

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 004.8

Предложение по реализации системы применения интеллектуальных систем в медицине

Н.В. Гапон¹, В.П. Деревянченко¹, А.А. Сафарьян²

¹ Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

² Ростовский государственный медицинский университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация

В статье анализируются подходы к разработке и внедрению автоматизированных медицинских систем на основе искусственного интеллекта (ИИ). Рассмотрены этапы реализации нейронных сетей и предложена система поддержки принятия решений (СППР) для оптимизации выбора эндодонтических инструментов с учётом анатомических корневых каналов зуба пациента. Проведен анализ существующих моделей проектирования, включая каскадную и V-образную модель, обоснован выбор последней для реализации проекта. Цель работы — разработка системы применения интеллектуальных технологий в медицине для оптимизации выбора эндодонтических файлов, учитывающей особенности корневых каналов зубов пациентов.

Ключевые слова: нейронная сеть, эндодонтические инструменты, информационные системы, система поддержки принятия решения

Для цитирования. Гапон Н.В., Деревянченко В.П., Сафарьян А.А. Предложение по реализации системы применения интеллектуальных систем в медицине. *Молодой исследователь Дона*. 2025;10(1):20–25.

Proposal on Implementation of Smart Systems in Medicine

Nikolay V. Gapon¹, Vladislav P. Derevyanchenko¹, Alina A. Safaryan²

¹ Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

² Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract

The article analyses approaches to development and implementation of the automated medical systems based on the artificial intelligence (AI). The stages of neural network implementation have been studied and a decision support system (DSS) has been proposed to optimize the choice of endodontic instruments taking into account the anatomy of root canals of patient's tooth. The existing design models, including the cascade and type V models, have been analysed, and the choice of the latter for the project has been justified. The aim of the work is to develop a comprehensive approach to implementation of smart technologies in medicine to optimize the choice of endodontic files taking into account the root canals features of patients' teeth.

Keywords: neural network, endodontic instruments, information data systems, decision support system

For citation. Gapon NV, Derevyanchenko VP, Safaryan AA. Proposal on Implementation of Smart Systems in Medicine. *Young Researcher of Don*. 2025;10(1):20–25.

Введение. Прогресс информационных технологий оказывает значительное влияние на развитие медицины. Современные решения в этой области позволяют снизить трудоемкость процессов, оптимизировать использование ресурсов и повысить точность выполнения задач. Особенно актуальным становится внедрение интеллектуальных систем, способных поддерживать принятие сложных решений [1].

В стоматологии одной из важнейших задач является выбор эндодонтических файлов, используемых при лечении корневых каналов зуба. Эта задача относится к классу слабо формализованных, так как решение зависит от опыта врача, сложности манипуляций и анатомических особенностей пациента [2–4]. Современные интеллектуальные системы могут устранить человеческий фактор при выполнении подобных задач. На основе алгоритмов машинного обучения можно создать систему, которая не только классифицирует эндодонтические инструменты, но и оптимизирует их выбор с учетом особенностей пациента.

Целью данной работы является предложение по реализации системы применения интеллектуальных технологий в медицине, направленной на оптимизацию выбора эндодонтических файлов с учетом анатомических особенностей корневых каналов зубов пациентов.

Основная часть. Сложность задач, возникающих в медицине, общественной деятельности и экономике, часто ограничивается объемом информации, который может быть обработан в процессе управления сложными технологическими и социальными процессами. Принятие решений является ключевым элементом управления, и ошибки на этом этапе могут привести к серьезным последствиям, включая угрозы здоровью, экономической стабильности и даже жизни людей.

Одним из эффективных способов улучшения управления и снижения вероятности ошибок является использование математических методов для поддержки процесса принятия решений. Под системой поддержки принятия решений (СППР) подразумевается специализированная информационная система, предназначенная для оптимизации и формализации решений, связанных с плохо структурированными и неструктурированными задачами. Подобные задачи часто встречаются в таких областях, как планирование, управление и прогнозирование. СППР позволяет применять аналитический подход для решения повседневных задач и служит важным инструментом для специалистов-экспертов и системных аналитиков [5].

От специфики предметной области выделяются три ключевые группы процессов, которые поддерживаются системой поддержки принятия решений (СППР). Во-первых, это накопление, обновление, согласование и сохранение информации об объектах и их взаимосвязях в рамках предметной области. Во-вторых, к ним относится постановка, редактирование и фиксация задач, требующих разработки различных вариантов решений. Наконец, в-третьих, это проведение аналитической обработки данных для создания альтернативных вариантов решений.

С точки зрения системного анализа система поддержки принятия решений (СППР) формально характеризуется несколькими параметрами [7]. Это математическая постановка задачи, описание системы, определение целей функционирования, набор критериев, используемых для оценки эффективности, совокупность шкал измерения этих критериев, подход к исследованию системы, методология моделирования, множество возможных альтернативных решений, а также соответствие между множеством альтернатив и критериями оценки. Система предпочтений лица, принимающего решение, структура целевой функции, универсальная область анализа и правило принятия решения, отражающее систему предпочтений, также составляют важные характеристики СППР.

Для разработки математической задачи выполнены несколько шагов. В первую очередь была проведена идентификация проблемы, затем осуществлена оценка ее новизны, установлены связи с другими задачами и проанализирована полнота и достоверность информации, относящейся к данной проблеме. Определение целей и задач происходило поэтапно, начиная с оценки разрешимости проблемы, что позволило определить возможности ее решения в существующих условиях. Далее разрабатывались концептуальные подходы, основанные на анализе актуальных данных и применимых методов. На следующем этапе оценивались предложенные варианты с точки зрения их преимуществ, недостатков и соответствия поставленным целям.

Для упрощения процесса анализа проблема была разделена на более мелкие задачи, что позволило более глубоко изучить отдельные ее аспекты. На заключительном этапе уточнялись цели и условия, которым должны соответствовать решения, а также формировались четкие критерии для дальнейшей работы.

Ключевым аспектом СППР стало формирование множества альтернатив. Этот процесс базируется на предпочтениях лица, принимающего решение, и требует детального изучения всех возможных вариантов. Генерация альтернатив направлена на создание полного спектра потенциальных решений, которые затем структурируются для удобства анализа. После этого из общего множества выделяется подмножество наиболее перспективных альтернатив, подходящих для дальнейшего рассмотрения.

Основным этапом всей работы стал анализ предложенных вариантов решений. Основной акцент делался на оптимизации доступных альтернатив и выборе наиболее эффективного из них. Для достижения этой цели применялись методы поддержки принятия решений, которые основывались на формализованных подходах. Эти методы позволяли проводить комплексную оценку всех аспектов задачи и учитывать влияние различных факторов. Такой подход обеспечивал не только объективность, но и адаптивность системы, особенно в ситуациях, требующих учёта большого количества критериев и переменных [6].

Одним из ключевых и наиболее перспективных подходов к разработке системы поддержки принятия решений (СППР) в области выбора эндодонтических файлов, адаптированного под индивидуальные анатомические особенности корневых каналов зубов пациента, является использование хранилища данных. Такой подход представляет собой мощный инструмент, позволяющий эффективно систематизировать и организовать хранение значительного объема информации [4].

Хранилище данных играет важную роль в обеспечении работы системы, так как оно аккумулирует сведения, которые становятся основой для генерации рекомендаций и дальнейшей оптимизации процесса принятия решений. Благодаря интеграции данных о пациентах, их анатомических особенностях, характеристиках эндодонтических инструментов, а также существующих рекомендациях, данный подход позволяет сделать систему не только адаптивной, но и высокоэффективной. Это даёт возможность учитывать множество факторов, упрощать сложные процессы анализа информации и повышать точность выбора инструментов.

Предложенная система относится ко второму типу СППР, что предполагает активное использование данных на всех этапах её работы. Информация из хранилища данных доступна в удобной форме, что позволяет врачу или системе оперативно принимать решения на основе анализа параметров.

В эндодонтической стоматологии применяется широкий ассортимент инструментов, отличающихся формой, цветовой маркировкой, назначением, материалами изготовления, конусностью и длиной. Такие инструменты стандартизированы в соответствии с ISO, что значительно упрощает их классификацию и выбор. Цветовая маркировка играет важную роль: каждому номеру инструмента соответствует определённый цвет, который отражает его ключевые параметры, включая длину, диаметр и другие характеристики [8]. Эта стандартизация обеспечивает единый подход к выбору инструментов, что особенно важно в условиях использования автоматизированных систем.

Разработка системы применения интеллектуальных технологий в медицине представляет собой сложный процесс, включающий множество этапов, от планирования до внедрения. Каждый из этих этапов требует чётко определённой методологии, которая задаёт последовательность действий и методы работы. В контексте создания подобных программных продуктов методология разработки определяется как жизненный цикл программы, включающий все этапы её существования: от постановки задачи и проектирования до тестирования и эксплуатации.

Существует множество моделей жизненного цикла программного обеспечения, каждая из которых имеет свои преимущества и ограничения. Однако в данной работе рассматриваются только наиболее популярные и применение модели. Одной из базовых и наиболее распространённых является каскадная модель разработки.

Каскадная модель предполагает последовательное выполнение этапов разработки. Каждый этап завершает определённый набор задач и передаёт результаты следующему этапу. Например, анализ требований завершает постановку целей и задач системы, после чего начинается этап проектирования, затем — программирования, тестирования и внедрения. Принцип последовательности в каскадной модели строго соблюдается — новый этап начинается только после завершения предыдущего.

Такая модель имеет следующие преимущества:

- легкое управление разработкой — если в ходе создания программы появляется недоработка, то её будет просто устранить, зная, на каком этапе была допущена ошибка, также легко дополнять разработку новыми функциями;
- такую модель можно использовать в относительно небольших проектах;
- не нужен большой опыт в создании программного обеспечения, чтобы долго внедряться в разработку.

Недостатки такой модели:

- невозможно заранее знать, насколько хорошо был создан проект — пока разработка не выйдет на завершающие этапы, тестирование программы будет невозможно;
- если в ходе проекта требования будут изменены, то это может повлиять на всю разработку.

V-образная модель разработки, также известная как подвид каскадной модели, представляет собой усовершенствованный подход, основанный на принципах разработки через тестирование системы [2]. Её ключевая особенность заключается в том, что каждый этап создания системы сопровождается соответствующим процессом тестирования, что позволяет обнаруживать и устранять ошибки на ранних стадиях разработки.

Этот подход особенно актуален для проектов, где критически важны надёжность, и минимизация рисков, а стоимость ошибок может быть чрезвычайно высокой. Модель обеспечивает чёткую структурированность процесса разработки и тестирования, что делает её предпочтительным выбором для сложных и ответственных проектов.

Одним из ключевых преимуществ этой модели является её способность существенно снижать вероятность возникновения ошибки в архитектуре программного обеспечения. Это достигается благодаря тщательному тестированию на каждом этапе, что в итоге способствует созданию более стабильного и качественного продукта. Визуальная схема этой модели представлена на рис. 1.

Недостаток модели — если ошибка была допущена на начальных этапах, то её исправление может затронуть изменение всех последующих этапов.

Наиболее подходящая под задачи реализации системы поддержки принятия решений по оптимизации выбора типа эндодонтических файлов с учетом анатомических особенностей корневых каналов зуба пациента, является V-образная модель. Основная часть проекта держится на поэтапной реализации и тестировании каждой функции системы.

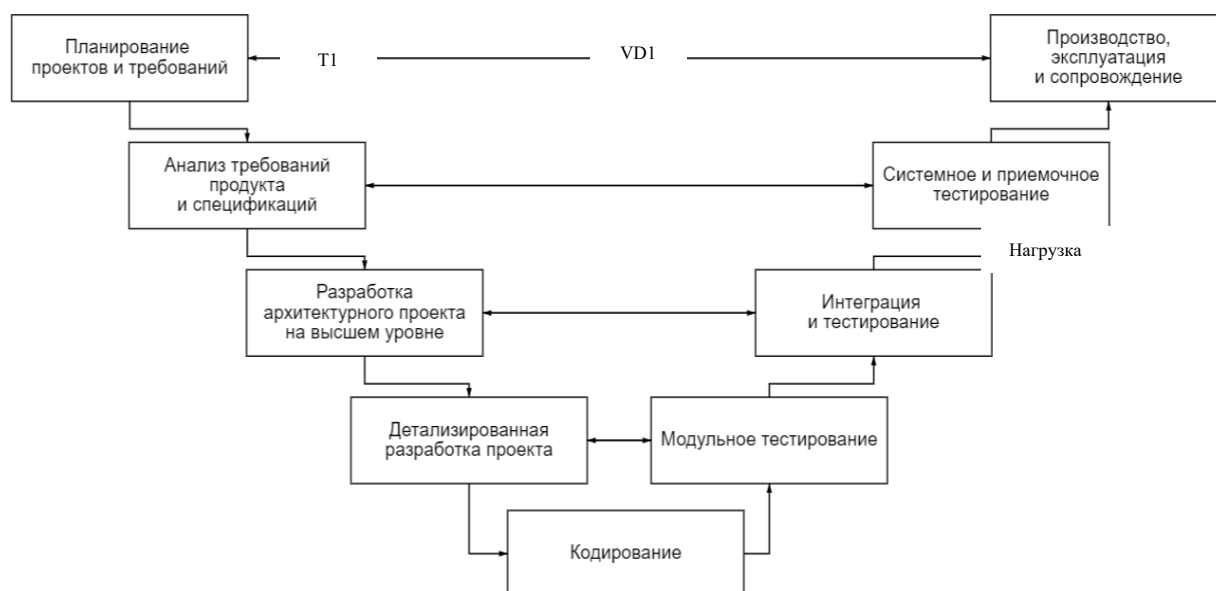


Рис. 1. Иллюстрация V-образная модели разработки программного обеспечения [2]

Медицинская информационная система представляет собой сложный и многокомпонентный программный продукт, разработанный для автоматизации ключевых процессов, обеспечивающих функционирование медицинских учреждений как общей, так и узкой специализации. Основная цель внедрения таких систем заключается в упрощении и оптимизации различных аспектов работы, что позволяет медицинскому учреждению более эффективно выполнять свои задачи.

Результаты автоматизации медицинских информационных систем включают в себя:

1. Ускорение и упрощение электронного документооборота, что минимизирует ручной труд и снижает вероятность ошибок.
2. Повышение гибкости в организации взаимодействия с пациентами, включая запись на приём, учёт медицинской истории и управление лечением.
3. Возможность эффективного и оперативного учёта деятельности административного персонала, что способствует совершенствованию организационной структуры.
4. Контроль всех аспектов работы учреждения, включая организационные и финансовые процессы, что обеспечивает прозрачность и точность управления.

Медицинские информационные системы выполняют широкий спектр задач, направленных на автоматизацию ключевых участков деятельности медицинских учреждений. Их функционал охватывает разнообразные аспекты работы, обеспечивая упрощение и повышение эффективности процессов. Основные задачи, решаемые с помощью таких систем, включают [9]:

- управление регистратурой и введение электронных медицинских карт пациентов, что позволяет сократить время обработки данных и повысить точность записей;
- обработку и хранение данных медицинских исследований, обеспечивая доступность результатов для врачей и других специалистов;
- поддержку рабочих мест врача и медсестры, включая удобные интерфейсы для ввода и анализа информации;
- планирование и распределение ресурсов медицинского учреждения, а также управление расписанием работы;
- ведение финансового учёта и управление финансами, что помогает оптимизировать бюджетные расходы;
- административное управление и средства коммуникации для персонала, улучшая взаимодействие между сотрудниками;
- учёт лекарственных назначений и ведение журнала назначений для контроля лечения пациентов;
- интеграцию стандартов оказания медицинской помощи, что способствует соблюдению протокол лечения и улучшения качества услуг.

Задачи, которые решаются с помощью медицинских информационных систем (МИС), направлены на значительное улучшение организации работы медицинских учреждений и включает в себя:

1. МИС предоставляет возможность эффективно управлять большими объёмами информации о медицинских исследованиях, историях болезни и назначениях. Вся информация централизованно хранится в единой базе данных, что обеспечивает её доступность в любой точке входа в систему. Благодаря такому подходу в медицинских учреждениях создаётся единый стандарт оформления документации, который гарантирует её точность, полноту и структурированность.

2. МИС позволяет интегрировать электронные структуры всех подразделений медицинского учреждения, включая филиалы, в рамках единой электронной системы. Это значительно упрощает генерацию отчётов, анализ деятельности учреждения и обмена информацией между отделениями. Такая система обеспечивает сквозную прозрачность и согласованность данных.

3. Вся информация, собранная в МИС, представлена в виде электронного архива, что существенно облегчает доступ к ней. Система обеспечивает чёткое разграничение прав доступа для разных категорий пользователей. В зависимости от уровня и роли сотрудника в учреждении применяется иерархия прав доступа, что повышает безопасность хранения данных.

На рис. 2 представлена структурная схема функционирования медицинских информационных систем, наглядно демонстрирующая основные процесс и их взаимосвязь.

Основная проблема существующих медицинских информационных систем является их ограниченность в функциональности. Современные системы в основном ориентированы на предоставление информации, но не обеспечивают решения операционных задач.

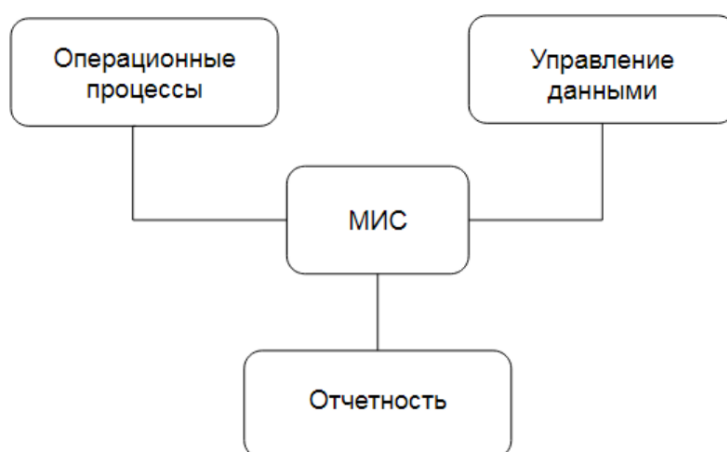


Рис. 2. Структурная схема медицинских информационных систем [9]

Заключение. В результате проведённого анализа было выявлено, что одной из основных проблем существующих медицинских информационных систем является их ограниченность в функциональности. Современные системы в основном ориентированы на предоставление информации, но не обеспечивают решения операционных задач. Такой подход снижает их практическую ценность, особенно в условиях, требующих принятия сложных решений, где требуется обработка множества переменных и учёт индивидуальных особенностей пациента.

Кроме того, на данный момент отсутствуют аналоги СППР, предназначенной для оптимизации выбора типа эндодонтических файлов с учётом анатомических особенностей корневых каналов зубов пациентов. Это делает предложенную систему уникальной и подчёркивает её научную и практическую значимость.

Исходя из вышеизложенного, можно утверждать, что тема разработки СППР для данной задачи является актуальной. Она отвечает современным требованиям медицины, повышая качество и эффективность предоставляемой стоматологической помощи, а также открывает новые перспективы для использования интеллектуальных технологий в этой области.

Список литературы

1. Гапон Н.В., Колесников Е.А., Сафарьян А.А. Возможности применения интеллектуальных систем в медицине. В: *сборнике научных трудов IV Международной научно-практической конференции «Инфокоммуникационные технологии: актуальные вопросы цифровой экономики»*. Екатеринбург, 2024. С. 153–155.
2. V-модель тестирования. URL: <https://testengineer.ru/v-model-testirovaniya/> (дата обращения: 15.12.2024).
3. Стандартизация эндодонтических инструментов. URL: <https://vikidalka.ru/2-54559.html> (дата обращения: 15.12.2024).
4. Вавилова Т.П., Островская И.Г. *Биохимия и физиология пульпы зуба*. Москва: Поли Медиа Пресс; 2008. 136 с.
5. Митронин А.В. Краткая история длиной в 50 лет: от кафедры терапевтической стоматологии №2 ММСИ до кафедры карисологии и эндодонтии МГМСУ им. А.И. Евдокимова. *Эндодонтия today*. 2015;13(4):56–59.
6. Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. *Системный анализ: проблемы, методология, приложения*. Киев: Наукова думка; 2011. 725 с.

7. Вклад виднейших теоретиков и практиков управления в теорию принятия решений. URL: https://spravochnik.ru/menedzhment/vklad_vidneyshih_teoretikov_i_praktikov_upravleniya_v_teoriyu_prinyatiya_resheniy (дата обращения: 07.12.2024).

8. Митронин А.В., Герасимова М.М. Эндодонтическое лечение болезней пульпы и периодонта (Часть 1). Аспекты применения антибактериальных препаратов. *Эндодонтия today*. 2012;10(1):9–15.

9. Медицинский центр академика Маньина. Курс доктора Райфмана. URL: <https://malanin-dent.ru/activities-conducted-by-the-clinic/krasnodar-izrailrishon-le-ciion-2008.html> (дата обращения: 05.12.2024).

Об авторах:

Николай Валерьевич Гапон, старший преподаватель кафедры кибербезопасности информационных систем Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), nikolay-rt@mail.ru

Владислав Павлович Деревянченко, студент кафедры кибербезопасности информационных систем Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), zamruk2000@ya.ru

Алина Александровна Сафарьян, студентка Военной кафедры Ростовского государственного медицинского университета (344022, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пер. Нахичеванский, 29), alinasafaryan2005@gmail.com

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Nikolay V. Gapon, Senior Lecturer of the Cybersecurity of Information Systems Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), nikolay-rt@mail.ru

Vladislav P. Derevyanchenko, Student of the Cybersecurity of Information Systems Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), zamruk2000@ya.ru

Alina A. Safaryan, Student of the Military Science Department, Rostov State Medical University (29, Nakhichevanskii Ln., Rostov-on-Don, 344022, Russian Federation), alinasafaryan2005@gmail.com

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.