

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра математической теории упругости и биомеханики

**Создание консультативной системы оказания первой помощи в
экстренной ситуации**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 442 группы
направления 09.03.03 – Прикладная информатика

механико-математического факультета

Головачевой Полины Романовны

Научный руководитель
доцент, к.ю.н.

Р.В. Амелин

Зав. кафедрой
зав. кафедрой, д.ф.-м.н., профессор

Л.Ю. Коссович

Саратов 2025

Введение. В настоящее время проблемы оказания первой помощи в экстренных ситуациях остаются крайне актуальными, поскольку скорость реагирования и точность оказания помощи играют решающую роль. В большинстве случаев отсутствие должной информации и навыков у свидетелей происшествия приводит к снижению эффективности оказания первой помощи и даже к увеличению риска летальных исходов. Современные достижения в области информационных технологий открывают новые возможности для создания интеллектуальных систем, которые могут эффективно поддерживать людей в экстренных ситуациях, предоставляя им необходимую информацию для принятия быстрых и правильных решений.

Данная работа актуальна в связи с необходимостью повышения осведомленности подготовки населения в вопросах оказания первой помощи. Вопросы автоматизации и создания интеллектуальных консультативных систем в этой области активно исследуются в ряде научных и практических работ, однако большинство существующих решений ориентированы на отдельные аспекты первой помощи и не представляют собой комплексных систем. Новизна данного исследования заключается в разработке полноценной консультативной системы, которая сможет объединить все этапы оказания первой помощи и предоставить пользователю точные рекомендации в реальном времени.

Целью данной работы является создание концепции и прототипа консультативной системы оказания первой помощи в экстренной ситуации, которая будет эффективно информировать пользователя о необходимых действиях в зависимости от типа происшествия и состояния пострадавшего. Система будет использовать базу данных, содержащую информацию о различных типах травм и заболеваний, а также алгоритмы, позволяющие точно оценивать ситуацию и рекомендовать оптимальные шаги.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи:**

- проанализировать статистику оказания первой помощи в экстренных ситуациях и существующие решения в области первой помощи;
- разработать концепцию системы, включающую в себя проектирование требований и ограничений, источников данных, пользовательского интерфейса и архитектуры системы;
- реализовать базу данных, алгоритм определения травмы и алгоритм генерации рекомендаций для оказания первой помощи.

Структура и объём работы. Работа включает в себя введение, три раздела, заключение, приложения и содержит 65 страниц. Список использованных источников включает 22 наименования.

Раздел 1. Анализ предметной области.

Раздел 2. Проектирование.

Раздел 3. Разработка.

Основное содержание работы. Работа посвящена созданию консультативной системы оказания первой помощи в экстренной ситуации, которая сможет эффективно информировать пользователя о необходимых действиях в зависимости от типа происшествия и состояния пострадавшего.

Во введении представлены общие сведения о теме бакалаврской работы, аргументируется её актуальность, формулируются цель и задачи исследования.

Первый раздел включает анализ следующих аспектов:

- статистика оказания первой помощи;
- сравнительный анализ существующих решений.

В условиях современного общества своевременное оказание первой помощи играет решающую роль в повышении шансов на выживание и минимизацию последствий при экстренных ситуациях. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), ежегодно около 5,8 миллиона человек по всему миру умирают в результате состояний, требующих немедленного реагирования — таких как ДТП, инфаркты, отравления, утопления и тяжёлые травмы. Существенная доля этих случаев могла бы

завершиться благополучно при наличии оперативной и грамотной доврачебной помощи.

Российская статистика подтверждает эту тенденцию: по данным Минздрава РФ на 2023 год, около 70% смертей от травм связаны с отсутствием или неправильным оказанием первой помощи. Особенно критична ситуация в удалённых регионах, где прибытие экстренных служб может занимать более 15–20 минут — время, в течение которого грамотные действия свидетелей происшествия зачастую являются единственным шансом на спасение.

Однако, как показывает социологический опрос, несмотря на достаточно высокий уровень осведомлённости, имеет достаточные знания для уверенных действий в реальной ситуации только лишь маленький процент населения. И лишь небольшой процент опрошенных когда-либо сталкивались с необходимостью оказания первой помощи, что указывает на явный разрыв между теоретическими знаниями и практическими навыками.

На фоне таких данных особенно актуальной становится задача создания цифровых решений, способных в реальном времени оказывать информационную поддержку пользователю в критических ситуациях. Однако проведённый сравнительный анализ существующих решений (мобильных приложений, веб-платформ, ИИ-систем и чат-ботов) выявил ряд значительных ограничений. Среди них:

- отсутствие персонализации и узкая специализация;
- зависимость от интернета;
- отсутствие голосового интерфейса;
- ограниченный охват ситуаций;
- неадаптированность к состоянию паники и стресса у пользователя.

Таким образом, анализ предметной области продемонстрировал необходимость разработки интеллектуальной консультативной системы, обладающей высокой степенью адаптивности, автономности и интуитивной понятности. Подобный подход должен обеспечить качественно новый уровень

помощи в первые критические минуты после происшествия и позволит максимально эффективно использовать ресурс гражданской вовлеченности в спасение жизни.

Второй раздел посвящен описанию процесса проектирования системы, в ходе которого были определены его основные структурные компоненты. В рамках проектирования системы выделены ключевые функциональные элементы, включающие:

- требования и ограничения к системе;
- источники данных для системы;
- пользовательский интерфейс системы;
- архитектуру системы.

Создание консультативной системы оказания первой помощи в экстренных ситуациях требует тщательной проработки требований. Эти требования определяют, какие задачи должна выполнять система, как она должна функционировать в различных условиях, какие параметры должны быть соблюдены для обеспечения удобства и надёжности в использовании, особенно в стрессовых ситуациях. Требования к системе можно разделить на функциональные и нефункциональные.

Функциональные требования представляют собой перечень обязательных возможностей и функций, которые должны быть реализованы в создаваемой системе. Они определяют сценарии взаимодействия пользователя с системой, а также логическую структуру её работы.

Для разрабатываемой системы были сформулированы следующие функциональные требования:

- возможность определения типа экстренной ситуации;
- возможность сбора информации о состоянии пострадавшего;
- возможность генерации пошаговых рекомендаций;
- наличие голосового сопровождения и визуализация;
- возможность интеграции с экстренными службами;

- наличие офлайн-режима работы;
- наличие обратной связи.

Нефункциональные требования определяют условия, которые обеспечивают эффективную и стабильную работу системы в реальных условиях, особенно в экстренных ситуациях, гарантируя её надёжность и устойчивость в критические моменты.

Нефункциональные требования к разрабатываемой системе включают:

- производительность;
- надёжность;
- безопасность;
- удобство использования (UX/UI);
- кроссплатформенность;
- масштабируемость.

В качестве одного из ключевых аспектов проектирования интеллектуальной консультативной системы оказания первой помощи было выделено создание эффективного и интуитивно понятного пользовательского интерфейса, который в условиях экстренной ситуации становится не просто средством взаимодействия с системой, а критически важным инструментом для успешности и своевременности оказания помощи. В отличие от традиционных приложений, где пользователь может заранее изучить функциональность, эта система должна быть готова к использованию без предварительной подготовки. Интерфейс должен быть максимально простым, логичным и легко воспринимаемым, даже в условиях стресса, паники, ограниченного времени и неблагоприятной обстановки, такой как плохое освещение, шум или нестабильное интернет-соединение.

Разработка пользовательского интерфейса базировалась на следующих принципах:

- простота и ясность;
- контекстная адаптивность;

- поддержка мультимодального взаимодействия;
- минимизация когнитивной нагрузки;
- интерактивная визуализация.

Интерфейс разрабатываемой системы отличается простотой и ясностью за счёт минималистичного дизайна с крупными элементами управления, легко читаемым шрифтом, контрастной и успокаивающей цветовой схемой. Все действия пользователя интуитивно понятны и сводятся к последовательному выбору одного из предлагаемых вариантов или подтверждению предложенного шага. Важной особенностью является контекстная адаптивность: система автоматически подстраивается под ситуацию, активируя соответствующий модуль с набором необходимых инструкций и визуальных подсказок в зависимости от типа инцидента. Это позволяет пользователю быстро получить нужную информацию без лишних действий. Для большего удобства интерфейс поддерживает мультимодальное взаимодействие, включая голосовое сопровождение. Это особенно важно в ситуациях, когда физическое взаимодействие с устройством затруднено. Чтобы минимизировать когнитивную нагрузку, весь процесс разбит на короткие шаги с чёткими и понятными вопросами. Медицинские термины заменены простыми, разговорными формулировками, что делает систему доступной даже для неподготовленных пользователей. Дополнительно интерфейс использует интерактивную визуализацию: рекомендации сопровождаются графическими подсказками, анимацией или фотографиями, которые помогают быстрее сориентироваться и правильно выполнить необходимые действия.

В этом же разделе описана многоуровневая модульная архитектура системы, обеспечивающая масштабируемость и четкое разделение ответственности между компонентами.

Клиентский уровень реализован на React Native, что позволяет создать кроссплатформенное мобильное приложение с поддержкой Android и iOS. Приложение оптимизировано для работы в офлайн-режиме за счёт локального

хранения данных в SQLite. Также реализован голосовой интерфейс (TTS), позволяющий управлять системой без использования экрана.

Сервисный уровень состоит из микросервисов, реализованных с помощью Spring Boot. Основные компоненты: API Gateway, сервис определения травмы, сервис генерации рекомендаций и сервис интеграции с экстренными службами. Последний обеспечивает вызов скорой помощи и передачу оператору структурированной информации о происшествии с использованием геолокационных данных.

Уровень данных реализован на PostgreSQL с применением Hibernate ORM для удобства взаимодействия с базой. База знаний содержит информацию о типах травм, симптомах и алгоритмах помощи. Для повышения производительности часто используемые данные кэшируются в Redis.

Система безопасности включает шифрование данных (TLS, AES-256), контроль доступа и журнал операций. Архитектура поддерживает горизонтальное масштабирование и отказоустойчивость, что критично для экстренных ситуаций.

Выбранная архитектура и технологии обеспечивают надёжную, безопасную и эффективную работу системы в реальном времени, даже в сложных условиях.

В третьем разделе описан процесс реализации следующих компонентов:

- базы данных;
- алгоритм определения травмы;
- алгоритм генерации рекомендаций.

Для хранения информации о типах травм, симптомах, инструкциях и медицинских протоколах была разработана структура базы данных на основе PostgreSQL. Выбор этой СУБД обусловлен её надёжностью, поддержкой ACID-транзакций и возможностью эффективного управления данными. Также была реализована система кэширования с использованием Redis для ускорения доступа к часто используемым данным. Структура базы данных включает следующие таблицы:

- InjuryTypes — информация о типах травм;
- Symptoms — описание симптомов;
- VictimFeatures — данные о возрасте, поле и хронических заболеваниях пострадавшего;
- ActionAlgorithms — пошаговые инструкции по оказанию помощи;
- MedicalProtocols — клинические рекомендации от авторитетных источников;
- Feedback — отзывы пользователей;
- Languages — поддерживаемые языки интерфейса.

Для взаимодействия с базой данных на уровне Java-кода используется Hibernate ORM, что обеспечивает удобство работы с данными и снижает сложность операций CRUD (Create, Read, Update, Delete).

Алгоритм определения травмы реализован на языке программирования Java в виде сервисного класса TraumaDeterminationService. Он представляет собой систему на основе правил "если-то", где каждый вопрос является узлом дерева решений, а ответы формируют путь к наиболее вероятному диагнозу. Для взаимодействия с базой данных используются репозитории SymptomRepository и TraumaRepository, предоставляющие доступ к информации о симптомах и типах травм. Логика обработки основана на функциональном программировании и использовании структур данных, таких как Map<String, Integer>, для накопления баллов совпадений по каждому типу травмы. Работа алгоритма включает следующие этапы:

1. Инициализация. Процесс запускается через метод determineTrauma(TraumaInput input), который принимает данные о состоянии пострадавшего, такие как наличие сознания, дыхания, пульса и другие ключевые параметры.

2. Первичная оценка состояния. Метод isCriticalCondition() проверяет наличие критических показателей: потеря сознания, отсутствие дыхания или пульса. При выявлении опасных для жизни состояний система сразу направляет пользователя к инструкциям по реанимационным действиям.

3. Сбор симптомов. Через метод `gatherSymptoms()` последовательно собираются дополнительные данные о симптомах, включая локализацию боли, наличие кровотечения, внешние признаки травмы и другие факторы.

4. Определение типа травмы. Метод `determineTraumaTypeByRules()` анализирует собранные данные и сравнивает их с записями из базы данных. Если не удастся однозначно определить травму, используется метод `calculateSymptomScores()`, где накапливаются баллы совпадений по каждому возможному типу травмы.

5. Формирование результата. Возвращается объект `TraumaDeterminationResult`, содержащий наиболее вероятный тип травмы и рекомендуемые приоритетные действия.

Такая реализация позволяет точно и быстро определять тип травмы даже в условиях стресса и ограниченного времени, благодаря чёткой логике и минимальной зависимости от пользовательского ввода.

Алгоритм генерации рекомендаций реализован на языке программирования Java и представляет собой сервисный класс `RecommendationGenerator`. Он является ключевым компонентом системы, поскольку формирует пошаговые инструкции для пользователя на основе уже определённого типа травмы и особенностей пострадавшего: возраст, пол, наличие хронических заболеваний и другие факторы. Работа алгоритма основана на комбинированном подходе, объединяющем экспертные системы и правило-ориентированные алгоритмы, что исключает случайность и гарантирует безопасность предоставляемых данных. В отличие от генеративных моделей искусственного интеллекта, данный алгоритм опирается на заранее проверенные медицинские протоколы, что критически важно при оказании первой помощи. Работа алгоритма включает следующие этапы:

1. Инициализация. Процесс запускается через метод `generateRecommendations(TraumaDeterminationResult determination)`, который принимает результат анализа травмы.

2. Получение базового протокола. Метод `protocolRepository.findByTraumaType()` извлекает соответствующий медицинский протокол из базы данных, содержащий клинические рекомендации. Параллельно вызывается метод `actionAlgorithmRepository.findByInjuryType()` для получения пошаговых действий по оказанию помощи.

3. Адаптация под особенности пострадавшего. Через метод `adaptToVictimFeatures()` система корректирует рекомендации, учитывая возраст, пол и наличие хронических заболеваний. Например, для детей применяются специальные техники сердечно-лёгочной реанимации, а при наличии аллергии исключаются противопоказанные действия.

4. Формирование рекомендаций. Метод `combineProtocolsAndAlgorithms()` объединяет данные из протоколов и алгоритмов действий, создавая структурированную последовательность шагов. Результат формируется в виде объекта `Recommendation`.

5. Динамическая корректировка. Система добавляет возможность мониторинга состояния пострадавшего через метод `addDynamicElements()`. Если состояние ухудшается (например, потеря сознания), инструкции автоматически обновляются, предлагая пользователю перейти к следующему этапу помощи.

6. Форматирование вывода. Метод `formatInstructions()` готовит инструкции к отображению: добавляет ссылки на визуальные материалы (картинки, видео), форматирует текстовые шаги и группирует информацию для удобства восприятия.

Такой подход обеспечивает высокую степень персонализации, безопасность и точность рекомендаций, делая систему эффективным инструментом поддержки в экстренных ситуациях.

Заключение. В ходе выполнения данной работы были решены все поставленные задачи, направленные на создание консультативной системы оказания первой помощи в экстренных ситуациях.

Проведён анализ статистики оказания первой помощи, который подтвердил актуальность проблемы: низкий уровень осведомлённости населения и отсутствие оперативной поддержки в критических ситуациях приводят к увеличению числа летальных исходов. Сравнительный анализ существующих решений выявил их ключевые недостатки, такие как зависимость от интернет-соединения, отсутствие динамической адаптации рекомендаций и сложность использования в стрессовых условиях.

На этапе проектирования были сформулированы функциональные, нефункциональные требования и ограничения к системе, определён состав и структура источников данных, разработан интуитивно понятный пользовательский интерфейс, адаптированный для использования в условиях паники, а также спроектирована архитектура системы.

В процессе разработки реализована база данных, содержащая информацию о различных типах травм и состояниях пострадавших, а также алгоритмы определения травмы и генерации рекомендаций. Разработанные алгоритмы позволяют системе динамически адаптировать инструкции в зависимости от изменяющихся условий, что повышает точность и эффективность оказываемой помощи.

В результате выполненной работы создан прототип консультативной системы, который демонстрирует возможность автоматизации поддержки пользователей в экстренных ситуациях. Система объединяет в себе удобный интерфейс и адаптивные алгоритмы, что делает её эффективным инструментом для оказания первой помощи.

Дальнейшее развитие проекта может быть направлено на расширение функциональности и повышение эффективности системы. Разработанная система имеет значительный потенциал для практического применения и способна внести существенный вклад в снижение смертности и повышение качества оказания первой помощи.