрытые венозные язвы (зажившая трофическая язва)?
12. Есть ли открытые венозные язвы?

Также в данном приложении существует два подхода к вводу данных:

1. С использованием вероятности истинности свидетельства, где «0» – это «Нет», а «1» – «Да»;
2. С использованием коэффициента уверенности [8], которой дает возможность ответа «Не знаю», диапазон по умолчанию: −5 – ответ «Нет», 0 – «Не знаю», 5 – «Да».

Изменить диапазон коэффициента уверенности можно с использованием настройки предпочтений (рис. 9).

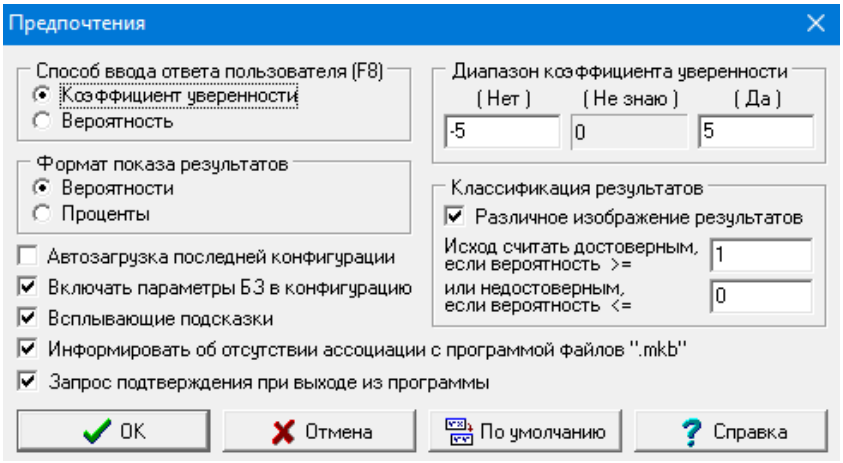

Рис. 9. Настройка предпочтений ЛПР
Примечание: скриншот авторов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Принятие решений в медицине является сложной и слабо формализованной задачей. СППР как модуль медицинской информационной системы предназначена в первую очередь для врачей-флебологов, так как для ее полноценного использования требуется визуальный осмотр пациента, а также и для пациентов, которые могут получить консультацию самостоятельно. Но данные, полученные по окончании консультации, не являются диагнозом и требуют уточнений и комментариев врача.

Список источников

1. Доан Д. Х., Крошилин А. В., Крошилина С. В. Обзор подходов к проблеме принятия решений в медицинских информационных системах в условиях неопределенности // Фундаментал. исслед. 2015. № 12–1. С. 26–30.
2. Маленкова И. Н., Шакиров В. А. Многокритериальный анализ вариантов строительства электростанций методом PROMETHEE // Тр. Братск. гос. ун-та. Сер. Естеств. и инженер. науки. 2016. Т. 1. С. 41–50.
3. Низамутдинова Р. И. Система поддержки принятия коллективных решений при управлении взаимодействующими деловыми процессами в промышленности : дис. … канд. техн. наук. Уфа, 2011. 217 с.

References

1. Doan D. Kh., Kroshilin A. V., Kroshilina S. V. Overview of Approaches to the Problem of Decision Making in Medical Information Systems in the Conditions of Uncertainty // Fundamental Research. 2015. No. 12–1. P. 26–30. (In Russian).
2. Malenkova I. N., Shakirov V. A. Mnogokriterialnyi analiz variantov stroitelstva elektrostantsii metodom PROMETHEE // Tr. Bratsk. gos. un-ta. Ser. estestv. i inzhener. nauki. 2016. Vol. 1. P. 41–50. (In Russian).
3. Nizamutdinova R. I. Sistema podderzhki priniatiia kollektivnykh reshenii pri upravlenii vzaimodeistvuiushchimi delovymi protsessami v promyshlennosti : Cand. Sci. Dissertation (Engineering). Ufa, 2011. 217 p. (In Russian).

© Урманцева Н. Р., Курамшина А. В., 2022

4. Что такое дерево решений и где его используют? URL: https://habr.com/ru/company/productstar/blog/523044/ (дата обращения: 25.06.2022).
5. Урманцева Н. Р., Громов В. А. Коллаборативная система сбора и обработки флебологических данных PHLEBOCLOUD // Вестник кибернетики. 2021. № 4 (44). С. 40–47.
6. Экспертные системы. Малая экспертная система 2.0. Редактор баз знаний 1.0. URL: https://bourabai.ru/alg/mes2.htm (дата обращения: 01.07.2022).
7. Иванова Ю. Ю. Клиника варикозного расширения вен нижних конечностей в различных стадиях по классификации CEAP // Научные исследования и разработки студентов : сб. материалов II Междунар. студ. науч.-практ. конф., Чебкосары, 1 декабря 2016 г. Чебоксары, 2016. С. 49–52.
8. Кобринский Б. А. Нечеткость и факторы уверенности вербальных и визуальных экспертных знаний // Нечеткие системы, мягкие вычисления и интеллектуальные технологии (НСМВИТ-2017) : тр. VII Всерос. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 3–7 июля 2017 г. СПб., 2017. С. 83–91.

4. Chto takoe derevo reshenii i gde ego ispolzuiut? URL: https://habr.com/ru/company/productstar/blog/523044/ (accessed: 25.06.2022). (In Russian).
5. Urmantseva N. R., Gromov V. A. PHLEBOCLOUD – A Collaborative System for Collecting and Processing of Phlebological Data // Proceedings in Cybernetics. 2021. No. 4 (44). P. 40–47. (In Russian).
6. Ekspertnye sistemy. Malaia ekspertnaia sistema 2.0. Redaktor baz znanii 1.0. URL: https://bourabai.ru/alg/mes2.htm (accessed: 01.07.2022). (In Russian).
7. Ivanova Yu. Yu. Klinika varikoznogo rasshireniia ven nizhnikh konechnostei v razlichnykh stadiiakh po klassifikatsii CEAP // Nauchnye issledovaniia i razrabotki studentov : Proceedings of the II International Student Research-to-Practice Conference, Cheboksary, December 1, 2016. Cheboksary, 2016. P. 49–52. (In Russian).
8. Kobrinsky B. A. Fuzzy and Certainty Factor of Verbal and Visual Expert Knowledge // Nechetkie sistemy, miagkie vychisleniia i intellektualnye tekhnologii (NSMVIT-2017) : Proceedings of the VII All-Russian Research-to-Practice Conference, Saint Petersburg, July 3–7, 2017. Saint Petersburg, 2017. P. 83–91. (In Russian).

Информация об авторах

Н. Р. Урманцева – старший преподаватель.
А. В. Курамшина – кандидат экономических наук, доцент.

Information about the authors

N. R. Urmantseva – Senior Lecturer.
A. V. Kuramshina – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor.

© Урманцева Н. Р., Курамшина А. В., 2022