УДК 004.421.2, 616-06

**Кузнецов А.А., Ванян А.А., Кочергина П.Ф.**

**Мобильное приложение для персонализированной оценки риска рецидивного кровотечения из гастродуодендальных язв**

Научные руководители Шапкин Ю.Г., Беликов А.В., Безруков А.И.

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.,

Россия, Саратов, [t2uwsmd@gmail.com](mailto:t2uwsmd@gmail.com)

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.,

Россия, Саратов, [ararat\_vanyan@bk.ru](mailto:ararat_vanyan@bk.ru)

Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского,

Россия, Саратов, shapkinyurii@mail.ru

Саратовский государственный технический университет имени В.И. Разумовского,

Россия, Саратов, dr-belikov@yandex.ru

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.,

Россия, Саратов, bezr\_Alex@mail.ru

Аннотация. Разработано мобильное приложение, позволяющее анкетировать пациента непосредственно у постели больного и оценить риск рецидивного кровотечения из гастродуодендальных язв.

Язвенная болезнь желудка является серьезным и, к сожалению, весьма распространенным заболеванием. Особенно опасно повторное кровотечение. Своевременная диагностика предрецедивного синдрома и принятие неотложных мер во многих случаях помогает спасти больного.

Для проведения такой диагностики в ГУЗ «СГКБ №6 имени академика В.Н. Кошелева» использовалась компьютерная программа DIAGN1, работающая под операционной системой DOS, позволяющая проанализировать анкету пациента и с помощью метода вычислительных оценок оценить вероятность предрецидивного синдрома. Многолетнее успешное использование этой программы позволило спасти жизнь многих пациентов, накопить и систематизировать опыт диагностики. Однако использование этой программы на современных компьютерах и операционных средах весьма неудобно. Кроме того, желательно диагностировать больного, находясь у его постели, иногда вне стен клиники. Чтобы решить перечисленные проблемы, было принято решение разработать мобильное приложение, реализующее ту же функциональность, что и DIAGN1, но более удобное в использовании. Изменившиеся методики лечения потребовали сделать прогноз более тревожным: ложное предсказание нормального течения болезни у пациента с предрецидивным синдромом более опасно, чем ложное предсказание кровотечения.

В целях достижения поставленной задачи было решено разработать мобильное приложение, которое позволит прогнозировать течение болезни непосредственно на мобильном устройстве, а также создать приложение для стационарных компьютеров. Данные, введенные в анкеты пациентов, синхронизируются между мобильным приложением и версией для ПК через Яндекс.Диск.

Мобильное приложение разработано для платформы **Android**, что обеспечивает его широкую доступность для медицинских специалистов. Разработанное мобильное приложение поддерживает широкий диапазон версий Android, начиная с **Android 8** и вплоть до новейших **Android 15**, что обеспечивает его совместимость с подавляющим большинством современных мобильных устройств. Такой широкий охват версий операционной системы позволяет использовать приложение как на старых, так и на новых смартфонах и планшетах, что особенно важно для медицинских учреждений, где оборудование может обновляться неравномерно. Поддержка старых версий Android достигается за счет использования совместимых API и оптимизированных библиотек, а для новых версий реализованы современные функции, такие как улучшенная адаптивные интерфейсы с поддержкой современных дизайнерских решений производителей телефонов. Это гарантирует стабильную работу приложения на любом устройстве, без потери функциональности и удобства использования.

Для реализации приложения использованы следующие технологии:

* **Язык программирования**: С#, обеспечивающий высокую производительность и безопасность кода и фреймворк MAUI.
* **Архитектура**: Приложение построено по принципам **MVVM (Model-View-ViewModel)**, что обеспечивает четкое разделение логики, интерфейса и данных, упрощая поддержку и масштабирование.
* **Локальное хранилище**: Database для сохранения анкет пациентов и результатов диагностики.

**Функциональность приложения:**

1. **Анкетирование пациента**:
   * Врач заполняет электронную анкету, включающую ключевые клинические и анамнестические параметры.
   * Поддержка оффлайн-режима для работы вне стационара.
2. **Оценка риска**:
   * Приложение анализирует введенные данные и вычисляет вероятность рецидивного кровотечения, используя адаптированный алгоритм.
   * Результаты отображаются в виде процентов вероятности возникновения кровотечения.
3. **Безопасность и конфиденциальность**:
   * Данные пациентов шифруются и хранятся в соответствии с требованиями медицинской этики и законодательства.
4. **Улучшение алгоритмов, накопление данных**:
   * Анкеты, заполненные на мобильных устройствах, автоматически синхронизируются с **Яндекс Диском,** что позволяет централизованно собирать и анализировать новые данные для расширения обучающей выборки. Передача информации на Яндекс.Диск происходит только после **подтверждения лечащим врачом правильности введенных данных**, что обеспечивает их достоверность. Такой подход позволяет постепенно улучшать алгоритмы оценки риска за счет актуальных клинических случаев, сохраняя при этом контроль над качеством поступающей информации.

Гибкость структуры базы данных обеспечивается за счет модульного подхода и нормализации, что позволяет легко адаптировать систему к изменениям требований без значительных перестроек. Основные таблицы (Doctors, Anket) хранят базовую информацию о врачах и пациентах, а динамические характеристики пациентов вынесены в отдельные связанные таблицы (Char, Char\_Val, Anket\_Val). Таблица Char содержит описания всех характеристик, включая их типы, допустимые диапазоны значений и значимость, что позволяет добавлять новые параметры без изменения структуры базы. Для категориальных и ранговых признаков используется таблица Char\_Val, обеспечивающая гибкость в определении возможных значений. Данные пациентов разделены на проверенные (Anket\_Val\_Trust) и новые (Anket\_Val\_New), что упрощает процесс верификации и интеграции в обучающую выборку. Такая архитектура базы данных обеспечивает масштабируемость, удобство поддержки и возможность быстрого расширения функциональности приложения.

Верификация мобильного приводились путем сравнения результатов прогнозирования предрецедивного синдрома у 559 пациентов. В таблице 1 приведены результаты прогнозов, сделанных программой DIAGN1 и мобильным приложением, распределенные по фактическим диагнозам исследуемых пациентов.

Таблица 1. Сравнение результатов прогнозирования

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Диагноз | Прогноз | DIAGN1 | Мобильное приложение |
| Предрецидивный синдром | Предрецидивный синдром | 54 | 72 |
| Консервативное лечение | 38 | 20 |
| Консервативное лечение | Консервативное лечение | 409 | 396 |
| Предрецидивный синдром | 58 | 71 |
| Общее количество больных | | 559 | 559 |

Как и ожидалось, прогноз мобильного приложения более тревожный. Это демонстрирует изменение представлений о соотношении рисков I и II рода в современной медицинской практике.

В таблице 2 приведены характеристики прогностичности метода прогнозирования, использованного в мобильном приложении

Таблица 2. Характеристики прогностичности

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Характеристика | Обозначение | Значение | Стандартная ошибка |
| Чувствительность | Se | 0,955 | 0,010 |
| Специфичность | Sp | 0,455 | 0,038 |
| Распространенность | p | 0,694 | 0,019 |
| Прогностичность положительного результата | PPV | 0,799 | 0,012 |
| Прогностичность отрицательного результата | NPV | 0,816 | 0,056 |

Разработанное мобильное приложение позволяет оперативно у постели пациента оценить риск повторного кровотечения и вовремя принять меры по спасению пациента. Прогностические характеристики алгоритма прогнозирования, реализованного в приложении не уступают характеристикам хорошо зарекомендовавшей себя программы DIAGN1. Внедрение данного приложения в врачебную практику позволит лечащим врачам оперативно принимать решения на основании опыта, накопленного экспертами за многие годы врачебной практики.

В дальнейшем, для повышения достоверности и оперативности прогнозов планируется использовать методы машинного обучения.

Литература

Гайдышев И.П. Моделирование стохастических и детерминированных систем: Руководство пользователя программы AtteStat. – Курган, 2015.484 с.

Чиркова В.М. Перспективы внедрения мобильных приложений при подготовке студентов-медиков к профессиональной деятельности // Карельский научный журнал. 2020. № 1(30). Т.9. С. 43-46.