

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 615.47

Терпиловская
Юлия Геннадьевна

Программный комплекс для исследования
многокомпонентных жидких сред

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук

по специальности 1–41 80 02 «Технология и оборудование для производства
полупроводников, материалов и приборов электронной техники»

Научный руководитель
Бондарик Василий Михайлович
канд. техн. наук, доцент

Минск 2016

ВВЕДЕНИЕ

Кровь – важнейшая интегрирующая система, которая обеспечивает обмен метаболитами и информацией между тканями и клетками, пластическую и защитную функции организма. Протекая по закрытому контуру, кровь контактирует со всеми органами. Общая поверхность капилляров человеческого организма составляет около 1000 м². Многообразие и важность функций, огромная протяженность приводят к значительной уязвимости системы кровообращения. Гемостаз призван поддерживать нормальное агрегатное состояние крови [1].

Термином «гемостаз» обозначаются те биологические и биохимические процессы, которые, с одной стороны, участвуют в поддержании целостности стенок кровеносных сосудов и жидкого состояния крови, а с другой – обеспечивают предупреждение и купирование кровотечений. Элементы системы гемостаза участвуют также в таких важных процессах жизнедеятельности, как воспаление, репарация тканей и др. Таким образом, системе гемостаза принадлежит одна из важнейших гомеостатических функций [2].

Диагностика состояния системы гемостаза – важнейший фактор эффективности лечения многих заболеваний и снижения смертности населения. Применение анализаторов гемостаза необходимо на различных уровнях оказания медицинской помощи в поликлиниках – для диспансеризации населения, для контроля при приеме антикоагулянтов; в родильных домах – для контроля уровня гемостаза у беременных; в хирургии – для контроля применения антикоагулянтов и трансфузионной терапии; при экстренной медицинской помощи – для экспресс-диагностики нарушений свертываний крови [7].

В настоящее время наиболее распространенный методический подход для оценки гемостаза в клиничко-диагностической лаборатории – выполнение коагулологических тестов. Коагулологические методы основаны на измерении промежутка времени с момента внесения реагента, запускающего каскад свертывания плазмы крови, до момента коагуляции – образования фибринового сгустка. В зависимости от присутствия в реакционной пробе тех или иных активаторов или ингибиторов, добавляемых при проведении исследования, оценивают активность отдельных звеньев плазменного гемостаза [8].

Сегодня подавляющее большинство клиничко-диагностических лабораторий выполняют исследование системы гемостаза с помощью унифицированных коагулологических методик. Коагуляционные

исследования, которые проводятся на основе плазменных материалов с использованием механических, турбидиметрических и фотометрических методов не удовлетворяют в достаточной мере требованиям к качеству исследований, особенно при исследовании протромбинового времени. Поэтому для контроля состава и состояния оптически непрозрачных растворов было предложено исследование параметров крови с помощью ультразвуковых (УЗ) колебаний.

Ранее были проведены исследования параметров системы гемостаза на основе анализа значений амплитуды ультразвуковой волны [9, 10]. Предложенный метод используется для определения протромбинового времени (ПТВ) и активированного частичного тромбопластинового времени (АЧТВ) с помощью ультразвуковых колебаний

Целью настоящей диссертационной работы является разработка программного комплекса для исследования многокомпонентных жидких сред, включающей в себя программное приложение с гибкой базой данных, позволяющей проводить корректировку первичных диагнозов, а так же корректировку границ параметров системы гемостаза при изменении используемой методики их определения.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести обзор существующих методов и технических средств для исследования заданной многокомпонентной жидкой среды.
- провести обзор существующих средств разработки экспертных систем.
- разработать прототип экспертной системы для исследования системы гемостаза и провести его верификацию на основе нескольких параметров системы гемостаза.
- разработать удобный в использовании простого пользователя программный комплекс для исследования многокомпонентных жидких сред.
- разработать рекомендации по использованию программного комплекса и его дальнейшей состыковке с лабораторным оборудованием для автоматизации процесса исследования.

В данной диссертационной работе используется понятие «многокомпонентная жидкая среды», под которым подразумевается «система гемостаза», а в качестве биологической жидкости рассматривается кровь человека.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами (проектами) и темами

Тема диссертационной работы утверждена Советом учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники». Диссертационная работа выполнялась на кафедре «Электронной техники и технологии» в рамках следующей научной программы:

1. Государственная программа научных исследований ГБ 11 – 2020 «Материалы, технологические процессы и устройства радиоэлектронной, электронно-оптической и медицинской техники»

Цель и задачи исследования

Целью исследования является разработка программного комплекса для исследования многокомпонентных жидких сред.

Для выполнения поставленной цели в работе были сформулированы следующие задачи:

- провести обзор существующих методов и технических средств для исследования заданной многокомпонентной жидкой среды.
- провести обзор и анализ существующих средств разработки экспертных систем.
- разработать экспертную систему для исследования заданной биологической жидкости.
- разработать комплекс условий, согласно которым проводится анализ заданной многокомпонентной жидкой среды. На основании полученных результатов произвести доработку прототипа экспертной системы с возможностью дальнейшего ее совершенствования.
- разработать удобное в использование для простого пользователя программное приложение для работы с экспертной системой.
- разработать рекомендации по использованию и усовершенствованию программного комплекса для исследования многокомпонентных жидких сред.

Объектом исследования является многокомпонентная жидкая среда, представленная в исследованиях как биологическая жидкость – кровь, система гемостаза.

Предметом исследования выступает баланс взаимодействия компонентов системы гемостаза, характеристические признаки установления диагноза в соответствии с возможными отклонениями и нарушениями в работе системы гемостаза.

Область исследования. Содержание диссертационной работы соответствует образовательному стандарту высшего образования второй ступени (магистратуры) специальности 1 - 41 80 02 «Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники».

Положения, выносимые на защиту

1. Прототип экспертной системы, отражающий общий принцип экспертной системы в целом. Прототип содержит базу данных из нескольких параметров для улучшения восприятия.

2. База знаний, содержащая параметры системы гемостаза. Каждый из параметров обладает значениями нормы, а так же первичными диагнозами в соответствии с отклонениями относительно указанных норм.

3. Программный комплекс для исследования многокомпонентных жидких сред.

4. Рекомендации по работе с программным комплексом для обычного пользователя, а также инструкция для дополнения базы данных параметров для специалиста - инженера.

Личный вклад соискателя

Все основные научные результаты, представленные в работе, получены соискателем самостоятельно. В диссертации изложены результаты научно-исследовательских работ, выполненных автором лично (2 публикации) и в соавторстве (1 публикация). Личный вклад соискателя заключается в разработке прототипа экспериментальной системы, проведении теоретических и экспериментальных исследований, разработке программного комплекса для исследования многокомпонентных жидких сред.

Участие научного руководителя: кандидата технических наук, доцента кафедры ЭТТ БГУИР Бондарика В.М. заключалось в обсуждении структуры, целей и задач исследований, обсуждении и обобщении результатов теоретических и практических исследований, проведенных автором самостоятельно.

Апробация результатов диссертации

Результаты исследования были неоднократно представлены на VIII Международной научно-технической конференции «Медэлектроника-2014. Средства медицинской электроники и новые медицинские технологии» (10-11 декабря, Минск, БГУИР); III Международной заочная научно-практическая конференция (декабрь 2014 г., г. Тольятти-Русе, ПВГУС); 51-й научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР (13-17 апреля 2015 г., Минск, БГУИР).

Опубликованность результатов диссертации

По материалам диссертации опубликовано 3 печатных работ, из них 2 научные статьи в сборниках международных конференций и 1 тезисы в сборнике докладов конференции.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из общей характеристики работы, введения, пяти глав с выводами по каждой главе, заключения, библиографического списка и приложений. Общий объем диссертации составляет 63 страниц, 32 иллюстрации, 1 таблица, 32 наименования в библиографическом списке.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении рассмотрено современное состояние проблемы исследование системы гемостаза, методов и технических средств диагностики, определены основные направления и задачи для реализации цели исследований, а также дается обоснование актуальности темы диссертационной работы.

В общей характеристике работы сформулированы ее цель и задачи, показана связь с научными программами и проектами, даны сведения об объекте и предмете исследования и обоснован их выбор, представлены положения, выносимые на защиту, приведены сведения о личном вкладе соискателя, апробации результатов диссертации и их опубликованность, а также, структура и объем диссертации.

В первой главе рассматриваются анализ литературных источников, научных работ и существующих технических средств для исследования многокомпонентных жидких сред. В ней приводятся общие сведения о системе гемостаза и методики ее исследования. Кратко описаны технические средства, используемые для анализа, а также приведена сравнительная характеристика современных коагулометров.

Вторая глава посвящена анализу существующих средств для разработки экспертных систем. В ней приводятся общие сведения об экспертных системах и их сравнительная характеристика. Отдельно рассматривается вопрос о разработке экспертных систем в медицине ввиду специфики взаимосвязи между параметрами.

В третьей главе разработан прототип экспертной системы для установки первичного диагноза в соответствии с заданными параметрами. По результатам верификации прототип удовлетворяет поставленным задачам.

Четвертая глава посвящена разработке программного комплекса на основании ранее разработанного прототипа в среде *Matlab*. Разработанный программный комплекс представляет собой удобное программное приложение для работы с медицинской экспертной системой с гибкой базой данных, которое позволяет упростить и ускорить работу врача-специалиста.

В пятой главе разработаны рекомендации по работе с программным приложением, приведены инструкции по работе с базами данных диагностирования и увеличения количества параметров гемостаза для проведения исследований. Также приведены рекомендации по передаче данных через USB-порт для оптимизации процесса исследований.

В заключении сформулированы основные результаты исследований.

В приложениях приведены публикации соискателя и графический материал.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ литературных источников показал, что исследование системы гемостаза имеет большое значение для диагностики причин различных видов патологий. Постоянный лабораторный контроль свертывающей системы крови необходим при профилактике и в процессе лечения сердечно-сосудистых заболеваний, ишемий и инфарктов различных органов, большого числа акушерских осложнений и болезней новорожденных. При исследовании системы гемостаза выделяют методы исследования первичного, микроциркуляторного, гемостаза и методы исследования вторичного, или макроциркуляторного, гемостаза, т.е. собственно процесса свертывания крови и фибринолиза.

На основе литературного анализа существующих методов и технических средств исследования системы гемостаза определены границы базы данных для выполнения поставленной задачи разработки программного комплекса для исследования многокомпонентных жидких сред.

Так как состояние работы системы гемостаза определяется большим количеством показателей, имеющих между собой связь, необходимо использовать экспертную систему, которая содержит знания в определенной предметной области, накопленные в результате практической деятельности, и использует их для решения проблем, специфичных для этой области. Это главное отличие экспертных систем от традиционных, в которых предпочтение отдается более общим и менее связанным с предметной областью теоретическим методам, чаще всего математическим. Процесс создания экспертной системы часто называют инженерией знаний и он рассматривается в качестве «применения методов искусственного интеллекта».

Анализ существующих средств разработки экспертных систем показал, что для разработки медицинской экспертной системы, ввиду специфики установления диагнозов и описания связей между параметрами, следует использовать нечеткую логику. В качестве примера использования нечеткой логики выбран пакет прикладных программ Fuzzy Logic Toolbox, входящих в состав среды MatLab. С помощью нейросетевых технологий, возможно проведение поэтапного анализа с присваиванием весовых коэффициентов параметрам системы гемостаза. По результатам обучения нейронных сетей возможна настройка на конкретную патологию системы гемостаза, разделение стадий патологии и исходов заболевания.

На основании проведенных исследований был разработан прототип ЭС и проведена его верификация на основании двух параметров системы гемостаза активированное частичное тромбопластиновое время и протромбиновое время.

Полученный при разработке прототип экспертной системы является рабочим. Для дальнейшего усовершенствования медицинской экспертной системы был разработан программный комплекс для исследования многокомпонентных жидких сред, обладающий гибкой базой данных, позволяющей проводить корректировку первичных диагнозов, а так же корректировку границ параметров системы гемостаза при изменении используемой методике их определения. Рекомендации по работе с программным комплексом для обычного пользователя и инструкция по расширению базы параметров для специалиста приведены в главе 5.

По результатам проведенных исследований все поставленные задачи решены в полном объеме, что позволяет сделать вывод о том, что цель работы реализована на практике. Разработанный программный комплекс для исследования многокомпонентных жидких сред представляет собой удобное программное приложение для работы с медицинской экспертной системой, которое позволяет упростить и ускорить работу врача-специалиста по определению предполагаемого диагноза и выбору схемы лечения пациента.

Дальнейшие исследования по данной теме предполагают реализацию портативного устройства для анализа системы гемостаза и проведении его экспериментальной верификации. Также рекомендуется дальнейшая работа над методиками исследования и анализа системы гемостаза для расширения базы данных для программного комплекса.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

1. Терпиловская, Ю.Г. Оценка работы системы гемостаза с применением нечеткой логики / Ю.Г. Терпиловская, А.А. Ушакова, В.М. Бондарик // Медэлектроника-2014. «Средства медицинской электроники и новые медицинские технологии» : Сборник научных статей VIII Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 10-11 дек. 2014 г. / БГУИР ; редкол.: В.С. Улащик [и др.]. – Минск, 2014. – С.129- 131.

2. Терпиловская, Ю.Г. Программное приложение для оценки работы системы гемостаза с применением нечеткой логики/ Ю.Г. Терпиловская// III Международной заочная научно-практическая конференция. «Информационные системы и технологии: управление и безопасность» : Сборник научных статей III Междунар. заоч. науч.- практич. конф., Тольятти-Русе, дек. 2014 г. / ПВГУС – Минск, 2014. – С.287- 291.

3. Терпиловская, Ю.Г. Программное приложение для оценки работы системы гемостаза с применением нечеткой логики // Сборник докладов 51-й научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 13-17 апреля 2015 г. /БГУИР. – Минск,2015. – С 13-14.