

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ  
ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ, ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ, ՄՇԱԿՈՒՅԹԻ ԵՎ ՍՊՈՐՏԻ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ՊՈԼԻՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

Մայիլյան Արեն Կարենի

ՎՆԱՍՎԱԾՔՆԵՐԻ ԱԽՏՈՐՈՇՄԱՆՆ ՈՒ ԲՈՒԺՄԱՆՆ ԱՋԱԿՑՈՂ  
ՀԵՌԱՎԱՐ ԽԵԼԱՑԻ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ՄՇԱԿՈՒՄԸ

Ե.13.03 – «Հաշվողական մեքենաներ, համալիրներ, համակարգեր, ցանցեր, դրանց տարրերը և սարքավորումները» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության

ՍԵՂՄԱԳԻՐ

Երևան 2022

---

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ, КУЛЬТУРЫ И СПОРТА  
РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ АРМЕНИИ

Маилян Арен Каренович

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДИСТАНЦИОННОЙ СИСТЕМЫ  
ПОДДЕРЖКИ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ ТРАВМ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.13.03 – “Вычислительные машины, комплексы,  
системы, сети, их элементы и устройства”

Ереван 2022

Ատենախոսության թեման հաստատվել է Հայաստանի ազգային  
պոլիտեխնիկական համալսարանում (ՀԱՊՀ)

Գիտական ղեկավար՝

տեխ. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր

Գագիկ Տիգրանի Կիրակոսյան

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝

տեխ. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր

Համլետ Հարությունի Հարությունյան

տեխ. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր

Դավիթ Գեղամի Ասատրյան

Առաջատար կազմակերպություն՝

Հայ-Ռուսական համալսարան

Ատենախոսության պաշտպանությունը տեղի կունենա 2022թ. հունիսի 17-ին  
ժամը 14:00-ին ՀԱՊՀ-ում գործող ՀՀ ԲՈԿ-ի «Կառավարման և ավտոմատացման»  
032 Մասնագիտական խորհրդի նիստում: Հասցեն՝ 0009, Երևան, Տերյան փ., 105,  
17-րդ մասնաշենք:

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՀԱՊՀ գրադարանում:

Սեղմագիրն առաքված է 2022թ. -ի մայիսի 6-ին:

032 Մասնագիտական խորհրդի  
գիտական քարտուղար տ.գ.թ.՝

Ա.Վ. Մեղիքյան

---

Тема диссертации утверждена в Национальном политехническом  
университете Армении (НПУА)

Научный руководитель:

док. тех. наук, профессор

Гагик Тигранович Киракосян

Официальные оппоненты:

док. тех. наук, профессор

Гамлет Арутюнович Арутюнян

док. тех. наук, профессор

Давид Гегамович Асатрян

Ведущая организация:

Российско-Армянский университет

Защита диссертации состоится 17 июня 2022 г. в 14:00 часов на заседании  
Специализированного совета 032 – “Управления и автоматизации” ВАК РА,  
действующего при НПУА. Адрес: 0009, Ереван, ул. Теряна, 105, корпус 17.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке НПУА.

Автореферат разослан 6 мая 2022 г.

Ученый секретарь

Специализированного совета 032, к.т.н.

А.В. Меликян

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Развитие информационных технологий (ИТ) и массовое использование носимых цифровых устройств (гаджетов) биомониторинга позволяют, с одной стороны населению в динамическом режиме самостоятельно следить за важнейшими параметрами состояния здоровья, с другой – лечащим врачам дистанционно принимать решения на основе этих данных, что, в свою очередь, даёт возможность перейти от непосредственного лечения заболеваний пациентов фактически к их предотвращению или доклиническому выявлению. Для дистанционного обследования пациентов, предотвращения заболеваний и их лечения созданы многочисленные медицинские устройства (гаджеты) и разработаны различные дистанционные медицинские системы, внедрение которых позволило повысить эффективность профилактики, диагностики и лечения заболеваний. Благодаря таким системам телемедицины стало возможным сделать более доступными качественные медицинские услуги и организовать лечебный процесс круглосуточно, вне зависимости от местонахождения пациентов.

Накопление большого объема медицинских данных способствует внедрению индивидуализированного подхода к лечению пациентов. Широкое внедрение передовых информационных и цифровых технологий охватывает практически все области медицины. Кроме того, использование средств ИТ и методов искусственного интеллекта (ИИ) позволит сократить время ожидания медицинской помощи. Системы на базе ИИ уже сейчас используются для диагностики и лечения заболеваний, прочтения генома и в других медицинских процедурах. В США и развитых европейских странах почти две трети медицинских организаций в той или иной степени используют новейшие средства, методы и подходы ИТ и экспертных систем на базе ИИ.

Изучение и разработка таких систем представляют собой сложную научно-техническую задачу. Традиционные медицинские стандарты, методы диагностики и лечения не охватывают весь комплекс проблем, связанных с применением современных возможностей ИТ с помощью дистанционной и электронной медицины, в связи с чем возникает множество новых проблем, решение которых требует проведения научных исследований.

Исходя из вышеизложенного, становятся актуальными исследование и разработка интерактивных автоматизированных систем управления лечебными процессами, способных удовлетворить потребности пациентов, национального здравоохранения и медицинских учреждений.

**Степень научной обоснованности темы.** Созданию электронных систем диагностики и лечения заболеваний посвящены многочисленные работы ведущих специалистов в области цифровой медицины и ИТ. В научном мире ведутся

многочисленные исследования, посвящённые изучению различных заболеваний, дистанционной диагностике и лечению пациентов, проектированию эффективных электронных систем лечения заболеваний, а также созданию и внедрению многочисленных автоматизированных интерактивных систем с применением ИИ в медицинской сфере. В профессиональной литературе все чаще упоминаются перспективы использования ИТ и ИИ в медицине, а в последние годы автоматизированные системы с ИИ внедряются и используются более интенсивно.

Резюмируя вышеизложенное, можно констатировать научную обоснованность выбранной темы диссертационной работы “Разработка интеллектуальной дистанционной системы поддержки диагностики и лечения травм”.

**Целью исследования** является изучение и разработка интеллектуальной дистанционной интерактивной системы поддержки диагностики и лечения травм пациентов с применением современных средств ИТ и методов ИИ.

В медицине в классе наружных травм ожоги занимают особое место. Их диагностика и лечение существенно отличаются от лечения других видов травм. Статистика показывает, что ожоговые травмы не менее опасны, чем другие виды травм, и разработка электронных систем лечения ожогов для врачей и пациентов является одной из важных задач. В зависимости от причины появления, ожоги разделяют на химические, лучевые, электрические и термические. Примерно 60% из всех видов ожогов составляют термические ожоги.

Учитывая вышеизложенное, а также принимая во внимание, что специализированные системы, направленные на решение конкретных задач, более эффективны, чем универсальные системы, в диссертации основное внимание уделяется классу термических ожогов.

Для достижения указанной цели были поставлены и решены **следующие задачи**:

- изучение особенностей процесса лечения травм и их автоматизации на основе современных подходов и средств ИТ;
- анализ научного опыта использования ИИ в распознавании и лечении травм;
- определение критериев, построения формальных моделей и создание базы знаний термических ожоговых травм;
- разработка экспертной системы для диагностики и лечения термических ожоговых травм;
- разработка нейронной сети для распознавания изображений и диагностики термических ожогов;
- разработка методологии испытаний, тестирования и оценки эффективности системы.

**Объектом исследования** являются процессы дистанционного распознавания и лечения термических ожоговых травм, а также автоматизация этих процессов.

**Предметом исследования** являются теоретико-практические экспертные автоматизированные системы, современные средства ИТ, методы ИИ и их применение в дистанционной цифровой медицине.

**Методы исследования.** При выполнении диссертационной работы были использованы средства и подходы современных ИТ, основные положения теории и практики ИИ, методы системного анализа, формализации процессов и моделирования, объектно-ориентированного программирования.

**Научная новизна** диссертационной работы заключается в следующем:

1. Проведена формализация процесса дистанционной диагностики и лечения термических ожоговых травм.
2. Разработана нейронная сеть для распознавания степени термических ожоговых травм.
3. Разработана методика машинного и глубокого обучения нейронной сети для распознавания термических ожоговых травм.
4. Разработана экспертная система диагностики и лечения ожогов.
5. Построена база знаний всех типов ожоговых травм.
6. Разработаны методы и алгоритмы логического анализа базы знаний, а также выбора схемы дистанционного лечения и медикаментов.

**Практическая значимость.** Теоретические и практические результаты исследования (формализация процесса распознавания термических ожогов, машинное и глубокое обучение нейронной сети, методика разработки экспертной системы, методика испытания и оценки эффективности работы разработанной системы) могут быть использованы для разработки систем ИИ аналогичного назначения.

**Достоверность научных результатов** подтверждена разработкой на базе проведенных исследований экспертной системы распознавания и лечения ожогов, экспериментальными исследованиями и опытной эксплуатацией системы в реальных условиях, а также апробацией основных результатов диссертационной работы.

**Реализация и внедрение результатов работы.** Результаты диссертационной работы заложены в основу разработанной автором интеллектуальной дистанционной системы поддержки диагностики и лечения термических ожоговых травм, предназначенной как для врачей, так и для пациентов.

Результаты работы использованы в следующих организациях и учреждениях: ЗАО “Национальный ожоговый центр”, “Армянская ассоциация специалистов традиционной и альтернативной медицины” и ООО "АДЕВИТС".

**Основные положения, выносимые на защиту.** На защиту выносятся следующие научные положения диссертационной работы:

- Методика распознавания и диагностики ожогов на основе применения нейронной сети.
- Методика разработки экспертной системы лечения ожогов.

- Методы создания базы знаний, основанной на моделях распознавания ожогов и выбора схемы лечения.
- Разработанная система диагностики и лечения ожогов.

**Апробация работы.** Основные положения и научные результаты диссертации докладывались и обсуждались на международной выставке “Consumer Technology Association” (Лас Вегас, США, 2022 г.), ежегодных конференциях НПУА (Ереван, 2019-2021 гг.) и научных семинарах кафедры КСиС НПУА (Ереван, 2019-2022 гг.).

**Публикации.** Основные результаты диссертации опубликованы в девяти научных трудах, список которых представлен в конце автореферата.

**Структура и объем работы.** Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, основных выводов и результатов, списка использованной литературы из 105 наименований и приложений. Работа изложена на 120 страницах, включает 21 таблицу и 45 рисунков. Диссертация написана на армянском языке.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследования, представлены научная новизна, практическое значение и основные положения, выносимые на защиту.

**В первой главе “Исследование процессов интеллектуальных дистанционных систем поддержки диагностики и лечения, современное состояние и тенденции их развития”** изучены виды травм, а также рассмотрены проблемы их диагностики и лечения. Отмечено, что диагностика и лечение разных видов травм принципиально отличаются друг от друга, и для конкретного вида травм должны быть разработаны специализированные системы. В результате в диссертационной работе для исследования внешних повреждений были выбраны термические ожоги.

Изучены возможности использования интеллектуальных систем в медицине и проведен сравнительный анализ принципов работы существующих систем и их возможностей. В целом можно сказать, что все они построены в основном на принципах работы экспертных систем и нейронных сетей.

Технологии ИИ кардинально меняют мировую систему здравоохранения, позволяя существенно повысить эффективность процессов диагностики и лечения заболеваний, а также улучшить качество медицинских услуг в целом.

**Во второй главе “Процесс проектирования дистанционной интеллектуальной системы поддержки диагностики и лечения ожогов”** описан процесс проектирования системы поддержки диагностики и лечения термических ожоговых травм. Представлены функциональные и технические требования и архитектура системы. Разработана экспертная система, которая на основе диагноза и медицинских анализов больного

выбирает схему лечения ожога. Предлагаются семантическая и фреймовая модели базы знаний ожогов. Разработана нейронная сеть для распознавания и диагностики степени термических ожогов. В рамках разработки нейронной сети подробно рассматриваются проблемы машинного и глубокого обучения. Изучены и используются методы, повышающие точность распознавания и диагностики ожогов.

Экспертная система должна выполнять следующие основные функции, первая из которых – диагностика ожогов, вторая – выбор соответствующей схемы лечения, третья – диалог с пациентами и врачами. Модель С4 использовалась для демонстрации структуры системы.

Схема первого уровня модели показана на рис. 1.

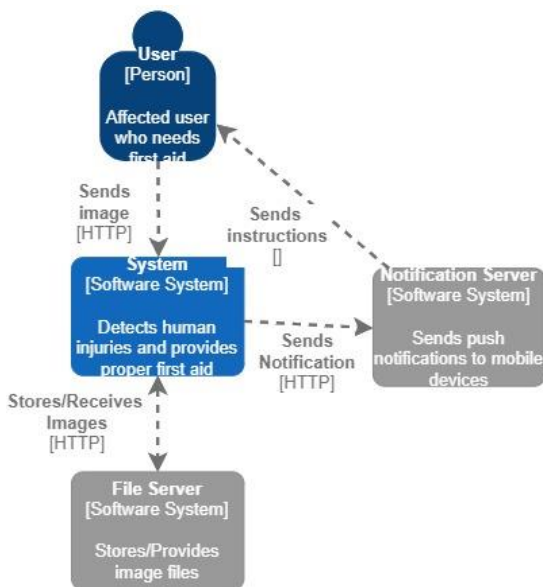


Рис. 1. Схема первого уровня модели

Получив изображение ожога от пациента, нейронная сеть определяет степень ожога и передает эту информацию экспертной системе для дальнейших действий.

Схема второго уровня модели показана на рис. 2.

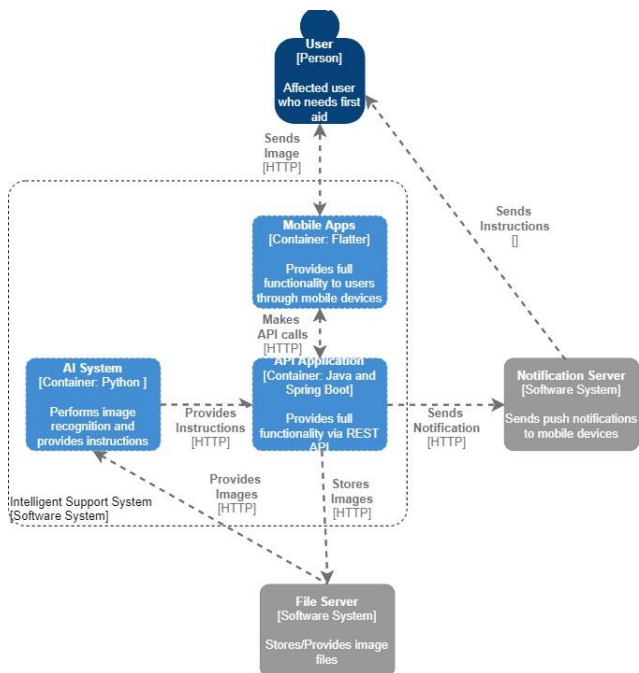


Рис. 2. Схема второго уровня модели

После получения от нейронной сети сообщения о степени ожога экспертная система ставит диагноз и выбирает схему лечения.

Основными задачами экспертной системы являются:

1. Определение и постановление диагноза на основе изображения ожога.
2. Выбор схемы лечения на основе диагноза ожога и медицинских анализов пациента.
3. Создание и управление архивом ожогов больных.
4. Создание интеллектуального интерфейса для работы с пациентами и врачами.



Структурная схема системы представлена на рис. 3.

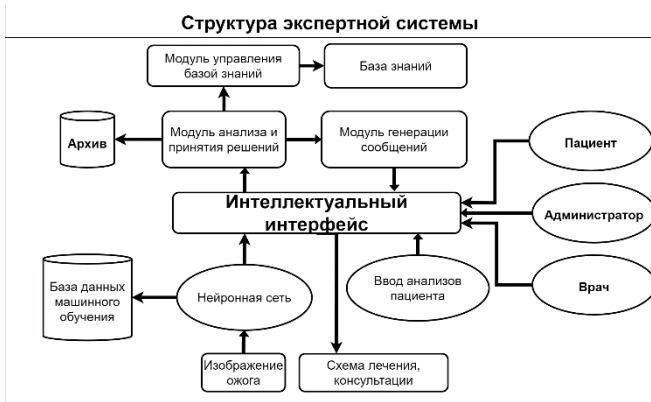


Рис. 3. Структурная схема экспертной системы

Упрощенная семантическая модель ожогов показана на рис. 4.

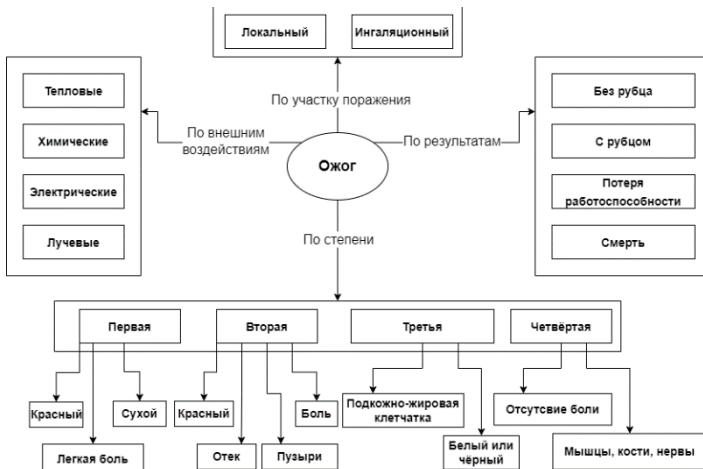


Рис. 4. Семантическая модель представления знаний по ожогам

В работе представлена фреймовая модель знаний о диагностике ожогов и выборе схемы лечения.

## Проектирование нейронной сети распознавания ожогов

Процесс распознавания изображений может быть представлен в виде следующей последовательности шагов (рис. 5):

1. предварительная обработка входного изображения;
2. разделение признаков входных данных;
3. классификация входных данных.

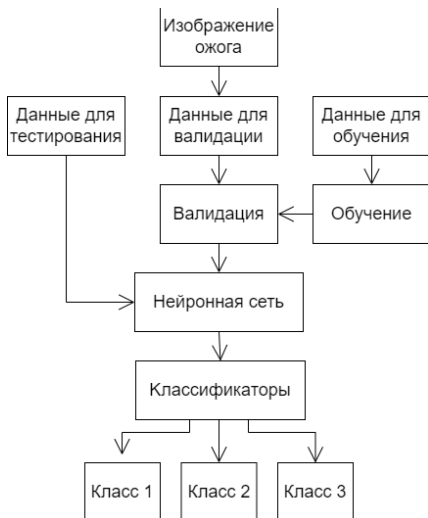


Рис. 5. Структура модифицированной модели классификации данных

Точность работы нейронной сети достигается за счет обучения сети.

Для традиционного обучения нейронной сети выполняется масштабирование изображения, поскольку обучение нейронных сетей с большими объемами данных требует много машинного времени. В случае базы данных ожога существуют RGB волны, диапазон которых составляет 0...255. Поэтому данные должны быть преобразованы в разумных пределах. Согласно LeCun это распределение составляет [0,1], или же может быть нормальное распределение около 0. Следовательно, значение каждого элемента матрицы волны в пределах [0,1] вычисляется по следующей формуле:

$$X'_c = \frac{X_c - \min_c}{\max_c - \min_c}, \quad (1)$$

где  $X_c$  – значение каждого элемента матрицы волны;  $\min_c$  – минимальное значение элементов матрицы волны;  $\max_c$  – максимальное значение элементов матрицы волны.

Для диагностики ожогов применяются метод опорных векторов (МОВ) и методы обучения конволюционных нейронных сетей (КНС). Проведен сравнительный анализ этих методов.

МОВ применяется к базе данных, и при этом используются три различные функции ядра:

Линейная функция:

$$K(x, x_i) = x^t * x_i; \tag{2}$$

многозначная функция для степени d:

$$K(x, x_i) = (x^t * x_i + b)^d, b > 0; \tag{3}$$

радиальная базисная функция (РБФ):

$$K(x, x_i) = \exp\left(\frac{|x-x_i|^2}{2\sigma^2}\right), \sigma \neq 0; \tag{4}$$

Для сравнения результатов используется показатель точности (accuracy\_score) из библиотеки sklearn.metrics: В таблице представлены полученные результаты.

Таблица

Точность метода классификации МОВ для различных функций решетки

Используемая функция	Точность метода, %
Линейная	54,65
Многозначная	61,86
Радиальная базисная	64,19

Окончательная модель конволюционной нейронной сети состоит из 9 скрытых слоев (рис. 6).

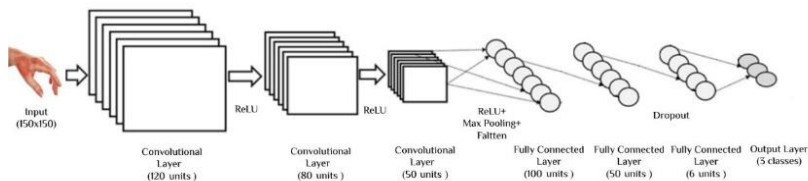


Рис. 6. Структура конволюционной нейронной сети

В результате обучения нейронной сети получена точность 73,8%.

Для повышения точности распознавания ожогов были изучены и применены следующие методы: горизонтальное/вертикальное вращение, центральное вырезание, изменение размера, выравнивание гистограммы, увеличение шума.

В результате расширения базы путем применения вышеуказанных методов увеличения количества изображений из имеющихся 345 изображений было получено 3450 изображений (рис. 7).



Рис. 7. Методы увеличения количества изображений

На рис. 8 представлены результаты применения методов МОВ и КНС на исходной и расширенной базах данных.

```

myTable.add_row(["Original Data", Accuracy_SVM1, Accuracy_CNN1])
myTable.add_row(["Data Augmentation Data", Accuracy_SVM2, Accuracy_CNN2])
print(myTable)
  
```

```

+-----+-----+-----+
| Accuracy Table | SVM | CNN |
+-----+-----+-----+
| Original Data  | 64,19% | 73.8% |
| Data Augmentation Data | 58.84% | 81.7% |
+-----+-----+-----+
  
```

Рис. 8. Результаты применения методов МОВ и КНС на исходной и расширенной базах данных

В третьей главе “Реализация дистанционной интеллектуальной системы поддержки диагностики и лечения ожогов” описаны задачи обеспечения функционирования разработанной системы в сетевой среде. Сетевой дистанционный доступ пользователей обеспечивается по технологии облачного сервиса. Разработан протокол обеспечения связи с мобильным приложением.

Сетевая диаграмма дистанционного доступа разработанной системы представлена на рис. 9.

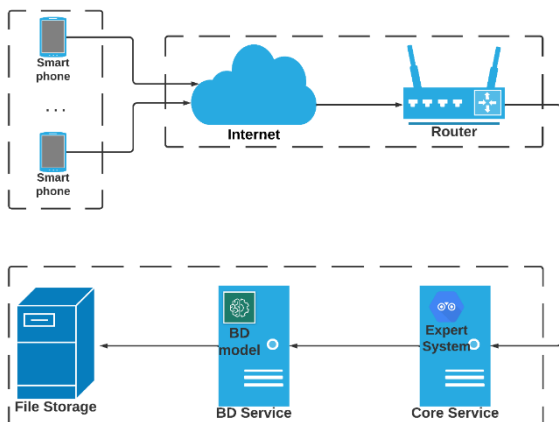


Рис. 9. Сетевая диаграмма дистанционного доступа разработанной системы

Для реализации главного сервиса системы выбраны технологии Spring и Maven. При выборе технологии были учтены широкое использование Spring, большой диапазон связи и высокая пропускная способность, которые необходимы для дальнейшего расширения сервиса новыми функциями. Технология Maven широко распространена среди программистов. Она обеспечивает полную поддержку каждой системы и имеет довольно много плагинов.

Алгоритм реализации главного сервиса представлен на рис. 10.

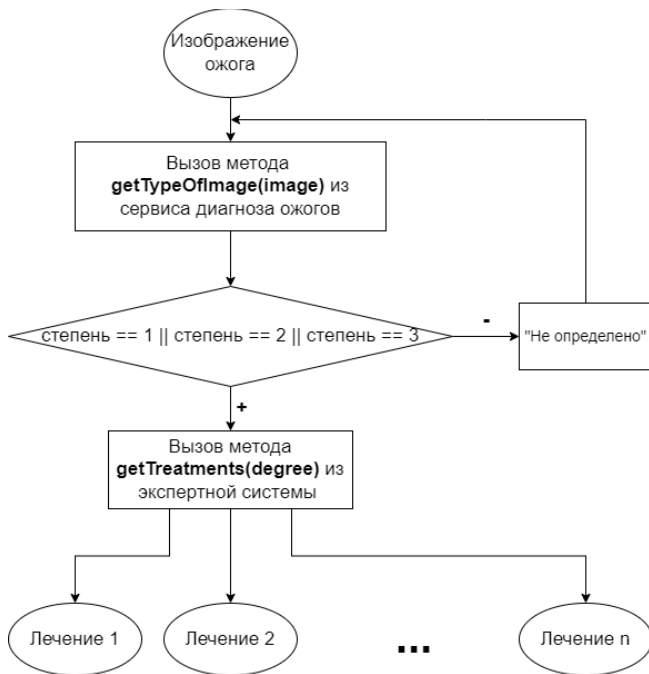


Рис. 10. Алгоритм реализации главного сервиса

Для разработки мобильного приложения использовалась технология Flutter (рис. 11).

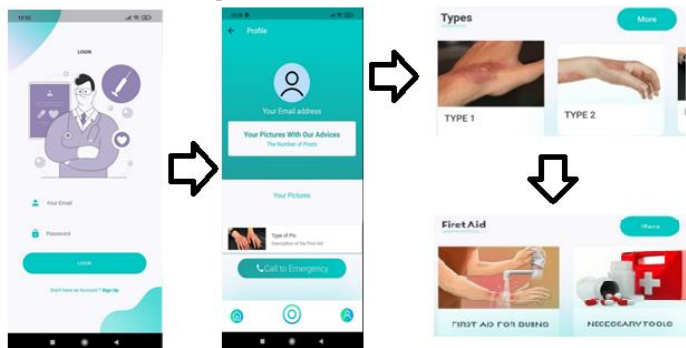


Рис. 11. Рабочий интерфейс мобильного приложения

**В четвёртой главе “Анализ результатов применения системы”** представлены результаты тестирования, испытаний и опытной эксплуатации разработанной системы.

Основными задачами тестирования и испытаний системы являются:

- проверка соответствия системы требованиям функционального и технического задания;
- выявление недостатков, ошибок в работе системы;
- оценка технических характеристик системы;
- оценка уровня готовности к внедрению и эксплуатации системы.

Точность системы распознавания и диагностики ожогов в рамках проведенных тестов и опытной эксплуатации составляет  $\sim 91\%$ , что соответствует точности систем аналогичного назначения.

Результаты опытной эксплуатации системы в реальных условиях показывают, что система полезна и может быть использована в процессе лечения больных с термическими ожогами.

## **ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

1. Проведен теоретико-практический анализ использования искусственного интеллекта в области медицины, представлены существующие проблемы разработки медицинских систем искусственного интеллекта.
2. Проведен сравнительный анализ медицинских систем на базе искусственного интеллекта, представлены функциональные возможности наиболее распространенных систем, выявлены полезность и перспективы развития этих систем.
3. Разработана экспертная система, позволяющая путем диагностики степени ожога и медицинских анализов пациента производит выбор схемы лечения. Разработаны модели базы знаний для диагностики и лечения термических ожоговых травм.
4. Тщательно рассмотрены проблемы машинного обучения нейронной сети распознавания и диагностики степени термических ожоговых травм, изучены и применены методы, повышающие точность распознавания и диагностики ожогов.
5. Разработана система дистанционного доступа к сети, включающая Rest сервис и мобильное приложение для смартфонов.
6. Разработан интеллектуальный пользовательский интерфейс, который позволяет получать фотографии ожогов, личные данные пациента и результаты медицинских анализов, а также предоставлять схему лечения и консультации.
7. В результате проведенных исследований разработана система искусственного интеллекта, которая по изображениям, полученным со смартфона пациента, распознает, классифицирует, диагностирует и определяет схему лечения ожогов.

Система внедрена в ЗАО “Национальный ожоговый центр”, в организации “Армянская ассоциация специалистов традиционной и альтернативной медицины ” и ООО "АДЕВИТС".

**Основные результаты диссертации опубликованы в следующих работах:**

1. **Mayilyan A.K., Hovsepyan L.M.** Research and Comparative Analysis of Build Technology Programming in Java // Mathematical Problems of Computer Science. – 2018. – 50. – P. 107–110.  
DOI: <https://doi.org/10.51408/1963-0028>
2. **Kirakossian G.T., Mayilyan A.K., Momjian A.J.** MKM-HEALTHDATA Software Development Kit for Mobile Applications // Journal of Environmental Science, Computer Science and Engineering & Technology (JECET) September 2019 – November 2019. – 2019. – Sec. B, Vol.8, No.4. – P. 290-300. DOI: <https://doi.org/10.24214/jecet.B.8.4.29000>
3. **Մայիլյան Ա.Կ., Մոմջյան Ա.Ճ.** Java միջավայրում WEB ծրագրավորման տեխնոլոգիաների հետազոտումը և համեմատական վերլուծությունը // Լրաբեր Գիտական հոդվածների ժողովածու՝ 3 մասով. ՀԱՊՀ. – Եր.: Ճարտարագետ, 2019. – Մաս 1. – էջ 70-76:  
[https://innovative.polytechnic.am/files/publication\\_article/1/15617119126597.pdf](https://innovative.polytechnic.am/files/publication_article/1/15617119126597.pdf)
4. **Կիրակոսյան Գ.Տ., Մոմջյան Ա.Ճ., Մայիլյան Ա.Կ.** Բժշկական տվյալների առցանց փոխանցման և վերադասավորման ավտոմատացված համակարգի մշակումը տպագիր // Լրաբեր. Գիտական հոդվածների ժողովածու՝ 3 մասով. ՀԱՊՀ. – Եր.: Ճարտարագետ, 2020. – Մաս 1. – էջ 87-95:  
<https://innovative.polytechnic.am/files/publication/1/16365767006451.pdf>
5. **Մայիլյան Ա.Կ.** Տվյալների մշակման, նույնականացման և առաջին բուժօգնության տեղեկատվության տրամադրման հեռավար համակարգի մշակումը // Վանաձորի պետական համալսարանի գիտական տեղեկագիր. – Երևան: «ՎԱՌՄ» ՍՊԸ, 2021. – Բ ՊՐԱԿ, № 1. – էջ 95-101:  
[https://old.vsu.am/2021\\_prakner/prak\\_b/B-1-2021.pdf](https://old.vsu.am/2021_prakner/prak_b/B-1-2021.pdf)
6. **Mayilyan A.K.** Designing and implementing a method of data augmentation using machine learning // Mathematical Problems of Computer Science. – 2021. – 55. – P. 54-61.  
DOI: <https://doi.org/10.51408/1963-0073>



7. **Mayilyan A.K.** Comparative analysis of burn image recognition algorithms // Armenian State Pedagogical University after Khachatur Abovyan Scientific News, Pedagogical publ. – Yerevan. – 2021. – №1 (42). – P. 19-28.  
[https://aspu.am/hy/content/gitakan\\_teghekagir11/](https://aspu.am/hy/content/gitakan_teghekagir11/)
8. **Mayilyan A.K.** Development and implementation of an intelligent support system // Bulletin of High Technology. – 2021. – N4(18). – P. 20-26.  
<https://bit.ly/35cmZDC>
9. **Kirakossian G.T., Mayilyan A.K.** Development and implementation of a deep learning modified model of the burn image analysis and recognition // Proceedings of National Polytechnic University of Armenia: Information Technologies, Electronics, Radio Engineering. – 2021. – №2. – P. 30-40.  
DOI: <https://doi.org/10.53297/18293336-2021.2-30>

**ՄԱՅԻՆՅԱՆ ԱՐԵՆ ԿԱՐԵՆԻ**  
**ՎԼԱՍՎԱԾՔՆԵՐԻ ԱՆՏՈՐՈՇՄԱՆՆ ՈՒ ԲՈՒԺՄԱՆՆ ԱԶԱԿՑՈՂ**  
**ՀԵՌԱՎԱՐ ԽԵԼԱՏԻ ՀԱՄԱՎԱՐԳԻ ՄՇԱԿՈՒՄԸ**  
**ԱՄՓՈՓԱԳԻՐ**

**Թեմայի արդիականությունը:** Տեղեկատվական տեխնոլոգիաների (SS) զարգացումը և բիոմոնիտորինգի սարքերի զանգվածային օգտագործումը թույլ են տալիս բնակչությանը ինքնուրույն վերահսկել առողջության ամենակարևոր պարամետրերը, իսկ բուժող բժիշկներին՝ հեռավար կարգով որոշումներ կայացնել՝ հիմնվելով այդ տվյալների վրա, ինչն իր հերթին թույլ է տալիս հիվանդությունների բուժումը տեղափոխել կանխարգելման կամ նախակլինիկական հայտնաբերման փուլ:

Առաջատար տեղեկատվական և թվային տեխնոլոգիաների համատարած ներդրումն ընդգրկում է բժշկության գրեթե բոլոր ոլորտները: Արհեստական բանականության (ԱԲ) վրա հիմնված համակարգերն արդեն օգտագործվում են հիվանդությունները ախտորոշելու և բուժելու, գենոմը կարդալու և այլ բժշկական գործընթացներում: ԱՄՆ-ում և եվրոպական զարգացած երկրներում բժշկական կազմակերպությունների մոտերկու երրորդն այս կամ այն ձևով օգտագործում են SS-ի նորագույն գործիքամիջոցները, մեթոդներն ու մոտեցումները և ԱԲ-ի վրա հիմնված էքսպերտային համակարգերը:

Ելնելով վերոգրյալից՝ ներկայումս կարևոր և արդի խնդիր է բժշկական գործընթացների կառավարման ինտերակտիվ ավտոմատացված համակարգերի հետազոտությունն ու մշակումը, որոնք կբավարարեն հիվանդների, ազգային առողջապահական և բժշկական հաստատությունների պահանջները:

**Հետազոտման օբյեկտը** այրվածքների հեռավար ճանաչման և բուժման գործընթացներն են և դրանց ավտոմատացման խնդիրները:

**Աշխատանքի գիտական նորույթը**

1. Ջերմային այրվածքների հեռավար ախտորոշման և բուժման գործընթացի ֆորմալացումը:
2. Ջերմային այրվածքների աստիճանի ճանաչման նեյրոնային ցանցի մշակումը:
3. Ջերմային այրվածքային վնասվածքների ճանաչման նեյրոնային ցանցի մեքենայական և խորը ուսուցման մոդելի մշակումը:
4. Այրվածքների ախտորոշման և բուժման էքսպերտային համակարգի մշակումը:
5. Բոլոր տեսակի այրվածքների գիտելիքների բազայի սահմանումը:

6. Գիտելիքների բազայի կիրառման, տրամաբանական վերլուծության, հեռավար բուժման և դեղամիջոցների ընտրության ալգորիթմները:

**Ատենախոսական աշխատանքի հիմնական արդյունքները**

1. Կատարվել է բժշկության ոլորտում արհեստական բանականության կիրառման տեսական և գործնական վերլուծություն, ներկայացվել են արհեստական բանականության բժշկական համակարգերի մշակման առկա խնդիրները:
2. Կատարվել է արհեստական բանականությամբ բժշկական համակարգերի համեմատական վերլուծություն, ներկայացվել են առավել ճանաչված համակարգերի ֆունկցիոնալ հնարավորությունները, ուսումնասիրության արդյունքում նշվել է այդ համակարգերի օգտակարությունը և զարգացման հեռանկարները:
3. Նախագծվել է էքսպերտային համակարգ, որը այրվածքի ախտորոշման և հիվանդի անալիզների վերլուծության արդյունքում կատարում է բուժման սխեմայի ընտրություն: Մշակվել են այրվածքների ախտորոշման և բուժման գիտելիքների բազայի մոդելները:
4. Մանրամասնորեն դիտարկվել է այրվածքների ճանաչման և ախտորոշման նեյրոնային ցանցի մեքենայական ուսուցման հիմնախնդիրները, ուսումնասիրվել և կիրառվել են մեթոդներ, որոնք բարձրացնում են այրվածքների ճանաչման և ախտորոշման ճշտությունը:
5. Մշակվել է օգտագործողների ցանցային հեռավար հասանելիության համակարգ, որը ներառում է Rest սերվիս և մոբայլ հավելված:
6. Մշակվել է օգտագործողների հետ բանական ինտերֆեյս, որը թույլ է տալիս ստանալ այրվածքների նկարները, հիվանդի անձնական տվյալները և անալիզի արդյունքները, ինչպես նաև տալ բուժման սխեման և խորհրդատվություններ:
7. Կատարված հետազոտությունների արդյունքում մշակված է արհեստական բանականության համակարգ, որն իրականացնում է հիվանդի սմարթֆոնից ստացված այրվածքների նկարների ճանաչումը և դասակարգումը, ախտորոշումը և բուժման սխեմայի ընտրությունը: Համակարգը ներդրված է «Ազգային այրվածքաբանական կենտրոն» ՓԲԸ-ում, «Հայաստանի ավանդական և այլընտրանքային բժշկության մասնագետների ասոցիացիա»-ում և «ԱԴԵՎԻՑ» ՍՊԸ-ում:

**MAYILYAN AREN KAREN**  
**DEVELOPMENT OF A REMOTE INTELLIGENT SYSTEM**  
**FOR THE INJURIES DIAGNOSIS AND TREATMENT**  
**SUMMARY**

**Relevance of the topic:** The development of Information technologies (IT) and wide use of biomonitoring devices enable people to self-monitor health parameters. Meanwhile, doctors get the opportunity to make remote decisions based on that data, which on the other hand allows to prevent many diseases or to treat them at the preclinical stage.

Advanced information and digital technologies have impactfully penetrated into all spheres of healthcare. Artificial intelligence-based systems are already involved in the diagnosis and treatment of various diseases, as well as are used for reading genome and for other processes. In the US and developed European countries, over two-thirds of healthcare organization has already adopted some IT cutting edge toolkits, methods or approaches, and AI systems.

Considering above arguments research and development of healthcare process management automation interactive systems, which will meet patients', healthcare policy makers' and medical institutes' requirements becomes a vital and up-to-date.

**Research object** is the problem of non-intrusive detection of burns, treatment and automation of the process.

**The scientific novelty of the study:**

1. Formalizing remote diagnosis and treatment of thermal burns.
2. Building a Neural network for identification of the degree of thermal burns.
3. Building machine learning model as well as deep neural network for the identification of thermal burns.
4. Developing an expert system for diagnosis and treatment burns.
5. Defining knowledge base for all kind of injuries.
6. Building algorithms for the usage and logical analysis of knowledge base, as well as for remote treatment and for the choice of medication.

**Main results of the study:**

1. A theoretical and practical analysis of the use of artificial intelligence in the field of medicine has been performed, and the existing problems in the development of medical systems of artificial intelligence have been presented.
2. A comparative analysis of medical systems on artificial intelligence was carried out, the functionality of the most common systems has been presented, as a result of the study, the benefits and prospects for the development of these systems have been revealed.
3. An expert system has been developed that selects a treatment regimen for each burn degree. Knowledge base models for the diagnosis and treatment of burns have been developed.
4. The problems of learning of neural network to recognize and diagnose of burns have been carefully considered. Data augmentation methods have been studied and applied to increase accuracy of recognition and diagnosis of burns.
5. A remote network access system has been developed for users, which includes Rest service and mobile application for smartphones.
6. An intelligent user interface has been developed that allows you to receive photos of burns, personal data of the patient and test results, as well as a treatment regimen and consultation provision.
7. As a result of the research, an artificial intelligence system has been developed that recognizes, classifies, diagnoses and determines the treatment regimen for burns based on images received from the patient's smartphone. The system has been piloted in CJSC “National Burn Center of Armenia”, “Armenian Association of Traditional and Alternative Medicine Specialists” and LLC “ADDEVICE”.