



Международный журнал информационных технологий и
энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.8

СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ БИОХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА КРОВИ

¹Колпакиди Н.А., Коценко А.А.

ФГБОУ ВО "МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Э. БАУМАНА (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)",
Москва, Россия, (105005, город Москва, 2-Я Бауманская ул, д. 5 стр. 1), e-mail: ¹
randeren@mail.ru

Целью работы является создание экспертной системы поддержки принятия решений для биохимического анализа крови на основе миварных технологий. В исследовании проведен анализ предметной области, включая изучение минимального профиля биохимического анализа крови, который позволяет оценить общее состояние здоровья пациента и определить дальнейшие направления обследования. Разработана миварная база знаний, включающая правила для интерпретации следующих биохимических показателей: глюкоза, общий белок, билирубин, холестерин, ферменты (АлАТ, АсАТ, ГГТ), креатинин, мочевины и электролиты (калий, натрий, хлор). База знаний создана с использованием миварного конструктора экспертных систем, что позволяет быстро обрабатывать данные и выдавать рекомендации по дальнейшему обследованию у профильных специалистов. Экспериментальная проверка системы подтвердила ее работоспособность и корректность интерпретации данных. Система успешно определяет отклонения биохимических показателей от нормы и рекомендует дальнейшие шаги для диагностики и лечения. Проведены тесты на обработку некорректных данных, что показало устойчивость системы к ошибкам ввода. Разработанная система позволяет сократить время на интерпретацию результатов анализов и повысить точность диагностики. В будущем планируется расширение функциональности системы за счет учета индивидуальных особенностей пациентов и интеграции с медицинскими информационными системами. Работа представляет собой важный шаг в направлении автоматизации медицинской диагностики и является полезной для врачей в медицинских учреждениях.

Ключевые слова: Мивар, миварные сети, искусственный интеллект, экспертные системы, базы знаний, биохимический анализ крови.

DEVELOPMENT OF A DECISION SUPPORT SYSTEM FOR BLOOD BIOCHEMICAL ANALYSIS

¹Kolpakidi N.A., Kutsenko A.A.

BAUMAN MOSCOW STATE TECHNICAL UNIVERSITY (NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY),
Moscow, Russia, (105005, Moscow, 2nd Baumanskaya ul, 5 bld. 1), e-mail: ¹ randeren@mail.ru

The purpose of the work is to create an expert decision support system for biochemical blood analysis based on mivar technologies. The study analyzes the subject area, including the study of the minimal profile of biochemical blood analysis, which allows to assess the general health of the patient and determine further directions of examination. A mivar knowledge base was developed including rules for interpreting the following biochemical parameters: glucose, total protein, bilirubin, cholesterol, enzymes (AlAT, AsAT, GGT), creatinine, urea and electrolytes (potassium, sodium, chlorine). The knowledge base was created using the mivar constructor of expert systems, which allows fast data processing and issuing recommendations for further examination by specialized specialists. Experimental testing of the system confirmed its operability and correctness of data interpretation. The system successfully identifies deviations of biochemical parameters from the norm and recommends further steps for diagnosis and treatment. Tests on processing of incorrect data were carried out, which showed the stability of the system to input errors. The developed system allows to reduce the time for interpretation of test

results and increase the accuracy of diagnostics. In the future it is planned to expand the functionality of the system by taking into account individual characteristics of patients and integration with medical information systems. The work represents an important step in the direction of automation of medical diagnostics and is useful for doctors in medical institutions.

Keywords: Mivar, mivar networks, artificial intelligence, expert systems, knowledge bases, blood biochemical analysis.

Введение.

Создание системы поддержки принятия решений (СППР) для биохимического анализа крови актуально из-за большого объема работы, маленького количества времени для оценки биохимического анализа крови и выдачи дальнейшего направления пациенту. Биохимический анализ крови – это лабораторное исследование, которое позволяет оценить работу внутренних органов и систем организма. Существуют разные профили анализа биохимии крови, которые содержат разный набор анализов.

В работе используются миварные технологии, что позволяет получить результат за доли секунд на обычном персональном компьютере или ноутбуке. Цель работы – создать СППР для биохимического анализа крови, которая будет показывать какие параметры повышены, понижены, в норме и давать рекомендации для дальнейшего обследования у конкретного специалиста. В задачи работы входило изучение предметной области биохимии крови, для этого использовался сайт сети клиник Инвитро [1].

Для разработки миварной базы знаний в программе КЭСМИ нужно было изучить основы языка JavaScript. Экспериментальная проверка системы в КЭСМИ включает в себя уже готовую модель и загруженные в нее правила для дальнейшей проверки системы. Основной раздел работы состоит из следующих частей: анализ предметной области, анализ альтернативных подходов решения задачи, разработка миварной базы знаний, экспериментальная проверка системы.

Анализ предметной области.

Биохимический анализ крови включает в себя определение уровня различных веществ в крови, таких как белки, ферменты, гормоны, липиды, углеводы, витамины и минералы. На сайте Инвитро [1] говорится о биохимическом анализе крови, конкретных анализах, и за что они отвечают. В проекте используется минимальный профиль анализа биохимии крови.

Минимальный биохимический профиль помогает провести первичную оценку общего состояния здоровья, а также определить ход дальнейшего обследования. Комплексное исследование включает биохимические показатели белкового, липидного (жирового), углеводного обменов, водно-электролитного баланса, применяемые для оценки риска развития сахарного диабета, сердечно-сосудистой патологии, в том числе атеросклероза, а также выявления заболеваний почек, желудочно-кишечного тракта.

Однако для правильной интерпретации результатов анализа необходимо учитывать множество факторов, что делает этот процесс трудоемким и зависимым от опыта врача. В статье [2] "О создании прототипа миварной сети знаний для системы диагностики сахарного диабета" Варламова О.О. и Чувикова Д.А. подробно описан процесс разработки миварной системы, предназначенной для автоматической диагностики диабета, которая может значительно сократить время на интерпретацию данных и повысить точность диагностики.

Низкая скорость приема пациентов обусловлена ручным анализом больших объемов данных биохимического анализа крови. Терапевту приходится тратить значительное время на

интерпретацию результатов, что приводит к задержкам в постановке диагноза и назначении лечения, что может негативно сказаться на качестве медицинской помощи.

Применение экспертных систем в медицине, особенно таких, которые используют искусственный интеллект и миварные технологии, позволяет улучшить качество диагностики и повысить уверенность врачей в своих решениях. В этом контексте аналогичный подход применялся в статье [3] "МЭС оценки содержимого пакетных данных в локальной сети" Старых Ф.А., Лупанчука В.Ю. и Семкина А.П., где рассматривается использование миварных систем для обработки данных в области кибербезопасности. Эта аналогия подчеркивает важность таких технологий в других отраслях, где данные должны быть быстро и точно обработаны, что также имеет непосредственное отношение к медицинским системам обработки данных.

Распишем функции каждого из параметров минимального биохимического профиля:

1. Глюкоза – основной источник энергии для метаболических процессов в организме человека, является обязательным компонентом большинства внутриклеточных структур, участвует в синтезе нуклеиновых кислот (рибоза, дезоксирибоза), образует соединения с белками (гликопротеиды, протеогликаны) и липидами (гликолипиды).

2. Общий белок – выступает показателем белкового обмена, отражающим содержание всех фракций белков в сыворотке крови. Тест используется в комплексных биохимических обследованиях пациентов при различных заболеваниях.

3. Билирубин общий – определение уровня билирубина в сыворотке крови используют для выявления поражений печени различного происхождения, закупорки желчных путей, гемолитической анемии, желтухи новорожденных.

4. Билирубин прямой – определение концентрации конъюгированного (прямого) билирубина в сыворотке крови используют в дифференциальной диагностике заболеваний, сопровождающихся желтухой (повышением уровня билирубина).

5. Холестерин общий – оценку уровня холестерина в сыворотке крови используют для оценки сердечно-сосудистых рисков, в диагностике нарушений обмена липидов, а также в комплексных обследованиях пациентов с патологией почек, печени, эндокринной системы.

6. АлАТ (Аланинаминотрансфераза) – определение уровня АЛТ в сыворотке крови применяют преимущественно в диагностике и контроле течения болезней печени, а также в комплексных биохимических исследованиях

7. АсАТ (Аспартатаминотрансфераза) – определение уровня АСТ в сыворотке крови используют преимущественно в диагностике и контроле течения болезней печени, а также в комплексных биохимических исследованиях.

8. Гамма-глутамилтранспептидаза (ГГТ) – определение уровня ГГТ в сыворотке крови используют преимущественно для выявления возможной патологии печени и желчевыводящих путей.

9. Фосфатаза щелочная – оценку уровня щелочной фосфатазы в сыворотке крови применяют в целях скрининга и контроля лечения патологии печени или костной ткани.

10. Креатинин – продукт метаболизма мышечных клеток, удаляется из крови почками. Тест используют в качестве маркера функции почек для диагностики и мониторинга острых и хронических болезней почек, а также в скрининговых обследованиях.

11. Мочевина – конечный продукт расщепления белковых молекул, выводимый из организма почками. Определение уровня мочевины в сыворотке крови используют для оценки

выделительной функции почек и контроля эффективности лечения пациентов с почечными заболеваниями.

12. Калий, натрий, хлор в сыворотке крови – определение уровня калия, натрия и хлора в сыворотке крови используется для скрининга электролитов и исследования кислотно-щелочного дисбаланса.

В данном проекте значения и диапазоны элементов берутся из сети клиник Инвитро [1], они могут отличаться от других, в зависимости от того, какой системой и какими приборами для исследований пользуется клиника.

Разработка миварной базы знаний.

Одним из важнейших этапов в создании системы поддержки принятия решений является разработка базы знаний. В медицинской практике база знаний должна включать не только информацию о нормах и отклонениях для различных биохимических показателей, но и учитывать индивидуальные особенности пациента, такие как его возраст, пол, история заболеваний и другие важные данные.

Система будет использовать миварные технологии, которые обеспечат точность и актуальность этих данных. Статья [4] "Создание миварной базы знаний по подбору рекомендаций на маркетплейсе для предприятий машиностроения" посвящена исследованию использования баз знаний миварных экспертных систем для подбора рекомендаций на маркетплейсах, ориентированных на предприятия машиностроения и частных лиц.

В статье [5] "МЭС для подбора спортивного тренажера " Абрамова В.Г. и его коллег рассматриваются методы использования миварных систем в других отраслях, таких как спорт, для подбора тренажеров, что аналогично тому, как миварные системы могут быть использованы в медицине для подбора наилучших рекомендаций на основе данных биохимического анализа.

Миварные системы, основанные на логических алгоритмах, могут создавать сложные цепочки решений, что значительно повышает эффективность диагностики. Статья [6] "МЭС для определения профильного специалиста по собранному анамнезу" предлагает инновационный подход к решению проблемы задержек в оказании медицинской помощи пациентам с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Использование экспертной системы на основе миварных технологий позволяет эффективно распределять пациентов между специалистами, сокращая время ожидания и улучшая качество диагностики. Такой подход не только ускоряет процесс лечения, но и помогает избежать ненужных визитов к кардиологу, что особенно важно в условиях высокой нагрузки на медицинские учреждения.

Статья [7] "МЭС для подбора оправы для очков". посвящена разработке миварной экспертной системы (МЭС) для подбора оправы для очков на основе внешних признаков пользователя. Система использует набор параметров оправы, которые подбираются в зависимости от характеристик лица человека, таких как черты лица, тон кожи, цвет волос, форма бровей, наличие или отсутствие бороды и других факторов. Для создания и тестирования системы был использован программный продукт КЭСМИ Wi!Mi Разуматор, который позволяет учитывать индивидуальные особенности пользователя и предлагать наиболее подходящие варианты оправ.

Исследование демонстрирует применение миварной экспертной системы для решения задачи индивидуального подбора оправы для очков. Использование Разуматора позволяет

учитывать уникальные внешние признаки каждого человека, что делает систему эффективным инструментом для рекомендаций. Такой подход не только упрощает процесс выбора оправы, но и повышает удовлетворенность пользователей, предлагая им персонализированные решения, соответствующие их внешности и стилю.

Статья [8] "МЭС для подбора гаммы цветов веб-сайта" демонстрирует применение миварной экспертной системы для автоматизации выбора цветовой гаммы веб-сайтов. Использование КЭСМИ позволяет создать интеллектуальную систему, которая учитывает предпочтения пользователя и специфику проекта, что делает ее полезным инструментом для веб-дизайнеров и разработчиков. Такой подход не только упрощает процесс подбора цветов, но и повышает качество визуального оформления веб-сайтов, делая их более привлекательными для целевой аудитории.

В статье [9] "О проекте создания миварной экспертной системы 'Метаболический синдром. Анализ и предварительный диагноз'" рассматривается процесс создания миварной базы знаний, которая будет использоваться для диагностики метаболического синдрома. Это пример того, как база знаний в миварных системах может быть эффективно использована для диагностики сложных заболеваний на основе биохимического анализа.

Для самой разработки базы знаний потребуется программное обеспечение КЭСМИ (Конструктор Экспертных Систем Миварный) – это конструктор, позволяющий создавать содержащие большое количество правил и параметров экспертные системы в разных предметных областях. Благодаря миварному подходу можно находить алгоритмы и решения задач за доли секунд, пользуясь компьютером или ноутбуком. Простые правила в программе можно настраивать через логику ЕСЛИ-ТО, а для более сложных правил пишутся скрипты на языке программирования JavaScript.

Модель КЭСМИ сохраняется в формате XML, что нужно для хранения и передачи базы знаний. В модели введена ограниченная группа возраста от 18 до 50 лет, так как иначе требуется детальнее учитывать возрастные особенности. В систему вводятся параметры, они проходят через правила и отношения, показывая, где выше, ниже или в норме, далее показывается рекомендация к кому следует обратиться и пройти дальнейшее обследование.

Отношение на языке программирования JavaScript для анализа уровня АЛТ (аланинаминотрансферазы) позволяет продемонстрировать работу миварной системы (рис. 1). Миварная экспертная система анализирует, что если уровень фермента превышает норму, то требуется порекомендовать направление к специалисту. Этот принцип можно адаптировать для множества других показателей, например, для анализа уровня глюкозы, холестерина и других важных биохимических маркеров.

```
// Отношение Норма_АланинАТ
var gender, age, alanine_aminotransferase, alanine_aminotransferase_n
if (gender == "М") {
    if (age >= 18 && age <= 50) {
        if (alanine_aminotransferase > 41) {
            alanine_aminotransferase_n = "выше нормы"
        }
        else {
            alanine_aminotransferase_n = "в норме"
        }
    }
    else {
        alanine_aminotransferase_n = "ошибка (возраст)"
    }
}
else if (gender == "Ж") {
    if (age >= 18 && age <= 50) {
        if (alanine_aminotransferase > 31) {
            alanine_aminotransferase_n = "выше нормы"
        }
        else {
            alanine_aminotransferase_n = "в норме"
        }
    }
    else {
        alanine_aminotransferase_n = "ошибка (возраст)"
    }
}
else {
    alanine_aminotransferase_n = "ошибка (пол)"
}
```

Рисунок 1 – Пример отношения Норма_АланинА

Особенность предлагаемой системы заключается в том, что она не только помогает интерпретировать биохимические показатели, но и рекомендует направление пациента к профильному специалисту. Например, если у пациента повышены уровни глюкозы и калия, система может рекомендовать консультацию эндокринолога. Это значительно улучшит точность диагностики и ускорит процесс назначения лечения.

Использование таких решений уже доказало свою эффективность в других областях. В статье [5] "МЭС для подбора спортивного тренажера" Абрамова В.Г. рассматриваются примеры, когда системы помогают пользователю выбрать подходящий тренажер на основе данных о состоянии его здоровья. Аналогичный подход может быть использован в медицине для выбора подходящих специалистов и назначения дальнейших исследований.

На Рисунке 2 изображены параметры минимального профиля биохимического анализа крови и специалисты, которые отвечают за определенную связку анализов.

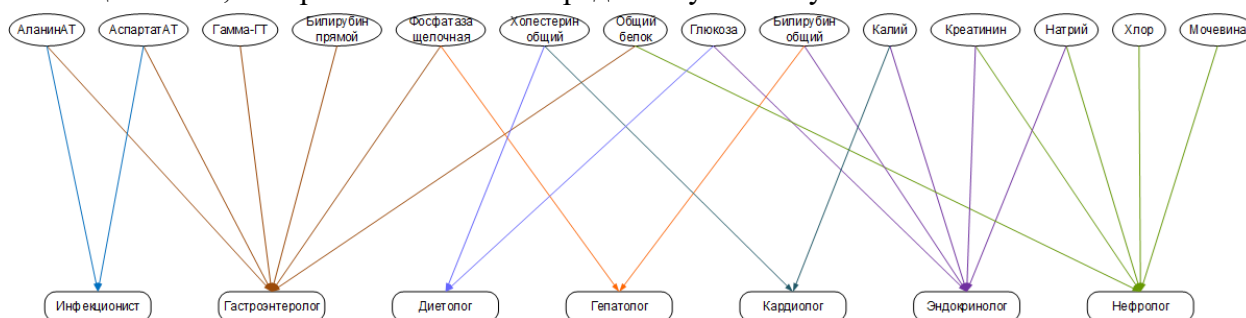


Рисунок 2 – Соответствие биохимических показателей и специалистов

Экспериментальная проверка системы.

После того как база знаний разработана, необходимо провести серию экспериментальных проверок системы. Это поможет убедиться, что система правильно интерпретирует результаты анализов и дает точные рекомендации. Экспериментальная проверка является неотъемлемой частью процесса разработки, так как она помогает выявить возможные ошибки или недочеты в алгоритмах и базе знаний, а также улучшить систему в целом.

Экспериментальная проверка в реальных условиях позволит также протестировать функциональность системы, интеграцию с медицинскими базами данных и взаимодействие с врачами. Система будет проходить несколько этапов тестирования, чтобы гарантировать корректную работу всех алгоритмов и их совместимость с различными медицинскими информационными системами.

В первом эксперименте (Рисунок 3) параметры АлАТ и АсАТ оказались выше нормы. Система рекомендует дальше обследоваться у Гастроэнтеролога и Инфекциониста. Во втором эксперименте (Рисунок 4) параметры АсАТ и Гамма-ГТ оказались выше нормы. Система также рекомендует пройти обследование у Гастроэнтеролога и Инфекциониста. Также проведена обработка неправильного ввода в КЭСМИ для проверки вывода ошибки в значении и причины. На Рисунке 5 неправильно указан возраст, так как в систему вводятся только значения от 18 до 50 лет. На Рисунке 6 неправильно указан пол, так как учитываются только сокращения «м» и «ж».

Тест: Биохимия крови

Объект	Значение	Найти
Биохимия крови		
0. Параметры пациента		
Возраст (18-50)	18	☐
Пол (м/ж)	М	☐
1. Результаты анализа		
2. Соответствие норме		
Норма_АланинАТ	выше нормы	☒
Норма_АспартатАТ	выше нормы	☒
Норма_Билирубин_общий	в норме	☒
Норма_Билирубин_прямой	в норме	☒
Норма_Гамма-ГТ	в норме	☒
Норма_Глюкоза	в норме	☒
Норма_Калий	в норме	☒
Норма_Креатинин	в норме	☒
Норма_Мочевина	в норме	☒
Норма_Натрий	в норме	☒
Норма_Общий белок	в норме	☒
Норма_Фосфатаза-Щ	в норме	☒
Норма_Хлор	в норме	☒
Норма_Холестерин_общий	в норме	☒
3. Дальнейшие обследования		
Гастроэнтеролог	требуется обследование	☒
Гепатолог	все в порядке	☒
Диетолог	все в порядке	☒
Инфекционист	требуется обследование	☒
Кардиолог	все в порядке	☒
Нефролог	все в порядке	☒
Эндокринолог	все в порядке	☒

Рисунок 3 – Первый эксперимент

Тест: Биохимия крови

Объект	Значение	Найти
Биохимия крови		
0. Параметры пациента		
Возраст (18-50)	45	☐
Пол (м/ж)	Ж	☐
1. Результаты анализа		
2. Соответствие норме		
Норма_АланинАТ	в норме	☒
Норма_АспартатАТ	выше нормы	☒
Норма_Билирубин_общий	в норме	☒
Норма_Билирубин_прямой	в норме	☒
Норма_Гамма-ГТ	выше нормы	☒
Норма_Глюкоза	в норме	☒
Норма_Калий	в норме	☒
Норма_Креатинин	в норме	☒
Норма_Мочевина	в норме	☒
Норма_Натрий	в норме	☒
Норма_Общий белок	в норме	☒
Норма_Фосфатаза-Щ	в норме	☒
Норма_Хлор	в норме	☒
Норма_Холестерин_общий	в норме	☒
3. Дальнейшие обследования		
Гастроэнтеролог	требуется обследование	☒
Гепатолог	все в порядке	☒
Диетолог	все в порядке	☒
Инфекционист	требуется обследование	☒
Кардиолог	все в порядке	☒
Нефролог	все в порядке	☒
Эндокринолог	все в порядке	☒

Рисунок 4 – Второй эксперимент

Проект

Наименование	Тип
Биохимия крови	
0. Параметры пациента	
Возраст (18-50)	123
Пол (м/ж)	ABC
1. Результаты анализа	
АланинАТ (31+)	123
АспартатАТ (37-)	123
Билирубин_общий (3.4-20.5)	123
Билирубин_прямой (8.6+)	123
Гамма-ГТ (32-49)	123
Глюкоза (3.8-5.9)	123
Калий (3.5-5.1)	123
Креатинин (43-104)	123
Мочевина (2.1-7.1)	123
Натрий (136-145)	123
Общий_белок (64-83)	123
Фосфатаза-Щ (40-150)	123
Хлор (101-110)	123
Холестерин_общий (2.93-7.15)	123
2. Соответствие норме	
Норма_АланинАТ	ABC
Норма_АспартатАТ	ABC
Норма_Билирубин_общий	ABC
Норма_Билирубин_прямой	ABC
Норма_Гамма-ГТ	ABC
Норма_Глюкоза	ABC
Норма_Калий	ABC
Норма_Креатинин	ABC
Норма_Мочевина	ABC
Норма_Натрий	ABC
Норма_Общий белок	ABC
Норма_Фосфатаза-Щ	ABC
Норма_Хлор	ABC
Норма_Холестерин_общий	ABC
3. Дальнейшие обследования	

Тест: Биохимия крови

Объект	Значение	Найти
Биохимия крови		
0. Параметры пациента		
Возраст (18-50)	17	☐
Пол (м/ж)	Ж	☐
1. Результаты анализа		
2. Соответствие норме		
Норма_АланинАТ	ошибка (возраст)	☐
Норма_АспартатАТ	ошибка (возраст)	☐
Норма_Билирубин_общий	ошибка (возраст)	☐
Норма_Билирубин_прямой	ошибка (возраст)	☐
Норма_Гамма-ГТ	ошибка (возраст)	☐
Норма_Глюкоза	ошибка (возраст)	☐
Норма_Калий	ошибка (возраст)	☐
Норма_Креатинин	ошибка (возраст)	☐
Норма_Мочевина	ошибка (возраст)	☐
Норма_Натрий	ошибка (возраст)	☐
Норма_Общий белок	ошибка (возраст)	☐
Норма_Фосфатаза-Щ	ошибка (возраст)	☐
Норма_Хлор	ошибка (возраст)	☐
Норма_Холестерин_общий	ошибка (возраст)	☐
3. Дальнейшие обследования		
Гастроэнтеролог	ошибка	☒
Гепатолог	ошибка	☒
Диетолог	ошибка	☒
Инфекционист	ошибка	☒
Кардиолог	ошибка	☒
Нефролог	ошибка	☒
Эндокринолог	ошибка	☒

Рисунок 5 – Демонстрация ошибки возраста

The screenshot displays a software interface for a blood chemistry analysis system. On the left, a tree view lists various parameters under the heading 'Биохимия крови'. On the right, a table titled 'Тест: Биохимия крови' shows the results for these parameters. The table has three columns: 'Объект' (Object), 'Значение' (Value), and 'Найти' (Find). The 'Значение' column contains red text indicating errors, such as 'ошибка (пол)' (error (gender)).

Объект	Значение	Найти
Биохимия крови		
0. Параметры пациента		
Возраст (18-50)	25	☐
Пол (м/ж)	муж	☐
1. Результаты анализа		
2. Соответствие норме		
Норма_АланинАТ	ошибка (пол)	☐
Норма_АспартатАТ	ошибка (пол)	☐
Норма_Билирубин_общий	ошибка (пол)	☐
Норма_Билирубин_прямой	ошибка (пол)	☐
Норма_Гамма-ГТ	ошибка (пол)	☐
Норма_Глюкоза	ошибка (пол)	☐
Норма_Калий	ошибка (пол)	☐
Норма_Креатинин	ошибка (пол)	☐
Норма_Мочевина	ошибка (пол)	☐
Норма_Натрий	ошибка (пол)	☐
Норма_Общий белок	ошибка (пол)	☐
Норма_Фосфатаза-Щ	ошибка (пол)	☐
Норма_Хлор	ошибка (пол)	☐
Норма_Холестерин_общий	ошибка (пол)	☐
3. Дальнейшие обследования		
Гастроэнтеролог	ошибка	☒
Гепатолог	ошибка	☒
Диетолог	ошибка	☒
Инфекционист	ошибка	☒
Кардиолог	ошибка	☒
Нефролог	ошибка	☒
Эндокринолог	ошибка	☒

Рисунок 6 – Демонстрация ошибки пола

Заключение.

В ходе работы проведен анализ биохимических показателей крови, выбран минимальный профиль, состоящий из 15 параметров, каждый из которых отвечает за конкретного специалиста. Разработана система поддержки принятия решений для биохимического анализа крови, которая позволяет сократить время, затрачиваемое на рутинные задачи, и повысить качество оказываемой медицинской помощи.

Создана база знаний, включающая код для каждого параметра анализа, проверку на соответствие норме, повышение или понижение показателей, а также рекомендации по дальнейшему обследованию. Проведена экспериментальная проверка системы, включая тестирование на некорректные данные, что подтвердило ее устойчивость к ошибкам ввода. Система корректно определяет, находятся ли показатели биохимического анализа крови в норме, повышены или понижены, и рекомендует дальнейшие обследования у профильных специалистов.

В будущем проект может быть расширен за счет учета индивидуальных особенностей пациентов, таких как возраст, пол, история заболеваний и другие факторы. Также планируется адаптация системы к различным медицинским учреждениям, что позволит предоставлять персонализированные рекомендации в зависимости от региона и специфики клиники. Разработанная система представляет собой важный шаг в направлении автоматизации медицинской диагностики и имеет потенциал для дальнейшего развития, что может значительно улучшить качество и скорость оказания медицинской помощи.

Список литературы

1. Биохимия крови: минимальный профиль // Инвитро URL: <https://www.invitro.ru/analizes/profi/908/6761/> (дата обращения: 26.02.2025).
2. Ким Х., Варламов О.О., Чувилов Д.А. и др. О создании прототипа миварной сети знаний для системы диагностики сахарного диабета // Информация и образование: границы коммуникаций. 2020. № 12(20). С. 173-178. EDN JNUJVB.
3. Старых Ф.А., Лупанчук В.Ю., Семкин А.П. МЭС оценки содержимого пакетных данных в локальной сети // МИВАР'24: Сборник научных статей, Москва, 18–20 апреля 2024 года. Москва: ИНФРА-М, 2024. С. 102-106. EDN FKVQMO.
4. Глазетская Л.И., Цепов И.А., Медведев М.В. и др. Создание миварной базы знаний по подбору рекомендаций на маркетплейсе для предприятий машиностроения // Современные тенденции развития ИСиМК: Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции, Ростов-на-Дону, 25 января 2024 года. Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2024. С. 171-177. EDN BQTUDK.
5. Абрамов В.Г., Еремехин В.С., Некрасов С.А. и др. МЭС подбора спортивного тренажера // МИВАР'24: Сборник научных статей, Москва, 18–20 апреля 2024 года. Москва: ИНФРА-М, 2024. С. 16-22. EDN EOYVGV.
6. Перфильева К.А., Алферов В.В., Воропаев Н.М. и др. МЭС для определения профильного специалиста по собранному анамнезу // Мивар'23: Сборник студенческих статей. Москва: ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2023. С. 155-162. EDN QREGWK.
7. Ишков Д.О., Фадеев А.А., Курганова А.Г. и др. МЭС для подбора оправы для очков // Мивар'22: Сборник научных статей. Москва: Издательский Дом "Инфра-М", 2022. С. 38-44. EDN CXWYVK.
8. Ким А.М., Бибилов П.А., Поддубный М.Н. и др. МЭС для подбора гаммы цветов веб-сайта // МИВАР'24: Сборник научных статей, Москва, 18–20 апреля 2024 года. Москва: ИНФРА-М, 2024. С. 62-66. EDN FMWNDG.
9. Адамова Л.Е., Варламов О.О., Чувилов Д.А. О проекте создания миварной экспертной системы "Метаболический синдром. Анализ и предварительный диагноз" для эндокринолога // ИТиПММ: материалы II Всероссийской научной конференции, Дивноморское, 30 сентября – 03 октября 2019 года / Министерство науки и высшего образования РФ, ДГТУ. Дивноморское: ДГТУ, 2019. С. 46-47. EDN DHLEIR.

References

1. Blood Biochemistry: a minimal profile // Invitro URL: <https://www.invitro.ru/analizes/profi/908/6761/> (date of reference: 02/26/2025).
2. Kim H., Varlamov O.O., Chuvikov D.A. and others. On creating a prototype of a mivar knowledge network for a diabetes diagnosis system // Information and education: boundaries of communication. 2020. No. 12(20). pp. 173-178. EDN JNUJVB.
3. Starykh F.A., Lupanchuk V.Yu., Semkin A.P. MES assessment of packet data content in a local network // MIVAR'24: Collection of scientific articles, Moscow, April 18-20, 2024. Moscow: INFRA-M, 2024. pp. 102-106. EDN FKVQMO.
4. Glazetskaya L.I., Tsepov I.A., Medvedenko M.V. and others. Creation of a comprehensive knowledge base for the selection of recommendations on the marketplace for engineering

- enterprises //Current trends in the development of ISiMK: Proceedings of the All-Russian Scientific and Technical Conference, Rostov-on-Don, January 25, 2024. Rostov-on-Don: DSTU, 2024. pp. 171-177. EDN BQTUDK.
5. Abramov V.G., Eremikhin V.S., Nekrasov S.A. and others. MES selection of a sports simulator // MIVAR'24: Collection of scientific articles, Moscow, April 18-20, 2024. Moscow: INFRA-M, 2024. pp. 16-22. EDN EOYVGU.
 6. Perfilieva K.A., Alferov V.V., Voropaev N.M. and others. MES for determining the profile specialist based on the collected medical history // Mivar'23: Collection of student articles. Moscow: INFRA-M Scientific Publishing Center, LLC, 2023. pp. 155-162. EDN QREGWK.
 7. Ishkov D.O., Fadeev A.A., Kurganova A.G. and others. MES for the selection of eyeglass frames // Mivar'22: Collection of scientific articles. Moscow: Infra-M Publishing House, 2022. pp. 38-44. EDN CXWYVK.
 8. Kim A.M., Bibikov P.A., Poddubny M.N. and others. MES for selecting a range of website colors // MIVAR'24: Collection of scientific articles, Moscow, April 18-20, 2024. Moscow: INFRA-M, 2024. pp. 62-66. EDN FMWNDG.
 9. Adamova L.E., Varlamov O.O., Chuvikov D.A. On the project of creating the mivar expert system "Metabolic syndrome. Analysis and preliminary diagnosis" for an endocrinologist // ITiPMM: proceedings of the II All–Russian Scientific Conference, Divnomorskoye, September 30 - October 03, 2019 / Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, DSTU. Divnomorskoye: DSTU, 2019. pp. 46-47. EDN DHLEIR.
-