

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

БАГАН СВІТЛАНА ОЛЕКСАНДРІВНА

УДК 004.02+618.3

ДИСЕРТАЦІЯ
СИСТЕМА ЕКСПРЕС-ДІАГНОСТИКИ ГЕСТОЗУ ВАГІТНИХ

05.11.17- біологічні та медичні прилади і системи
технічні науки

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело
_____ С.О.Баган

Науковий керівник Мустецов Микола Петрович, кандидат технічних наук,
професор

Харків – 2018

АНОТАЦІЯ

Баган С.О. Система експрес-діагностики гестозу вагітних. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.11.17 «Біологічні та медичні прилади і системи» – Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, 2018.

Вірішена актуальна науково-прикладна проблема створення системи експрес-діагностики гестозу під час вагітності шляхом розробки діагностичної системи моніторингу та неінвазивної оцінки стану гемодинаміки в перинатальний період.

Обґрунтовано актуальність задач, що вирішуються, сформульовано наукову проблему, мету та задачі дослідження, наукову новизну та практичну значущість роботи. Розглянуто особливості системи гемодинаміки жінок під час вагітності та проведено аналіз існуючих методів діагностики стану гемодинаміки в перинатальний період.

Визначено, що розлади системи гемодинаміки у жінки під час вагітності є провідним патогенетичним механізмом порушення стану і розвитку плоду при різних ускладненнях вагітності. Зміни гемодинаміки і багатьох інших фізіологічних чинників в організмі вагітної відбуваються постійно і поступово, а інколи і раптово, тому як вагітність – вельми динамічний процес.

Визначено рамки дослідження: розглядається модель системи кровообігу вагітної в перинатальний період, яка має точно відтворювати динаміку рівня кров'яного тиску та дозволяє мінімізувати час обчислень, що дає можливість отримувати прогноз за короткий проміжок часу при збереженні якості діагнозу гестозу.

Вказана важливість раннього виявлення ознак гестозу, що дозволяє зменшити ступінь важкості гестозу і на деякий час пролонгувати вагітність. Для діагностики гестозу використовують велику кількість методів дослідження показників гемодинаміки, що потребує великої кількості технічних засобів.

Діагностика гестозу полягає в оцінці анамнестичних даних (відомості про захворювання жінки, перебіг даної вагітності), скаргах пацієнтки, результатах клінічного об'єктивного дослідження і лабораторних даних. При підозрі на гестоз проводять додаткові дослідження (УЗ – дослідження, доплерометрія).

Аналіз особливостей створення медичних діагностичних систем показав, що новим, перспективним напрямом підвищення об'єктивності медичних діагнозів є розробка інтелектуальних систем. На теперішній час існують декілька напрямків створення систем медичної діагностики – експертні системи, діагностичні інформаційні системи, спеціалізовані системи, тощо.

В нашому випадку, враховуючи неоднозначність показників та складність формування діагнозу, перспективним підходом до створення діагностичної системи є використання теорії нечітких множин з використанням автоматичного формування баз знань експертних висновків. Це можливо при використанні нейромережових технологій.

У відповідності до цього сформульовано підхід для діагностики гестозу, основна ідея якого полягає в тому, щоб на основі існуючих даних, про показники та діагнози жінок під час вагітності визначати параметри функцій належності, які дозволяють формувати діагноз в випадках неоднозначності зв'язків «симптомокомплекс – діагноз».

Модифікована модель системи гемодинаміки та показано, що аналіз форми пульсової хвилі дозволяє отримувати інформацію як про роботу серця, так і про стан судин. Форма пульсової хвилі представляє собою дуже важливий інформаційний показник й дозволяє провести вазографічні дослідження та зробити попередній висновок про загальний стан серцево-судинної системи пацієнтки. По експериментально зареєстрованій формі пульсової хвилі, можна вирішити зворотню задачу – визначити форму серцевого викиду та визначити механічні параметри артеріальної системи.

Представлено результати статистичних досліджень зв'язку між параметрами, що характеризують стан серцево-судинної системи. Стан серцево-

судинної системи представлено в якості складної стохастичної системи, яка функціонує під дією множинних вхідних чинників.

Для дослідження зв'язку між параметрами, що характеризують стан серцево-судинної системи, було вибрано наступні: період напруги, тривалість серцевого циклу, частота серцевих скорочень, артеріальний систолічний тиск та артеріальний діастолічний тиск, ударний об'єм крові, хвилинний об'єм крові, сердечний індекс, об'ємну швидкість кровотоку, потужність лівого шлуночку, загальний периферичний судинний опір, реографічний систолічний індекс.

В результаті дослідження зв'язку між параметрами гемодинаміки в перинатальний період встановлено, що між ними існує зв'язок, але згідно з коефіцієнтом детермінації цей зв'язок має низьку ступень інформативності. Тому при формуванні діагнозу складно встановлювати межі показників гемодинаміки по принципу «норма – патологія». Тому при синтезі системи діагностики в основу методу формування висновку було вибрана теорія нечітких множин.

Диференціальна діагностика біомеханічних параметрів судинного русла дозволяє лікарю-діагносту мати повну картину про стан периферичного кровообігу, і, що важливе, простежити за динамікою зміни основних показників при фізіотерапевтичних процедурах, медикаментозному лікуванні і функціональних пробах.

Встановлено, що синхронна реєстрація стандартних фізіологічних показників дозволяє максимально точно оцінити стан серцево-судинної системи вагітних. Аналіз методів діагностики стану гемодинаміки під час вагітності показав, що сучасна медицина володіє досить ефективними методиками, що дозволяють обчислити ступінь ризику, пов'язаний з вагітністю і пологами у жінок із захворюваннями серця.

У відповідності до цього синтезована система діагностики, яка може бути представлена в якості раціонального моніторингу та виявлення ризику захворювання на гестоз. Враховуючи що важливу інформацію можна отримати по формі пульсової хвилі в системі використано підсистему фотоплетизмографії, що забезпечує високу чутливість, достовірність та дає можливість проводити

динамічну оцінку змін функціонального стану окремих ланок і в цілому стану серцево-судинної системи. Результати фотоплетизмографії дозволяють отримати додатково – 5 показників системи гемодинаміки аналітично.

Підсистема ЕКГ дозволяє контролювати роботу серця, як головного елементи системи гемодинаміки. В якості додаткового каналу отримання інформації використується підсистема фонокардіографії. Головним елементом системи є ЕОМ яка забезпечує збір інформації та формування діагнозу. Враховуючи неоднозначність симптомокомплексу гестозу в якості головного алгоритму прийняття рішень в системі використано нейронева технологія.

Система діагностики забезпечує: реєстрацію електрокардіограми в одному відведенні, реєстрацію форми пульсової хвилі, обчислення показників системи гемодинаміки (всього 5), формування діагнозу, відображення та архівування результатів.

Представлені експериментальні дослідження можливостей діагностики гестозу вагітних в перинатальний період та визначення типу патогенетичного варіанту порушень системного кровообігу і встановлення ступіня тяжкості захворювання на базі нейронної мережі.

За основу системи діагностики гестозу була використана штучна нейронна мережа, з використанням пакету прикладних програм Statistica. Завданням системи є визначення типу патології вагітних на базі 18 показників гемодинаміки.

В якості вхідних даних були використані результати обстежень пацієнток пологового будинку №7 м. Харкова, що представляють собою результати обстежень 147 породіль, для яких відомі значення 18 вхідних параметрів стану здоров'я. У дослідженні всі пацієнтки були розбиті на сім груп відповідно до ступеня важкості захворювання.

Експериментальні дослідження довели, що навчання мережі є мінімізацією квадратичної помилки на навчальній множині з використанням градієнта. Градієнт оцінки обчислювали методом подвійності, а саме, методом зворотного поширення помилки, який є алгоритмом градієнтного спуску. Функцією активації було обрано логістичну функцію, а функцією помилки – середньоквадратичну.

Для вибору мінімального числа нейронів і визначення структури мережі використовували процедуру контрастування. При тестуванні в якості типу нейронної мережі був обраний тришаровий персептрон і радіальна базисна функція.

Система діагностики гестозу на базі нейронної мережі з використанням гемодинамічних показників дозволила класифікувати пацієток з патологією серцево-судинної системи з досить високим відсотком - вірно класифіковано 92,3 % (142 пацієтки з 147).

Діагностика гестозу у жінок в перинатальний період на базі нейронної мережі дозволяє визначити тип патогенетичного варіанту порушень системного кровообігу і встановити ступінь важкості гестозу. За результатами тестування модель пройшла перевірку, помилка тестування 7,69%, тобто модель з високим ступенем точності визначає ступінь тяжкості гестозу, що дозволяє рекомендувати для використання на практиці для визначення ступеня гестозу у вагітних жінок.

Досліджено можливість використання в системі нейрончїткої технології в середовищі Matlab. В ході експериментальних досліджень отримана нейро-нечїтка мережа, що містить сім вхідних змінних і одну вихідну. У цїй системї по 3 лїнгвістичних терма використовується для оцїнки кожної з вхідних змінних та 3 термів для змінної на виходї.

В ходї даного дослідження вибраний спосїб створення вихідної системи нечїткого логїчного виводу – генерування системи по методу субкластеризацїї. Метод навчання гїбридної мережі – гїбридний (hybrid), такий, що є комбїнацїєю методу найменших квадратів і методу зменшення зворотнього градієнта.

Результати досліджень показують, що при внесеннї 7 основних параметрів, що характеризують стан вагітної жїнки, ми отримуємо результат у виглядї визначення типу гемодинаміки та ступеню важкостї гестозу. Запропонована нейро-нечїтка модель системи діагностики гестозу, з використанням редактора ANFIS, дозволяє об'єктивно встановити тип і стан гемодинаміки у вагітних з гестозом, а також здїйснювати контроль ефективностї лїкування.

За результатами тестування модель пройшла перевірку, середня помилка навчання становить 1.25, що свідчить, що модель з високим ступенем точності визначає ступінь тяжкості гестозу, а значить, може бути використана на практиці для визначення ступеня гестозу у вагітних жінок.

Використання запропонованої системи дозволяє вибирати тактику ведення пацієнтки з гестозом з індивідуально підбраною терапією і контролем її ефективності, що зробить позитивний вплив на течію і результат вагітності, і головне, моніторинг стану материнської гемодинаміки дозволить виключити необґрунтоване використання медикаментозних засобів.

Запропоновано підхід до оцінювання стану гемодинаміки і ступеня напруженості регуляторних систем, який є одним із основних критеріїв оцінювання стану вагітних з гестозом, як відповідь на будь-який стресовий вплив симпато-адреналової системи та оцінюється за варіабельністю серцевого ритму індексом напруги регуляторних систем або стрес-індексом

Оцінювання стану вагітних з гестозом, особливо, на пізніх стадіях, за допомогою методу добового моніторування артеріального тиску забезпечило можливість своєчасно виявляти у зазначених хворих (приріст до 2%) специфічну тривожну реакцію на вимір АТ (синдром «гіпертензія на білий халат»), яка характеризується значеннями АТ в нормі за даними добового моніторування і завищеними (до 35 %) цифрами АТ, який вимірюється традиційним способом і для нашої вибірки дорівнює 31,2%.

Ключові слова: вагітність, система серцево-судинна, патологія екстрагенітальна, гестоз, період перинатальний, параметри гемодинаміки, діагностика, моніторинг, мережі нейронні.

Список публікацій здобувача:

1. Мустецов Н.П., Баган С. А. Возможности диагностики гестоза беременных с использованием нейросетевых технологий. *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука»*: зб. наук. пр. Київ , 2017. №10. С. 46-48.
2. Мустецов Н.П., Баган С. А. Система диагностики гестоза с учетом исследования гемодинамики в перинатальный период. *Системи обробки інформації*: зб. наук. пр. Харків, 2017. Випуск 4 (150). С. 245-249.
3. Дацок О.М., Красникова С. А. Обработка гемодинамических параметров беременных. *Системи обробки інформації*: зб. наук .пр. Харків, 2010. Випуск 9 (90). С. 205-209.
4. Дацок О.М., Красникова С.А. Современный подход к диагностике гемодинамики беременных с нарушениями работы сердца. *ВІСНИК Національного технічного університету "ХПИ". Випуск: "Інформатика і моделювання"*: зб. наук .пр. Харків, 2010. № 31. С.80-86.
5. Дацок О.М., Витанова С.О. Обработка фонокардиографического сигнала на основе wavelet технологий: *ВІСНИК Національного технічного університету "ХПИ". Випуск: "Інформатика і моделювання"*: зб. наук .пр. Харків, 2008. № 24. С.36-41.
6. Дацок О.М., Витанова С.О. Особенности коррекции фазочастотных искажений биомедицинских сигналов: *«Прикладная радиоэлектроника»*: зб. наук . пр. Харків, 2007. № 1. С. 67- 72.
7. Витанова С.А. Особенности применения вейвлет-базисов при обработке фонокардиографического сигнала. *12-й Молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь в ХХІ столітті»*: тези доп. (м. Харків, 1-3 квітня 2008 р.). Харків: ХНУРЕ, 2008. С. 259.
8. Витанова С.А. Вейвлет-технологии обработки фонокардиографического сигнала. *16-та Міжнародна науково-практична конференція "Застосування лазерів у медицині та біології"*: тези доп. (м. Харків, 21-24 травня 2008 р.). Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2008. С.252.

9. Витанова С.А. WAVELET-технологии в аппаратах функциональной диагностики. *3-й Міжнародний радіоелектронний форум «Прикладна радіоелектроніка. Стан і перспективи розвитку»*: тези доп. (м. Харків, 22-24 жовтня 2008 р.). Харків: ХНУРЕ, 2008. С.60-61.

10. Красникова С.А. Особенности применения WAVELET-технологий в аппаратах функциональной диагностики. *21-а Всеросійська науково-технічна конференція «Біомедсистеми 2008»*: тези доп. (м. Рязань, 4-5 грудня 2008 р.). Рязань: РГРТУ, 2008. С. 207-209.

11. Красникова С.А. Особенности экспресс-диагностики состояния сердечно-сосудистой системы беременных. *13-й Молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь в ХХІ столітті»*: тези доп. (м. Харків, 30 березня-1 квітня 2009 р.). Харків: ХНУРЕ, 2009. С. 251.

12. Краснікова С.О. Підвищення інформативності при діагностиці стану вагітних. *8-а Всеукраїнська науково-технічна конференція «Фізичні процеси та поля технічних і біологічних об'єктів»*: тези доп. (м. Кременчук, 6-8 листопада 2009 р.). Кременчук: КрНУ, 2009. С. 152.

13. Красникова С.А. Технические средства комплексной оценки гемодинамических параметров у беременных. *22-а Всеросійська науково-технічна конференція «Біомедсистеми 2009»*: тези доп. (м. Рязань, 2-5 грудня 2009 р.). Рязань: РГРТУ, 2009. С. 200-201.

14. Мустецов М.П., Дацок О.М., Краснікова С.О. Оптимізація діагностики гемодинамічних параметрів вагітних. *18-а Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології: Наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я»*: тези доп. (м. Харків, 12-14 травня 2010 р.). Харків: НТУ ХПІ, 2010. С.89.

15. Красникова С.А. Анализ эффективности применения синхронной регистрации ЧСС и ЧДД у беременных. *10-а Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми інформатики та моделювання»*: тези доп. (м. Харків - м. Ялта, 27-29 вересня 2010 р.). Харків: НТУ ХПІ, 2010. С.51.

16. Красникова С.А. Анализ влияния изменений гемодинамических параметров на давление малого круга кровообращения при беременности.

Конференція з міжнародною участю «Медична та біологічна інформатика та кібернетика: віхи розвитку»: (м. Київ, 20-23 квітня 2011 р.). Київ: НМАПО імені П.Л. Шупіка, 2011. С.87.

17. Дацок О.М., Краснікова С.О. Оцінка стану кровотоку системи «матиплацента-плід». *19-а Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології: Наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я»:* тези доп. (м. Харків, 01-03 червня 2011 р.). Харків: НТУ ХП, 2011. С.104.

18. Мустецов Н.П., Дацок О.М., Красникова С.А. Особенности функционирования и оценка состояния системы «мать-плацента-плод». *11-а Міжнародна науково-технічна конференція “Проблеми інформатики та моделювання”:* тези доп. (м. Харків - м. Ялта, 26-28 вересня 2011 р.). Харків: НТУ ХП, 2011. С.36.

19. Дацок О.М., Красникова С.О. Возможности медицинской техники при диагностике гемодинамики беременных. *4-й Міжнародний радіоелектронний форум «Прикладна радіоелектроніка. Стан і перспективи розвитку»:* тези доп. (м. Харків, 18-21 жовтня 2011 р.). Харків: ХНУРЕ, 2008. С.27-29.

20. Дацок О.М., Краснікова С.О. Фізико-математичні закономірності гемодинаміки в перинатальний період. *20-а Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології: Наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я»:* тези доп. (м. Харків, 15-17 травня 2012 р.). Харків: НТУ ХП, 2012. С.92.

21. Дацок О.М., Красникова С.О. Математические аспекты анализа гемодинамических параметров в перинатальный период. *XII Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих учених, аспірантів та студентів «Стан, досягнення і перспективи інформаційних систем і технологій»:* тези доп. (м.Одеса 11-12 квітня 2012 р.). Одеса: ОНАХТ, 2012. С.11.

22. Mustetsov N. P., Bahan S. A. The possibilities of neural network technologies in solving medical problems. //15th International scientific conference, «European Conference on Innovations in Technical and Natural Sciences», Vienna, 2017 y. P.111-116.

ABSTRACT

Bahan S.A. System of express diagnostics of the gestosis of pregnant women. – Qualifying scientific work on the rights of manuscript.

A dissertation is required of a candidate for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 05.11.17 – «Medical – Biological Systems and Devices», Kharkiv national University of radio electronics, Kharkiv, 2018.

The work is devoted to the increase of the information content of the methods of express diagnostics of the state of the cardiovascular system of pregnant women by developing a diagnostic monitoring system and assessment of the state of hemodynamics of pregnant women due to the use of neural network technologies.

Currently, preeclampsia is one of the most urgent problems of modern obstetrics due to the prevalence and complexity of etiopathogenesis, the absence of early and reliable diagnostic criteria, effective prevention and treatment measures, high maternal and perinatal morbidity and mortality, as well as large economic costs of intensive care for patients.

In order to diagnose gestosis, we synthesized a neural network that allowed us to classify the pathologies of pregnant women on the basis of oscillometric data, using neural-fuzzy modeling in the Matlab environment.

The findings of the tests, show that with the introduction of 7 basic parameters characterizing the state of a pregnant woman, the produced result is in the form of a definition of the type of hemodynamics and the degree of gestosis. The determination of the type of hemodynamics and the degree of gestosis allows the diagnostician and the obstetrician-gynecologist to assess the critical state of the pregnant woman at the time of the study and to take the necessary treatment measures.

The proposed neuro-fuzzy model of the gestosis diagnosis system, using the ANFIS editor, makes it possible to establish objectively the type and condition of hemodynamics in pregnant women having gestosis and also to monitor the effectiveness of treatment.

The application of the proposed system helps choose the tactics of treating a patient diagnosed with gestosis according to individually selected therapy, monitoring its effectiveness, which will have a positive effect on the course and outcome of pregnancy; most importantly, controlling the state of maternal hemodynamics will eliminate the unreasonable use of medications.

The approach to the assessment of hemodynamics and the degree of tension of regulatory systems, which is one of the main criteria for assessing the state of pregnant women with preeclampsia, is proposed as a response to any stress effect of the sympatho-adrenal system and is evaluated according to the variability of the heart rate by the stress index of the regulatory systems or the stress index.

Assessing the state of pregnant women with preclampsia, especially in later stages, using the method of daily blood pressure monitoring, allowed to timely detect in these patients (increase to 2%) a specific anxiety reaction to the measurement of BP ("white coat hypertension"), which is characterized the number of BP are normal in terms of daily monitoring and overestimated (up to 35%) number of AP, which is measured in the traditional way and for our sample is 31.2%.

Key words: pregnancy, cardio-vascular system, preeclampsia, pathology of extragenital, perinatal period, the hemodynamic parameters, diagnostic, monitoring, neural network.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	16
ВСТУП.....	18
РОЗДІЛ 1	
ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМИ ГЕМОДИНАМІКИ У ВАГІТНИХ В ПЕРИНАТАЛЬНИЙ ПЕРІОД.....	25
1.1 Адаптаційні зміни в організмі жінок під час вагітності.....	25
1.2 Залежність ступеня важкості перинатального ризику від виду екстрагенітальної патології.....	29
1.3 Аналіз існуючих методів, засобів і систем для діагностики та експрес-діагностики вагітних	35
1.4 Особливості інформаційного забезпечення лікувально-діагностичного процесу вагітних з гестозною патологією.....	49
Висновки до розділу 1.....	58
РОЗДІЛ 2	
МОДЕЛЮВАННЯ ГЕМОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ І ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ ВАЖКОСТІ ГЕСТОЗУ ВАГІТНИХ В ПЕРИНАТАЛЬНИЙ ПЕРІОД	59
2.1 Моделювання гемодинаміки вагітних з гестозом.....	59
2.1.1 Моделювання пульсової хвилі.....	60
2.1.2 Стохастичний підхід до аналізу стану гемодинаміки в перинатальному періоді вагітних.....	63
2.2 Метод визначення ступеня важкості гестозу на основі нейронних мереж.....	71
2.3 Розроблення нейро-нечіткої моделі діагностики гестозу.....	78
Висновки до розділу 2.....	84
РОЗДІЛ 3	
РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕКСПРЕС-ДІАГНОСТИКИ ГЕСТОЗУ ВАГІТНИХ	86

3.1 Структурна схема експрес-діагностики.....	86
3.2 Особливості підсистеми медикаментозної корекції гестозу.....	90
3.3 Апаратно-програмний комплекс для експрес-діагностики стану вагітної в перинатальному періоді.....	96
3.3.1 Особливості роботи блоку фотоплетизмографії.....	102
3.3.2 Оцінювання варіабельності серцевого ритму та її діагностична цінність для вагітних з гестозом.....	106
3.3.3 Оцінювання варіабельності артеріального тиску за результатами його 24-годинного моніторингу.....	111
3.4. Оцінювання похибок в системі експрес-діагностики гестозу вагітних.....	118
Висновки до розділу 3.....	120
Розділ 4	
АНАЛІЗ ТА ОБРОБКА ДІАГНОСТИЧНИХ ДАНИХ ПРИ ОБСТЕЖЕННІ ВАГІТНИХ	122
4.1 Оцінювання ефективності та інформативності впровадження системи експрес-діагностики вагітних з гестозом.....	122
4.1.1 Загальні положення.....	122
4.1.2 Оцінка ефективності апаратних засобів системи експрес-діагностики вагітних з гестозом.....	124
4.1.3 Визначення інтегрального критерію ефективності системи експрес-діагностики.....	125
4.1.4 Оцінювання інформативності системи експрес-діагностики....	127
4.2 Порівняльний аналіз розробленої системи експрес-діагностики та існуючих аналогів.....	130
Висновки до розділу 4.....	133
ВИСНОВКИ.....	134
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	137
Додаток А. Алгоритм роботи системи діагностики гестозу.....	149
Додаток Б. Навчальна вибірка для аналізу й прогнозування гестозу	150

Додаток В. Графік залежності помилки навчання від кількості циклів.....	153
Додаток Г. Графічний інтерфейс перегляду правил згенерованої системи нечіткого виведення.....	154
Додаток Д. Нейро-нечітка мережа пацієнток I триместру вагітності.....	155
Додаток Е. Нейро-нечітка мережа пацієнток II триместру вагітності.....	156
Додаток Ж. Нейро-нечітка мережа пацієнток III триместру вагітності.....	157
Додаток К. Результати розрахунку індекса напруги регуляторних систем у вагітних з гестозом.....	158
Додаток Л. Параметри артеріального тиску при ДМАТ для вагітних з гестозом.....	162
Додаток М. Акти впровадження результатів дисертаційного дослідження	166
Додаток Н. Список наукових праць за темою дисертації.....	169

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АВСР	– Аналіз варіабельності серцевого ритму
АЗ	– Апаратні засоби
АПК	– Апаратно-програмний комплекс
АРМ	– Автоматизоване робоче місце
АТ	– Артеріальний тиск
ВСР	– Варіабельність серцевого ритму
ГХ	– Гіпертонічна хвороба
ДБІ	– Динамічний багат шаровий інтерфейс
ДМАТ	– Добовий моніторинг артеріального тиску
ЕГП	– Екстрагенітальна патологія
ЕКГ	– Електрокардіограма
ЗОЗ	– Заклади охорони здоров'я
ЗПОС	– Загальний периферичний опір судин
ІОМ	– Інформаційно-обчислювальні мережі
ІПС	– Інформаційно-пошукові системи
ІТ	– Інформаційні технології
ІЧ	– Індекс часу
КІГ	– Кардіоінтервалограма
ЛДП	– Лікувально діагностичні процедури
МІС	– Медичні інформаційні системи
ООМ	– Об'єднані обчислювальні мережі
ОЦК	– Об'єм циркулюючої крові
ПППЛР	– Підсистема підтримки прийняття лікарських рішень
СІ	– Систолічний індекс
СППР	– Система підтримки прийняття рішень
ССС	– Серцево-судинна система
СУБД	– Система управління базами даних
УО	– Ударний об'єм

ФПГ	– Фотоплетізограф
ХОК	– Хвилинний об'єм кровотоку
ЦАТ	– Центральний аортальний тиск
ЦП	– Центральний процесор
ЧПАТ	– Частина підвищеного артеріального тиску
ЧСС	– Частота серцевих скорочень
ШНМ	– Штучна нейронна мережа
ШПІХ	– Швидкість поширення пульсової хвилі
ЯМД	– Якість медичної допомоги

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. За даними міжнародного оцінювання в 2015 році в Україні сталось 32 випадки (на 100 000 живонароджених дітей) смертності вагітних, тоді як в сусідній з нами Польщі – 5, в Румунії – 27, а в Німеччині – 7. Сучасні дослідження стану здоров'я вагітних свідчать, що патологія перебігу вагітності в 60-70% зумовлена прихованою або хронічною екстрагенітальною патологією. Питома вага екстрагенітальної патології (ЕГП) серед причин материнської смертності за останні п'ять років склала 34,1 %. У нозологічній структурі ЕГП переважають серцево-судинні захворювання (40,3 %), на другому місці – інфекційні хвороби (24,7 %), на третьому – новоутворення (14,7 %), на долю інших можливих захворювань припадає 20,3 %.

У пацієнок з екстрагенітальною патологією зустрічається до 85% важких гестозів. Гестоз – це ускладнення вагітності, при якому відбувається розлад функції життєво важливих органів, особливо судинної системи і кровотоку. Під терміном гестози вагітності розуміються всі патологічні стани, які виникають тільки під час вагітності й призводять до ускладнень вагітності і з боку матері і з боку плоду. Гестоз не самостійне захворювання, а клінічний прояв нездатності адаптаційних механізмів материнського організму адекватно забезпечувати потреби плоду, що розвивається [1], [5].

Актуальність роботи зумовлена важкими наслідками даного захворювання. У жінок, що перенесли гестоз, формується хронічна патологія нирок і гіпертонічна хвороба. Перинатальна смертність при гестозі 18-30%, а захворюваність – 50-80%. Кожне третє дитя внаслідок цієї патології матері має наслідки перенесеної гіпоксії і внутрішньоутробної затримки зростання плоду, відстає у фізичному і психомоторному розвитку.

Нині гестоз є однією з найактуальніших проблем сучасного акушерства зважаючи на широку поширеність, складність етіопатогенеза, відсутність ранніх і достовірних діагностичних критеріїв, дієвих заходів профілактики і лікування,

високого показника материнської і перинатальної захворюваності та смертності, великих економічних витрат на проведення інтенсивної терапії і реанімації пацієнток.

До теперішнього часу недостатньо робіт, в яких розглядається повнокомплектна інформативна система експрес-діагностики вагітних з серцево-судинною патологією, відсутні стандарти їх обстеження в перинатальному періоді, не розроблений комплекс діагностичних і лікувально-профілактичних заходів для зниження ризику розвитку ускладнень під час вагітності і пологів. Саме це і визначило необхідність розробленн системи моніторингу гестозу серцево-судинної системи в перинатальному періоді, виробити чіткий алгоритм і запропонувати рекомендації по стандартах комплексного обстеження вагітних з серцево-судинною патологією. Поліпшення якості діагностики і лікування захворювань, які негативно впливають на перебіг вагітності і сприяють підвищенню перинатальної захворюваності і смертності, а також розроблення нових методів і способів дослідження для визначення стану здоров'я вагітної жінки та оцінювання ступіню ризику захворювання має актуальне значення.

Зв'язок роботи із науковими програмами, планами, темами.

Тематика дисертації відповідає пріоритетним напрямам розвитку науки в Україні. Робота виконана на кафедрі біомедичної інженерії Харківського національного університету радіоелектроніки згідно з планом наукового напряму кафедри відповідно до держбюджетних тем: «Дослідження теоретичних і технічних принципів оцінки стану людини, профілактики, лікування та реабілітації» № д/р 0107U001541; «Дослідження теоретичних і технічних принципів діагностики, оцінки та корекції медико-соціального стану людини» № д/р 0110U002532.

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є підвищення інформативності моніторингу гемодинаміки і визначення ступеня важкості гестозу вагітних в перинатальному періоді шляхом створення методів, моделі і системи експрес-діагностики вагітних з гестозом.

Для досягненн поставленої мети необхідно розв'язати такі задачі:

- Провести аналіз і порівняти можливості існуючих методів, засобів і систем для діагностики гестозу в перинатальному періоді.
- Розробити метод визначення ступеня важкості гестозу на основі нейронних мереж.
- Обґрунтувати вибір сукупності інформативних показників системи експрес-діагностики гестозу, які достовірно значимі.
- Розробити нейро-нечітку модель для експрес-діагностики гестозу.
- Розробити структурну схему системи експрес-діагностики гестозу.
- Запропонувати підсистему медикаментозної корекції гестозу в автоматизованому режимі.
- Розробити програмно-апаратний комплекс для експрес-діагностики стану вагітної в перинатальному періоді.
- Оцінити варіабельності серцевого ритму та артеріального тиску при їх добовому моніторингу.
- Провести апробацію і впровадження системи експрес-діагностики вагітних.

Об'єкт дослідження – процес діагностики і визначення ступеня важкості гестозу.

Предмет дослідження – методи, моделі і система експрес-діагностики стану вагітних з гестозом.

Методи дослідження. У дисертаційній роботі для отримання основних наукових і практичних результатів використані методи, які базуються на загальних принципах прикладної і обчислювальної математики, технологіях математичного і фізичного моделювання і проведення експериментів.

При проведенні експериментальних розрахунків з метою визначення основних діагностичних параметрів кровообігу при діагностиці гемодинаміки в перинатальний період були використані статистичні методи. Для аналізу показників артеріального тиску при проведенні діагностики стану серцево-судинної системи під час вагітності було використано метод математичного моделювання.

Для проведення діагностики гестозу з метою класифікації вагітних з патологією серцево-судинної системи в перинатальний період було використано засоби нейро-нечіткого моделювання в середовищі Matlab.

Наукова новизна одержаних результатів.

1. Вперше запропоновано метод визначення ступеня важкості гестозу вагітних, як одного із основних інструментів прийняття рішень лікарем-фахівцем в умовах відсутності точних моделей реальних явищ і процесів, застосувавши моделі на основі теорії штучних нейронних мереж, яке забезпечило суттєве зниження кількості і частоти виникнення несприятливих наслідків та ускладнень, що було досягнуто шляхом комплексного використання інтегральних показників гемодинаміки і чисельних методів оцінювання її параметрів.

2. Вперше розроблено нейро-нечітку математичну модель для експрес-діагностики вагітних з гестозом, як основи нейронної мережі, ефективність якої підтримується на високому рівні шляхом спільного використання, що забезпечує вибір персоніфікованої тактики лікування, індивідуальний підбір терапії і цілодобовий моніторний контроль за їх дотриманням.

3. Отримав подальшого розвитку підхід до оцінювання стану вагітних з гестозом шляхом введення добового моніторування артеріального тиску, що зробило можливим своєчасне виявлення у даної категорії хворих їх специфічної тривожної реакції на вимірювання АТ (синдром «гіпертонія на білий халат»), яка характеризується значеннями АТ в нормі за даними добового моніторування і завищеним (до 35 %) значенням АТ, який вимірюється традиційним способом.

4. Запропоновано підхід до оцінювання стану гемодинаміки і ступеня напруженості регуляторних систем вагітної, який дозволяє застосовувати їх в якості основних критеріїв для визначення реакції-відповіді на будь-який стресорний вплив на симпатоадреналову систему за варіабельністю серцевого ритму, що забезпечує оцінювання стану вагітної з гестозом за індексом напруги регуляторних систем (стрес-індексом)

$$I_n = AM_0 / 2M_0 \times M \times DM_n$$

Практичне значення одержаних результатів полягає у комплексній прикладній спрямованості отриманих результатів, що використовуються для експрес-діагностики гестозу під час вагітності.

1. Розроблено методику експрес-діагностики гестозу під час вагітності, яка дозволяє оцінювати стан системи гемодинаміки за основними діагностичними критеріями та своєчасно виявляти хворих, що входять до групи підвищеного ризику перинатальних ускладнень.

2. Запропоновано структурно-функціональну організацію на основі якої розроблено систему для експрес-діагностики вагітних з гестозом, яка представлена структурованою сукупністю медичного та апаратно-програмного комплексів, що забезпечило мінімізацію інформативних діагностичних параметрів для діагностування стану вагітної з гестозом і персоніфікований вибір адекватної тактики лікування і медикаментозної терапії.

3. Застосування запропонованих методів та засобів діагностики ступеню важкості гестозу дозволяє оптимізувати моніторинг вагітних з метою своєчасного визначення перинатального ризику.

4. Методика побудови систем діагностики використовується в навчальному процесі при підготовці студентів з біомедичної інженерії. Синтезовано структуру системи діагностики гестозу вагітної, яка містить блок реєстрації основних параметрів гемодинаміки та блок комп'ютерної обробки, який виконує синхронізацію і первинну обробку даних.

Результати дисертаційної роботи, а саме, систему експрес-діагностики гестозу впроваджено в 7 пологовому будинку м. Харкова, а також використовуються в навчальному процесі при викладанні дисциплін «Методи обробки біомедичних зображень» і «Методи обробки біомедичних сигналів і даних» на кафедрі біомедичної інженерії ХНУРЕ.

Особистий внесок здобувача. Основні результати дисертаційної роботи отримані автором особисто. Основні ідеї та розробки, які виносяться на захист, належать авторові.

Особистий внесок здобувача в роботах, написаних у співавторстві, полягає в такому: розглянуті особливості фазо-частотної корекції біомедичних сигналів [1,2,3,4,5,6] аналіз особливостей проведення експрес-діагностики стану серцево-судинної системи під час вагітності [7,8] оптимізація діагностики параметрів гемодинаміки під час вагітності [9, 10, 11]; оцінка стану системи «мати-плацента-плід» [15,16]; аналіз одержаних показників гемодинаміки під час вагітності [13,14]; розглянуто можливості медичної техніки при діагностиці гемодинаміки вагітних [12, 17]; розглянуто фізико-математичні закономірності гемодинаміки в перинатальний період [18,19] можливості виявлення ознак гестозу вагітних з використанням нейромережевих технологій [20,21,22].

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень, які викладено в дисертаційній роботі, доповідалися та обговорювалися на таких конференціях: XIII Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь в XXI столітті» (м. Харків, 30 березня - 1 квітня 2009 р.), VIII Всеукраїнська науково-технічна конференція «Фізичні процеси та поля технічних і біологічних об'єктів» (м. Кременчук, 6-8 листопада 2009 р.), XXI Всеросійська науково-технічна «Біомедсистеми 2009» (м. Рязань, 2-5 грудня 2009 р.), XVIII, XIX, XX Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології: Наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» (microCad) (м. Харків, 2010 р., 2011 р., 2012 р.), X, XI Міжнародні науково-технічні конференції «Проблеми інформатики та моделювання» (м. Ялта, 2010 р., 2011 р.), Конференція з міжнародною участю «Медична та біологічна інформатика та кібернетика: віхи розвитку » (м. Київ, 20-23 квітня 2011 р.), IV Міжнародний радіоелектронний форум «Прикладна радіоелектроніка. Стан та перспективи розвитку» (МРФ-2011) (м. Харків, 18-21 жовтня 2011 р.), XII Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих учених, аспірантів та студентів «Стан, досягнення і перспективи інформаційних систем і технологій» (м. Одеса, 11-12 квітня 2012 р.), 15th International scientific conference, «European Conference on Innovations in Technical and Natural Sciences» (с. Vienna, Austria, 20 July 2017 y.).

Публікації. Результати роботи відображені в 22 опублікованих працях, у тому числі: 6 – у фахових виданнях, затверджених ДАК України; 1 у зарубіжному виданні; 15 – у матеріалах і тезах доповідей на конференціях різних рівнів.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота містить вступ, чотири розділи, загальний висновок, список використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 148 сторінок друкованого тексту, дисертація містить 24 рисунка, 8 таблиць, 11 додатків. Список використаних джерел складається з 120 найменувань.

РОЗДІЛ 1

ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМИ ГЕМОДИНАМІКИ У ВАГІТНИХ В ПЕРИНАТАЛЬНИЙ ПЕРІОД

1.1 Адаптаційні зміни в організмі жінок під час вагітності

У перинатальний період виникає нова функціональна система мати-плацента-плід, що призводить до підвищених вимог функціональних можливостей серцево-судинної системи жінки і обумовлює цілий ряд змін в її організмі. Зміни функціонування організму жінки стосуються всіх органів і систем і спрямовані на забезпечення оптимальних умов для розвитку плода, сприятливого перебігу вагітності і успішного її завершення.

Під час виношування дитини навантаження на серцево-судинну систему збільшується за рахунок появи додаткового плацентарного кола кровообігу. Це додаткове коло кровообігу повинно щохвилини пропустити через плаценту 500 мл крові. Щоб забезпечити плацентарне коло кровообігу, яке приносить до плоду поживні речовини і кисень для нормального розвитку, збільшується обсяг крові в серцево-судинній системі. Максимальний обсяг досягається до семи місяців вагітності, в цей період замість звичних 4000 мл в організмі вагітної циркулює від 5300 до 5500 мл. крові. Щоб впоратися з таким обсягом, серцевий м'яз збільшується разом з обсягом викиду крові. У здорової жінки, ці зміни проходять без проблем і патологій. А ось у жінки із захворюваннями серцево-судинної системи можливі ускладнення на 27-28 тижні. Тому, як правило, фахівець рекомендує госпіталізацію для постійного і щоденного контролю над станом вагітної та плоду [1-3].

Збільшення об'єму циркулюючої крові відзначається в I триместрі вагітності, досягаючи максимальних значень к 36 тижню. Зі збільшенням об'єму циркулюючої крові серцевий викид підвищується в середньому на 30-40% від величини значення на початку вагітності. Збільшення цього показника відзначається вже з 8 тижня вагітності. Хвилиний обсяг серця зростає з початком

вагітності, досягаючи максимуму до 28-32 тижнях, і становить 6-7 л/хв. В цей же період значно збільшується венозний відтік крові до серця, і посилюються скорочення його правих відділів. Як відповідь на підвищене навантаження збільшується маса серця, а також змінюються його розміри і положення. За рахунок гіпертрофії міокарда серце декілька розширюється [4].

В області правого передсердно-шлуночкового клапану розширення може викликати незначний зворотний закид крові через клапан з появою систолічного шуму. Зсув діафрагми збільшеною маткою зрушує серце вліво і вперед таким чином, що верхівковий поштовх переміщається вгору.

Однак у здорових жінок не відбувається порушення ритму серця навіть, незважаючи на підвищене навантаження на серце під час вагітності. У вагітної із захворюваннями серця і низькими його функціональними резервами підвищена активність може спровокувати серцеву недостатність. Не дивлячись на збільшення об'єму циркулюючої крові в організмі, артеріальний тиск, як правило, у здорових жінок завдяки еластичності судин, не має значних змін. Якщо майбутня мама ще до вагітності або в першому триместрі страждала збільшенням або зменшенням артеріального тиску, найчастіше у другому триместрі воно знову нормалізується і становить приблизно 100/60-130/85 мм. рт. ст. Це пов'язано з гормональними змінами, а саме з викидом в організм гормонів прогестерону, які знижують тонус периферичних судин [5-8].

Критичним періодом є третій триместр – тиск може значно підвищуватися, починаючи від 140/90 мм. рт. ст. і вище, що може стати показником для негайного розродження. Під час вагітності відзначається збільшення частоти серцебиття, досягаючи максимуму в третьому триместрі вагітності та перевищуючи вихідні величини на 15-20 ударів в хвилину [9].

У перинатальний період змінюються значення норми частоти пульсу, нормальною частотою пульсу вважаються 80-90 ударів в хвилину [10]. Серед численних змін, що відбуваються з боку крові під час вагітності, слід зазначити збільшення об'єму циркулюючої крові, яке починається з 10 тижнів вагітності, постійно наростає і досягає свого піку в 36 тижнів, складаючи 25-50% від

початкового рівня [11]. Найбільше збільшення об'єму циркулюючої крові супроводжується процесом зростання плаценти в I і в II триместрах. Збільшення об'єму циркулюючої крові пов'язано зі зростанням обсягу матково-плацентарного кола кровообігу, збільшенням маси молочних залоз і обсягу венозного русла [12-14].

В останньому триместрі вагітності кровотік в матці збільшується до 750 мл / хв, тиск крові в спіральних артеріях матки становить 80 мм. рт. ст., в венах – 10 мм. рт. ст., перфузійний тиск (різниця між тиском в артеріях і венах матки), що забезпечує обмін крові матері і плоду в межворсінчатому просторі, сягає 70 мм. рт. ст., тобто приблизно таке ж, як в капілярах органів матки. Тиск в правому передсерді становить 2,8-3,5 мм. рт. ст. У порожнині правого шлуночка величина систолічного тиску становить 20-23 мм. рт. ст., діастолічний тиск дорівнює нулю, а величина кінцевого діастолічного показника коливається від 2 до 6 мм. рт. ст. В легеневій артерії показники систолічного тиску рівні 20-23 мм. рт. ст., середній тиск знаходиться в межах 8-15 мм. рт. ст. Легенево-капілярний тиск, або тиск заклинювання, відображає тиск в системі легенева вена-ліве передсердя і становить 7-9 мм.рт.ст. Систолічний та діастолічний артеріальний тиск у II триместрі вагітності знижується на 5-15 мм. рт. ст.[15-17].

Найнижче систолічний АТ відзначається при терміні вагітності 28 тижнів. Потім воно підвищується і до кінця вагітності відповідає значенню властивому до вагітності. Індивідуальний рівень АТ визначається співвідношенням 4 факторів:

- зниженням загального периферичного опору судин;
- зниженням в'язкості крові;
- збільшенням об'єму циркулюючої крові;
- збільшенням хвилинного об'єму серця.

Два перші чинники сприяють зниженню артеріального тиску, два останніх – підвищенню. Взаємодія всіх чотирьох чинників підтримує артеріальний тиск на оптимальному рівні [18]. Зниження загального та периферичного опору судин пояснюють утворенням матково-плацентарного кола кровообігу і судинорозширювальну дію прогестерону і естрогену [19].

Зміни гемодинаміки і багатьох інших фізіологічних факторів в організмі вагітної відбуваються постійно і поступово, а іноді і раптово, тому як вагітність – досить динамічний процес [20]. У зв'язку з цим важливо не тільки правильно поставити діагноз, визначити нозологічну форму захворювання серця або судин, але оцінити етіологію цього захворювання і функціональний стан серцево-судинної системи. Захворювання серцево-судинної системи (ССС) відносяться до однієї з найбільш частих патологій, що ускладнюють перебіг вагітності, пологів та післяпологового періоду. Навіть незважаючи на активну профілактичну діяльність, до цих пір протягом кожної 1000 вагітності і пологів майже в 32 випадках ускладнюється серцево-судинною патологією [21].

Захворювання серцево-судинної системи матері часто сприяють дисбалансу ланок в системі «мати-плацента-плід» і призводять до розвитку плацентарної недостатності, хронічної внутрішньоутробної гіпоксії та затримки розвитку плода. Пошук оптимальної тактики ведення і методів лікування цих вагітних обумовлений значною кількістю несприятливих наслідків вагітності та пологів при серцево-судинних захворюваннях матері.

Показники роботи серця в період вагітності (тиск, ЧСС) залежать від періоду вагітності та можуть змінюватись на незначний період часу, що утруднює діагностику та виявлення патологій.

1.2. Залежність ступеню важкості перинатального ризику від виду екстрагенітальної патології

ЕГП – це численна група різноманітних і різнозначимих хвороб, синдромів, станів у вагітних жінок, об'єднаних лише тим, що вони не є гінекологічними захворюваннями або акушерськими ускладненнями вагітності. Це захворювання і патологічні стани, різного ступеня важкості, які піддаються терапії, корекції, або вимагають переривання вагітності, питома вага цих захворювань серед причин материнської смертності наведено на рис. 1.1.

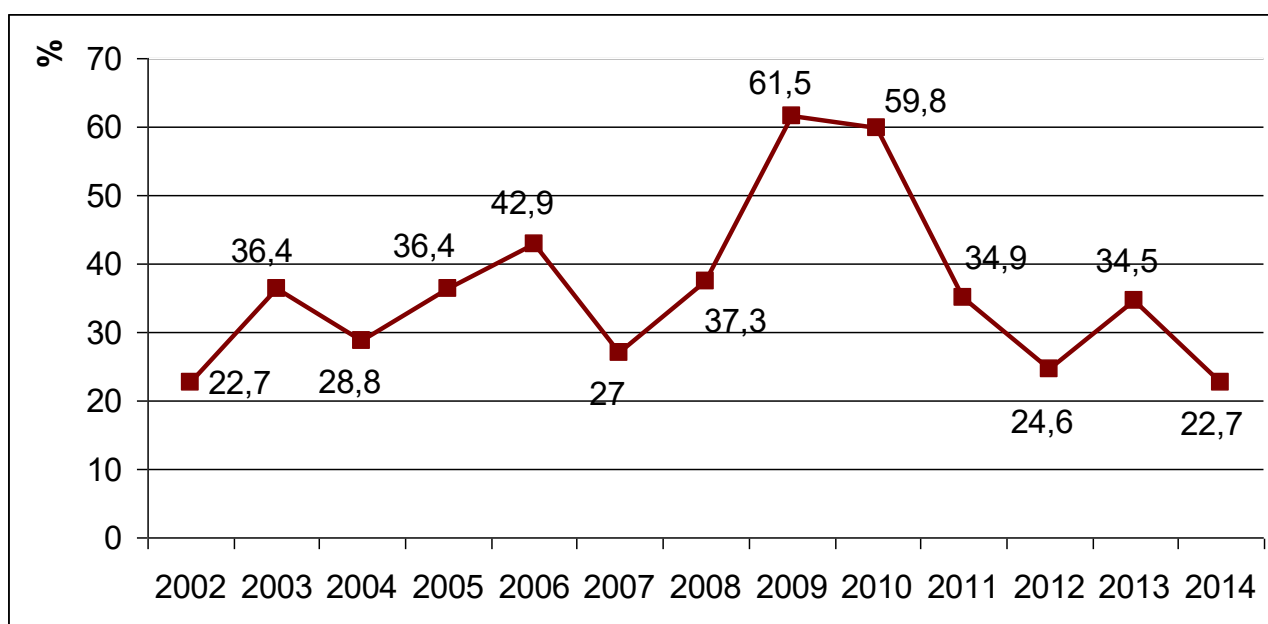


Рисунок 1.1 – Питома вага ЕГП серед причин материнської смертності в Україні

Одне з найважчих екстрагенітальних патологій у вагітних є захворювання серцево-судинної системи, і основне місце серед них займають пороки серця. Вагітних з вадами серця відносять до групи високого ризику материнської та перинатальної смертності і захворюваності. Можливі ускладнення захворювань серця при вагітності:

- важкий перебіг гестозів;
- фетоплацентарної недостатності;
- хронічна гіпоксія плода;

- передчасне переривання вагітності;
- затримка внутрішньоутробного розвитку плода;
- передчасне відшарування нормально розташованої плаценти;
- внутрішньоутробна загибель плода.

Слід пам'ятати про те, що захворювання серця несуть велику небезпеку не тільки для дитини, але і для матері і можуть призводити до інвалідності і навіть смерті [22].

Основні захворювання серцево-судинної системи при вагітності:

- набуті та вроджені вади серця;
- ревматична хвороба;
- порушення серцевого ритму;
- опероване серце;
- хвороби міокарда.

Гестоз є найбільш складною патологією в акушерстві, спостерігається в 2,3-28,5% випадків, і цей показник не має тенденції до зниження. При високому рівні медичних технологій в світі щорічно помирає близько 50 тис. жінок від причин, пов'язаних з вагітністю і пологами.

На жаль, незважаючи на сучасні досягнення в профілактиці, діагностиці та лікуванні, перинатальна смертність при гестозі в 3-4 рази перевищує популяційну та становить від 18 до 30%. Перинатальна захворюваність також не має стійку тенденцію до зниження.

Преєклампсія ускладнює перебіг від 3 до 5% всіх вагітностей і являє собою основну причину материнської і перинатальної захворюваності і смертності в усьому світі [23].

Недооцінка ступеня важкості гестозу, а отже, неадекватне лікування і запізніле розродження є основними причинами материнської смертності при цьому ускладненні вагітності. У літературі виділяються терміни «чистий» і «поєднаний» або «ускладнений» гестози. Під останнім мається на увазі розвиток цього ускладнення гестації у пацієток, що мають хронічну екстрагенітальну патологію у вигляді гіпертонічної хвороби (ГБ), захворювань нирок і ін. Згідно з

даними деяких авторів, гестоз частіше розвивається при ГБ, ожирінні і рідше – при патології нирок.

Експериментальні дослідження показали, що гестоз виникає з однаковою частотою (85%) при ожирінні, ГБ і ендокринопатіях, рідше (77%) – при нирковій патології і завжди (100%) – при наявності у вагітних поєднання декількох екстрагенітальних захворювань.

Проблема гестозу на тлі анемії також зберігає свою актуальність, оскільки залишається однією з основних причин материнської і перинатальної смертності. У 40% вагітних з анемією діагностують гестоз. Це пояснюється тим, що він виникає внаслідок порушення адаптації організму пацієнтки до вагітності, а анемія вагітних – в зв'язку з залізо дефіцитом [24].

Одним з основних факторів, що лежать в основі розвитку гестозу, є дисфункція ендотелію судин, характерною рисою якої прийнято вважати порушення мікроциркуляції і приєднання внутрішньоутробної гіпоксії. Незважаючи на те, що уявлення про ендотеліальної дисфункції об'єднує значну кількість різних патологічних станів, що характеризуються порушеннями судинної системи.

Слід підкреслити, що швидкість прогресування гестозу передбачити дуже важко. Гестоз може розвиватися повільно, але він не зупиняється у своєму розвитку, поки прогресує вагітність, існує живий плід і плацента. Погіршення гестозу іноді може статися за кілька днів (ГРВІ, стрес, сольова і водне навантаження, загострення фонового захворювання) [25].

Головним завданням лікування гестозу є попередження розвитку більш важких форм, переходу початкових порушень в системі гемостазу (гіповолемія, гемоконцентрація) в більш виражені зміни нирок (гломерулоендотеліоз), печінки (гіпопротеїнемія, підвищення активності печінкових ферментів) і далі – в церебральні порушення (пreekлампсія, еклампсія).

До основних принципів лікування гестозу відносяться: своєчасна діагностика стану вагітної, створення лікувально-охоронного режиму, відновлення функції життєво важливих органів, швидке і дбайливе розродження.

При гестозі легкого ступеня можна проводити лікування амбулаторно в умовах жіночої консультації. Терапія вагітних з гестозом середнього ступеня важкості та тяжкого ступеня проводиться в умовах стаціонару [26].

Одним з методів, що дозволяють визначити захисно-приспосувальні можливості організму плода, є кардіоінтервалографія. Оцінка стану організму за характером регуляції серцевого ритму заснована на уявленнях про його хвильову структуру, що відбиває діяльність ряду найважливіших функціональних систем [27].

У літературі є нечисленні і часто суперечливі дані про використання математичного аналізу результатів кардіоінтервалографії для оцінки окремих параметрів стану організму плода. Широке поширення в антенатальному спостереженні одержало визначення біофізичного профілю плода за шкалою АМ Vintzileos і співавт [28]. Однак принципи оцінки показників біофізичного профілю плода, які використовують до теперішнього часу, вже не відповідають сучасним вимогам. На підставі уявлень, що змінилися відносно інтерпретації таких параметрів як дихальні рухи плода, його рухова активність, ступінь зрілості плаценти і об'єм навколоплідних вод, необхідна їх істотна переоцінка з якісної і кількісної точки зору з оновленням принципів оцінки та інтерпретації одержуваних даних.

Способи інтерпретації результатів анти- та інтранатальної кардіо-токографії, хоча й численні, часто бувають малоефективні через відсутність чіткої системи оцінок у визначенні стану плод. Необхідний ефективний, надійний і простий спосіб диференційованої інтерпретації отриманих даних при вагітності та пологах. Найбільш раціональним у цьому зв'язку є використання роздільних, адаптованих для вагітності та пологів шкал з бальною оцінкою досліджуваних показників [28].

Комплексне використання перерахованих методів у визначенні стану плода дозволяє отримати більш достовірну інформацію, оскільки дає можливість враховувати різні аспекти його функціонального стану, а також усунути помилки і похибки окремих методів дослідження.

Для вивчення регуляторних та захисно-приспосувальних механізмів плода під час вагітності в рамках данної дисертаційної роботи використовувався комп'ютерний аналіз даних кардіоінтервалографії за Р.М. Баєвським. Зміни частоти серцебиття плода реєстрували фетальним кардіотокографом «Analogic Fetalgard-2000» за стандартною методикою. Отримана в процесі запису інформація в масштабі реального часу надходила в персональний комп'ютер. Автоматизовану обробку кардіоінтервалограми здійснювали за допомогою власної, спеціально розробленої програми

Проведений аналіз інформативності, універсальності і доступності методів діагностики та оцінювання стану вагітної і плоду показав, що далеко не всі з них є абсолютно точними і безпечними. Це може бути продемонстровано на прикладі ультразвукових досліджень, коли на завершальних термінах вагітності у плода формуються всі органи чуттів, а робота апарату УЗД викликає рефлекс схованки, тобто спробу «сховатися» від скануючого променя [28].

Це є свідченням того, що УЗД-дослідження небезпечні на біологічному рівні для плода на будь-якій стадії вагітності, для новонароджених і дітей приблизно до 3-4 років, по низхідній з 2-х років [29].

Ще один ризик УЗД полягає в тому, що укомплектовані застарілими УЗД-обладнаннями кабінети і фахівці, що працюють в них, не забезпечують належної якості досліджень коли, наприклад, звичайним УЗД-апаратом неможливо встановити, чи є обвиття плоду пуповиною чи ні.

В більшості існуючих УЗ-апаратів не регламентовано час впливу сканованим променем на плод, що призводить до перевищення часу, фактично необхідного для проведення дослідження, а значить і до зайвого негативного опромінення плоду.

Для усунення зайвих ризиків УЗ дослідження розроблено класифікацію ризиків, які супроводжують мати і дитину від початку вагітності до досягнення дитиною віку не менше 1 року.

Особливістю даної класифікації є те, що вона поєднала в собі існуючі класифікації ризиків, які існують в окремих періодах вагітності та життя

новонароджених. Саме таке поєднання показало, що якщо не приділяти належної уваги профілактиці та усуненню ризиків на етапі пренатального розвитку плоду, то існує велика ймовірність того, що новонароджена дитина не тільки ускладнює ризики пренатального періоду, а й отримає нові, додаткові, такі як хромосомна генна патологія, негативна динаміка порушень внутрішнього розвитку, передчасне народження тощо.

Запропонована класифікація підтверджує необхідність комплексної взаємодії акушерсько-гінекологічного медичного персоналу і неопатологів для своєчасного визначення не тільки самих факторів пренатальних ризиків вагітності і ризиків новонароджених, а й причин, що зумовили їх виникнення.

Саме така актуалізація проблеми своєчасного вивчення ризиків різного походження як у матері, так і у плода, свідчить про необхідність забезпечення лікувально-діагностичного процесу сучасними інформаційними системами і технологіями, високофункціональним обладнанням для інтенсивного неонатального моніторингу та інтенсивної терапії [29]. Перш за все мова йде про системи кардіо-респіраторного моніторингу; системи для експрес-діагностики вагітних з гестозом; прилади для газоаналізу крові, в т.ч. і пульсоксиметрії; апаратуру для СРАР-терапії; комп'ютерні системи ранньої діагностики функціонального стану плоду; рентгенологічну, УЗ та томографічну апаратуру та інші.

Така класифікація практично повністю відповідає новим парадигмам в області охорони здоров'я, які пропонує корпорація Microsoft [30], а саме: підвищення прозорості та ефективності роботи МІС і МІТ шляхом застосування в них електронних історій хвороби, що сприяє постановці більш точних діагнозів, а пацієнтам надає можливість отримувати більш повну картину процесу лікування; використання одного із функціональних принципів – довіри пацієнтки – що забезпечує вдосконалення обробки історій хвороби і розвиток тенденції до більш широкого використання МІС.

1.3 Аналіз існуючих методів, засобів і систем для діагностики та експрес-діагностики вагітних

Регіональна інформаційна система моніторингу пологової допомоги (PISCAR) була розроблена в 2008 році на базі системи, яку експлуатували більше 10 років.

Функціонал PISCAR призначений для автоматизації таких процесів діяльності служби допомоги породіллі: – моніторинг вагітних жінок;

– облік вагітних жінок і жінок з гінекологічними захворюваннями, що обслуговуються;

– оповіщення вагітних жінок про майбутні призначення;

– управління записом на обслуговування;

– управління наданням медичної допомоги.

Моніторинг вагітних жінок включає збір і моніторинг первинної інформації і автоматичний розрахунок групи показників: ступінь ризику за шкалою Фролової; ступінь ризику за шкалою Радзинського; група ризику з невиношування вагітності; шкала оцінки ступеня важкості нефропатії Вітглінгера; шкала оцінки ступеня важкості гестозу Савельєвої.

Використання PISCAR для створення інформаційних систем моніторингу служби допомоги вагітним регіону дозволяє поліпшити якість і доступність медичної допомоги, наданої вагітним жінкам, поліпшити якість і доступність інформації щодо вагітних жінок [31].

Комплексний підхід до інформатизації галузі охорони здоров'я на сучасному етапі передбачає сукупність інформаційно-телекомунікаційних технологій, що забезпечують отримання даних про динаміку індивідуального здоров'я, аналітичних даних про громадське здоров'я та впливі факторів навколишнього природного середовища, відомостей про діяльність медичних служб та установ. Це дозволяється формуванням реєстру (база даних) на основі єдиного принципу побудови (універсальності) окремих блоків інформаційної системи, незалежно від відмінностей у характері й повноті медичних карт [32].

Наступним кроком є перехід до створення гібридних ІС з інтегрованими в їх середовище системами підтримки прийняття рішень (СППР) або автоматизованими робочими місцями (АРМ) і блоком управління, реалізованим з використанням методів моделювання (імітаційного, математичного).

Таким чином, медична інформатика надає можливість моніторингу ситуації, починаючи з народження дитини, що особливо важливо, так як основи здоров'я і багатьох захворювань у дорослих мають свої корені в дитячому віці (рис. 1.2).

Розглянута в [33] система забезпечує виконання наступних функцій:

- інтерактивне введення і коригування свідочств про народження, перинатальну смертність та смертність на 1-му році життя;
- ведення державної / обласної, районних та відомчих баз даних народжуваності, перинатальної загибелі та смертності у віці до одного року;
- обмін даними про народжуваність і смертність по комп'ютерних мережах, у тому числі, передача інформації на центральний рівень;
- санкціонований доступ до бази даних по народжуваності, пери-натальної та малюкової смертності;
- багатофакторний аналіз народжуваності, перинатальної та малюкової смертності, включаючи кількісні оцінки впливають на них факторів (аналіз епідеміологічних факторів критичного ризику).

Комплексний аналіз однотипової інформації, яка надходить в БД при народженні і захворюваннях, що закінчуються загибеллю дітей на першому році життя, дозволяє виявити і об'єктивно оцінити фактори, що визначають рівень і структуру перинатальної та малюкової смертності.

Одночасно єдина інформаційна база та програмне забезпечення відкривають можливість однотипового порівняльного аналізу медико-соціальних причин смертності на всіх рівнях [34].



Рисунок 1.2 – Структурно-функціональна схема системи «Народжуваність, перинатальна і дитяча смертність»

В роботі [33] розроблено автоматизовану інформаційно-аналітичну систему для перинатальних центрів, основою якої є модульний принцип побудови, що забезпечує широкі можливості адаптації системи для будь-якого медичного закладу відповідного профілю.

Розроблена комплексна автоматизована система для оперативного контролю та управління роботою перинатальних центрів (проект «Cyberdoctor»), має відмінні від інших особливості якими є: зовнішня простота (складність «за кадром»); відкрита платформа (можливість обміну даними з іншими

інформаційними системами); наявність кроссплатформенного Web-додатку; легкість управління (розвинена система контролю і управління доступом до даних); безпека (доступ до даних контролюється на всіх рівнях обробки); можливість роботи в «хмарі» (SaaS); ліцензійна прозорість (використання програмного забезпечення з відкритим вихідним кодом); використання технології «тонкий клієнт» на базі СПО Linux. У систему закладені функції своєчасного виявлення критичних випадків і допомоги у прийнятті управлінських рішень.

Розробка системи велась на основі веб-фреймворку Drupal 6 з активним використанням вільних модулів; мова розробки – PHP; пріоритетний веб-сервер – nginx; пріоритетна серверна платформа – Debian Linux. Клієнтська частина розроблялась на HTML з використанням javascript-фреймворку DoJo, що дозволяє створювати зручні і динамічні інтерфейси [34].

«CyberDoctor» розроблялася як комплексна система автоматизації діяльності перинатальних центрів, що забезпечує автоматизацію реєстрації, ведення та обліку історій хвороби з можливістю аналізу і статистичної обробки, а також з функцією допомоги у прийнятті управлінських рішень на основі потужної статистичної бази.

Система являє собою веб-орієнтований додаток, що працює за технологією «клієнт-сервер»; має модульну структуру, адаптовану під потреби конкретного ЛПУ з можливістю розширення і модернізації [35].

Запропонований авторами спосіб [33] діагностує загрозові передчасні роди до появи розгорнутої клінічної картини цього ускладнення вагітності. Це пов'язано зі здатністю способу кількісно оцінювати функцію вищої нервової системи, що регулює скорочувальну функцію матки, – до реалізації її впливів на родову діяльність. Все це дозволяє здійснювати ранню діагностику загрозових передчасних родів, коли зазвичай використовувані способи не дозволяють своєчасно поставити діагноз.

Система «Витакор – перинатальна медицина» [36] призначена для автоматизації діяльності працівників медичної організації служби охорони материнства и дитинства і забезпечує такі функції:

1. Організація єдиного інформаційного ресурсу для реалізації інформаційної взаємодії медичних організацій, які надають допомогу вагітним, породіллям і новонародженим.

2. Забезпечення інформаційного супроводження жінок при наданні ним медичної допомоги під час вагітності, пологів і в ранній післяпологовий період.

3. Моніторинг стану здоров'я вагітних, в тому числі за призначенням автоматично розрахованих ризиків.

Впровадження АІС «Вітакор перинатальна медицина» дозволяє:

– забезпечити централізований контроль стану здоров'я вагітних на всіх етапах вагітності;

– отримувати в режимі реального часу актуальну інформацію про здоров'я вагітних.

Значна кількість ускладнень та інших несприятливих наслідків протікання вагітності у жінок зумовлені наявністю серцево-судинної патології, що вимагає від лікарів пошуку адекватної тактики ведення таких вагітних та вибору методів їх лікування. Одним з найбільш розповсюджених несприятливих факторів розвитку вагітності, який скорочує, або обмежує, можливості адаптаційних механізмів, зумовлює появу нових ускладнень, які виникають під час вагітності є екстрагенітальна патологія (ЕГП).

Основна небезпека ЕГП полягає в можливості істотно впливати на стан плоду і сприяти поширенню різних захворювань в перинатальному періоді та стати причиною материнської смерті.

На рис.1.3 представлено структуру тактики ведення вагітних з екстрагенітальною патологією. Доведено, що профілактика при її наявності повинна проводитися в двох напрямках: специфічної та неспецифічної.

Специфічна профілактика спрямована, в першу чергу, на запобігання декомпенсації або ускладнень основного захворювання і залежить від діагнозу хвороби.

Неспецифічна профілактика – показана всім вагітним з екстра-генітальною патологією, незалежно від її різновиду [37].

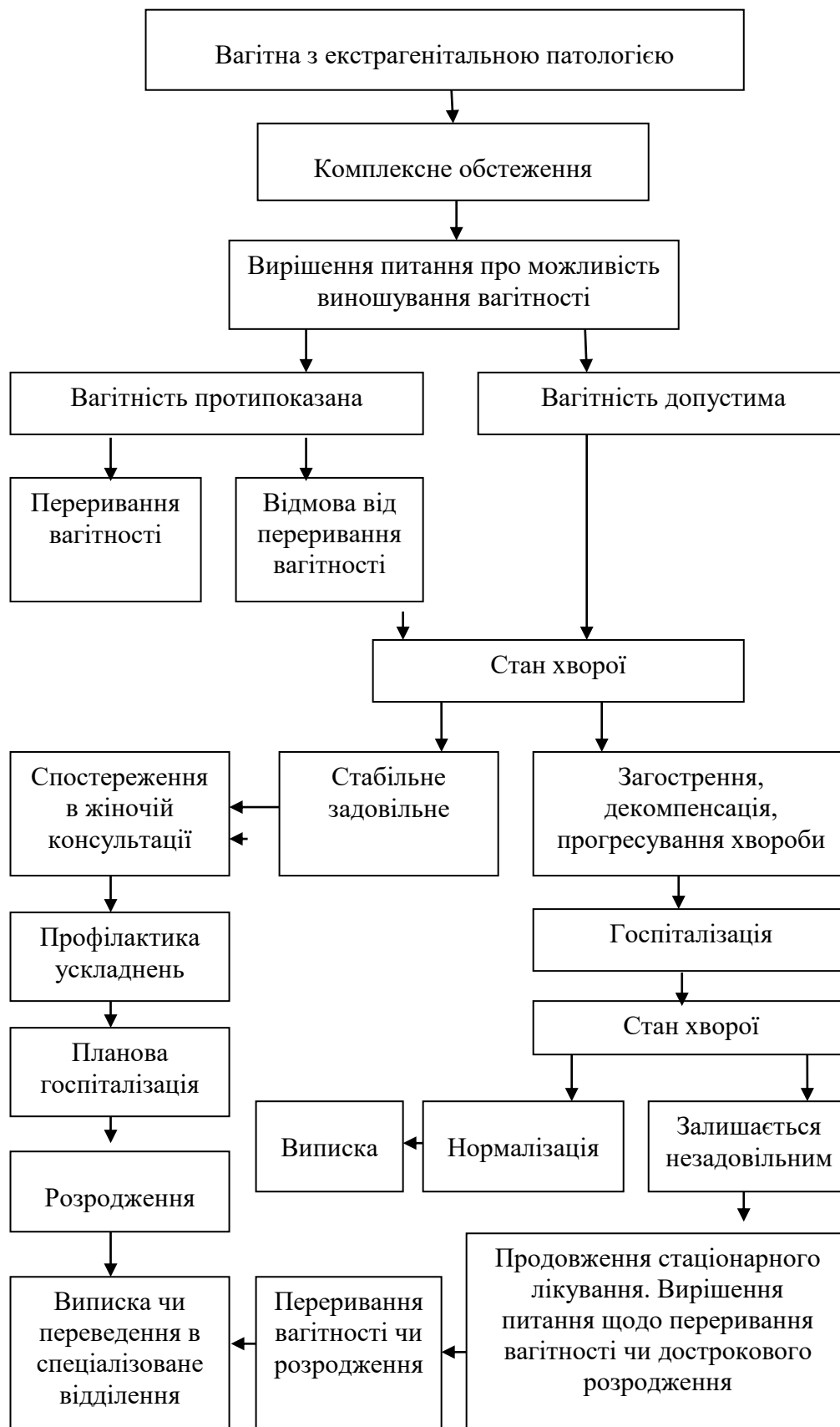


Рисунок 1.3 – Тактика ведення вагітних з екстрагенітальною патологією

Для діагностики та лікування серцево-судинних захворювань в період вагітності характерні певні труднощі, які пов'язані з вибором медикаментозного лікування та обмеженням діагностичних можливостей. Розглянемо основні аспекти діагностики гестозу у вагітних жінок, що ускладнюють перебіг гестаційного періоду і здатні чинити несприятливий вплив на стан плода і жінки [38].

Моніторинг гемодинамічних параметрів в перинатальний період на будь-якому етапі повинен бути максимально повним і включати наступні параметри: артеріальний тиск АТ (систоличний, діастолічний, середній), частоту серцевих скорочень (ЧСС), варіабельність серцевого ритму (ВСР), електрокардіограму (ЕКГ), ударний об'єм (УО), хвилинний об'єм крові (ХОК), загальний периферичний опір судин (ЗПОС), а також систолічний індекс (СІ) (рис.1.4).

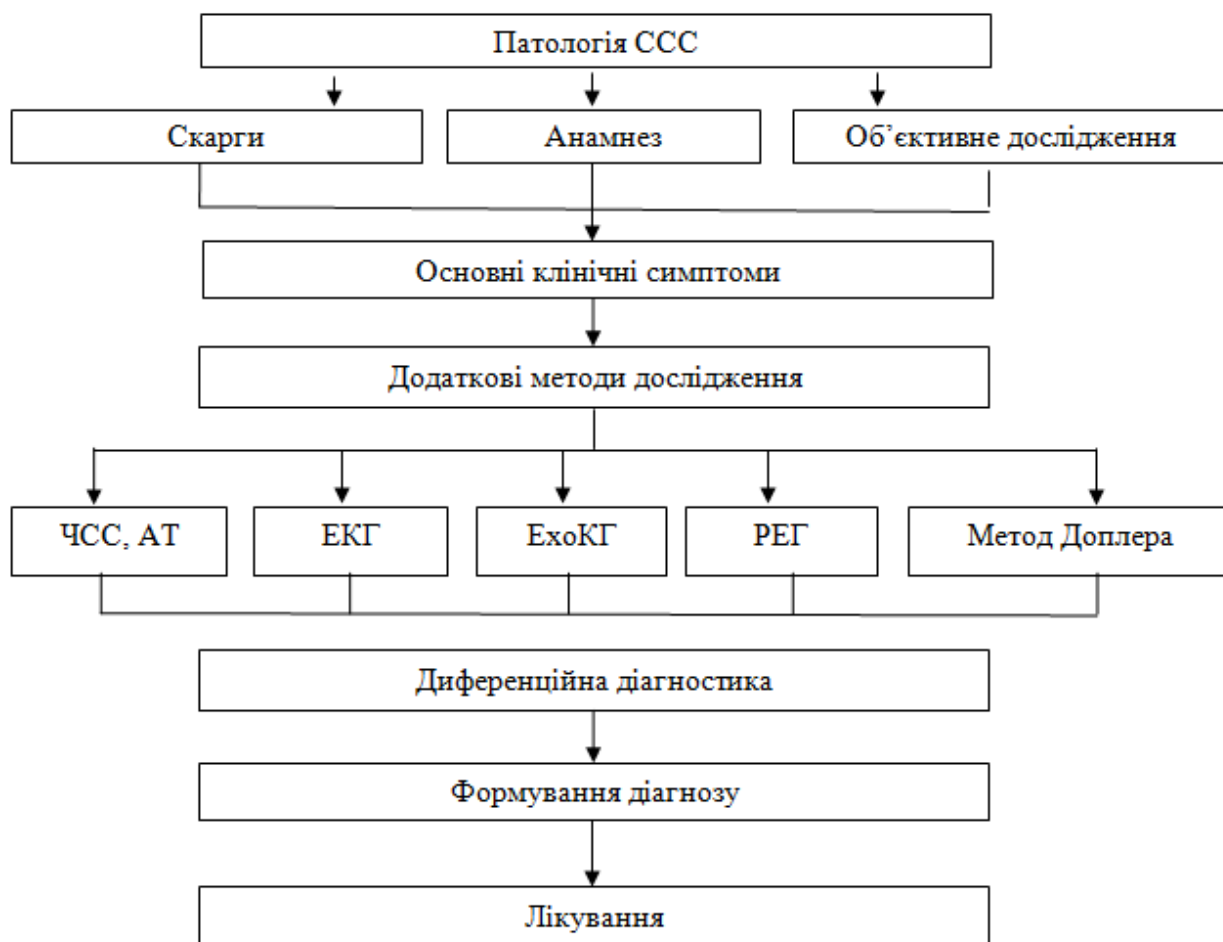


Рисунок 1.4 – Моніторинг параметрів гемодинаміки в перинатальний період

Вимірювання артеріального тиску будь-яким неінвазивним методом – аускультативним, осцилометричним – це золотий стандарт, який безпосередньо застосовується поряд з вимірюванням ЧСС. Але треба зазначити, що при сучасному розумінні завдань щодо системи кровообігу цей показник мало що може сказати нам про такі процеси, як органний і мозковий кровоток, функціональна продуктивність серця, рівень волемії. І хоча за своєю суттю він є інтегральним, і об'єднує перераховані вище складові, він не дає можливості однозначно судити про зміни, що відбуваються в організмі вагітної. Так, зниження пульсового тиску в рівній мірі може бути викликано як гиповолемією, так і судинною дисфункцією [39].

З часу впровадження в клінічну практику в 1905 р методу Короткова для вимірюванн артеріального тиску пройшло вже більше 100 років, але до цих пір немає єдиного рішення, який тон вважати рівнем діастолічного тиску. У повідомленні Національного комітету (1984) в якості істинного рівня діастолічного тиску рекомендована IV фаза, що відповідає за приглушення звуків, але вже в 1998 р тим же самим комітетом для цієї мети рекомендована V фаза, яка відповідає їх зникненню [40].

Існує ще ряд правил і рекомендацій, які не завжди точно виконуються лікарями, що також може спотворювати фактичні результати. Це розміри манжети, щільність охоплення кінцівки, місце виміру, вплив на результат аритмії і т. д. Разом з тим в сукупності з іншими показниками цінність динаміки АТ безсумнівна, а простота і відносна дешевизна говорить про те, що цей метод, безумовно, ще довгий час буде входити в базові стандарти діагностики і лікування. Вимірювання ЧСС так само, як і АТ, не вимагає великих витрат і може здійснюватись по плетизмографічній кривій або ЕКГ. ЧСС в поєднанні з іншими параметрами організму може давати цілісну картину стану гемодинаміки, а при безперервному автоматичному вимірі за методом Холтера може ефективно виявляти аритмії. Можливе опосередковане використання параметрів АТ та ЧСС для визначення УО, МОК, ОПСС вагітної розрахунковим методом [41].

ЕКГ – це параметр, що є обов'язковим для усіх стандартів моніто-рингу серцево-судинної системи. Найбільший ефект в акушерській практиці, де основним контингентом є молоді жінки, є виявлення аритмії і діагностування її форми [42]. З позиції сучасного акушерства та перинатології проведення в другому і третьому триместрі вагітності кардіотокографічного (КТГ) дослідження, особливо в групі вагітних з високим ризиком перинатальної патології є обов'язковою умовою успішного результату вагітності та пологів. В дослідженнях, як правило використовуються непряма КТГ і базальний ритм, який представляє собою середню величину між миттєвими значеннями серцебиття плоду, яка є незмінною на протязі 10 і більше хвилин (без акселерацій і децелерацій).

Класифікація типів варіабельності базального ритму:

- а) німий (монотонний) ритм, що характеризується низькою амплітудою (0,5 за хвилину);
- б) злегка ундулюючий (5-10 за хвилину);
- в) ундулюючий (10-15 за хвилину);
- г) сальтаторний (25-30 за хвилину).

Наявність «а» і «б» ритмів говорить про порушення ФС плода, а наявність «в» і «г» ритмів – про задовільний стан плоду [43].

Акселерація – підвищення ЧСС на 15-25 за хвилину порівняно з вихідною (базальною). Їх наявність являється сприятливою ознакою задовільного стану плоду.

Децелерації – епізоди сповільнення ЧСС на 30 і більше ударів, тривалістю не менше 30 сек. Розрізняють три основних види (типи) децелерацій: ранні (I тип) починаються одночасно з переймами або з запізненням на 30 сек.; пізні (II тип) – виникають через 30 сек. і більше післ початку скорочень матки; варіабельні (III тип) – мають різну (V-, U-, W-подібну) форму. Шкала оцінки серцевої діяльності плода під час вагітності в модифікації Г. М. Савельєвої представлена в табл.1.1.

Критерії нормальної антенатальної кардіотограми:

- базальний ритм 120-160 уд/хв.;

- амплітуда варіабельності базального ритму 10-25 уд/хв.;
- відсутність децентрацій;
- наявність 2-х і більше акселерацій на протязі 10 хвилин, подальший

моніторинг можна не продовжувати.

Критерії сумнівної КТГ:

- базальний ритм в межах 100-120 або 160-180 уд/хв.;
- амплітуда варіабельності базального ритму менше 10 уд/хв. або більше 25 уд/хв.;
- відсутність акселерацій;
- спонтанні неглибокі і короткі децелерації.

При спонтанних неглибоких та коротких децелераціях необхідно повторне дослідження через 1-2 години и застосування інших додаткових методів досліджень ФС плода.

Критерії патологічної КТГ:

- базальний ритм – менше 100 за хвилину або більше 180 за хвилину;
- амплітуда варіабельності базального ритму менше 5 за хвилину;
- явні варіабельні децелерації;
- пізні децелерації;
- синусоїдальний ритм.

Таблиця 1.1 – Шкала оцінки серцевої діяльності плода під час вагітності (W.Fisher, 1976) в модифікації Г. М. Савельєвої. [43]

Параметр		Базальна оцінка		
		0	1	2
ЧСС	Базальна ЧСС	≤ 100 ≥ 180	100-120 160-180	120-160 –
Варіабельність ЧСС	Частота осциляцій за 1 хвилину	≤ 3	3-6	≥ 6
	Амплітуда осциляцій	5 або синусоїдальна	5-9 або ≥ 25	10-25
Зміна ЧСС	Акселерації	Відсутні	Періодична	Спорадичні
	Децелерації	Пізні тривалі або варіабельні	Пізні короткочасні або варіабельні	Відсутні або рані

Сучасні фетальні монітори – це багатофункціональні прилади, що дозволяють з високою точністю реєструвати серцеві скорочень (ЧСС) плода / плодів з одночасною реєстрацією скорочувальної діяльності матки і рухової активності плода (актограмми) [44].

Серед усього різноманіття моделей фетальних моніторів слід виділити кардіотокографи експертного класу. Ці прилади мають саму передову електроніку, потужні процесори (Pentium4 і вище) і програмне забезпечення, що забезпечує надійну реєстрацію ЧСС плода від удару до удару. Висока якість УЗ датчиків, доплер з дуже низькою потужністю випромінювання, програмою комп'ютерної обробки аналогового сигналу і автоматичним налаштуванням режиму ехолокації.

Кардіотокографи експертного класу мають повний набір діагностичних, функціональних, технічних і експлуатаційних характеристик, які забезпечують проведення найсучасніших перинатальних діагностичних технологій. Висока надійність приладу. Як правило, ремонт фетальних моніторів експертного класу в гарантійний період пов'язаний з механічними пошкодженнями датчиків або проблемами, пов'язаними з високими перепадами напруги електричної мережі користувача.

Серед приладів цього класу слід виділити в першу чергу кардіотокографи Sonicaid Series Team і монітор матері та плоду Sonicaid Series FM 800 (Huntleigh Healthcare, Великобританія) [45].

Новітні моделі фетальних моніторів мають мережеві канали зв'язку, телеметрію. Зазначені фірми пропонують користувачам автономні комп'ютерні системи та центральні станції КТГ- моніторингу .

В останні роки на медичному ринку з'явилися монітори «матері та плоду». Їх особливість полягає в тому, що є можливість додатково здійснювати моніторинг вітальних функцій майбутньої мами – реєструвати температуру тіла, ЕКГ, частоти дихання, показники неінвазивного АТ, а також моніторинг насичення киснем крові матері та плоду [45].

Реєстрація ЧСС плода (ів) в сучасних фетальних кардіомоніторах може здійснюватися, як за допомогою ультразвукового доплерівського датчика, так і шляхом знімання прямої ЕКГ плоду за допомогою інвазивного спіралеподібного електрода, накладеного на передлежачу частину плода. Реєстрація скорочувальної активності матки може здійснюватися, як за допомогою зовнішнього тензометричного ТОКО – датчика, так і шляхом реєстрації тиску за допомогою одноразового катетера, введеного в порожнину матки.

Кардіотокографами Sonicaid series Team та монітори Матері та плоду Sonicaid series FM800 відрізняються від фетальних моніторів інших як вітчизняних так і закордонних рядом унікальних діагностичних, функціональних, технічних і експлуатаційних характеристик (рис. 1.5) [45]:

Кардіотокографи Sonicaid оснащені УЗ доплерівськими датчиками, які дозволяють забезпечити надійну реєстрацію ЧСС плода від удару до удару, починаючи з ранніх термінів вагітності (наприклад, з 24 тижнів гестації) в діапазоні від 30 до 240 уд. в хв., незалежно від наявності вираженого ожиріння, багатоводдя та інших патологічних станів.



Рисунок 1.5 – Зовнішній вигляд кардіотокографа [40]

Фетальні монітори Sonicaid для КТГ моніторингу двох плодів мають два незалежних ультразвукових канала та УЗ датчики різної частоти (1.5 і 2.0 МГц), що підвищує точність реєстрації ЧСС кожного з плодів. Крім того, всі моделі кардіотокографів Sonicaid мають програмне забезпечення, яке здійснює

міжканальну верифікацію ЧСС плодів для виключення можливості реєстрації двома датчиками ЧСС одного і того ж плоду.

УЗ датчики кардіотокографів Sonicaid мають максимально низьку потужність випромінювання, а значить ятрогенний вплив ультразвукового випромінювання на тканини, і в першу чергу, на тканини серця плоду буде зведено до мінімуму.

Наявність графічного дисплея, що працює в інтерактивному режимі, на обраній користувачем мові, в тому числі і російській, забезпечує максимальний комфорт при взаємодії лікаря і монітора.

Фетальні монітори Sonicaid мають повний набір сигналів тривоги, а саме: при втраті сигналу з УЗ – датчика або ТОКО – датчика; за відсутності ворушінь плода; при наявності тахікардії і брадикардії у плода з можливістю міняти значення параметрів тривог як за значенням параметра, так і по тимчасовій тривалості виходу за граничні значення.

Кардіотокографи Sonicaid мають унікальне програмне забезпечення – автоматичний розрахунок параметрів і аналіз кардіотокограми з виявленням всіх відхилень параметрів даної КТГ від фізіологічної норми, а також оцінку функціонального стану, наявності і ступеня важкості гіпоксії плода з урахуванням індивідуального терміну гестації, починаючи з 24 тижнів.

Фетальні монітори Sonicaid єдині монітори експертного класу, які мають автоматичний аналіз кардіотокограмм в масштабі реального часу, в першому періоді пологів, що дозволяє лікарю з високою точністю оцінити тяжкість інтранатального дистресу і гіпоксії плода (ів) та своєчасно прийняти рішення про оперативне закінчення пологів в інтересах плода.

Тільки крива ЧСС від удару до удару, відображає реальні зміни ритму серцевої діяльності плода, що дозволяє з високою достовірністю проводити розрахунок параметрів КТГ (в ручному або автоматичному режимі) і оцінку функціонального стану плода [45].

Ефективність впровадження фетальних моніторів в першу чергу залежить від якості обладнання (високі функціональні, технічні та експлуатаційні

характеристики фетального монітора); новизни впроваджуваних технологій (наприклад, автоматичний аналіз даних КТГ з урахуванням індивідуального терміну гестації, починаючи з 24 тижнів; автоматична кількісна оцінка ступеня важкості гіпоксії плода в першому періоді пологів), і від рівня підготовленості акушерів для роботи з фетальними моніторами, моделі яких плануються до закупівлі в даний лікувальний заклад [45].

В той же час, незважаючи на достатньо велику кількість існуючих медичних приладів і систем, інформаційних технологій і програмних комплексів на порядку денному є ряд проблем, які потребують безвідкладного рішення. Це перш за все:

- передчасні пологи і боротьба за життя глибоко недоношених новонароджених;
- збільшення кількості вагітних і породіль «високого ризику», а також новонароджених з серйозними порушеннями в розвитку;
- рішення проблеми експрес-діагностики гестозу вагітних.

Є ще один аспект моніторингу, якому більшість лікарів-діагностів не приділяють достатньої уваги. Це моніторинг варіабельності ЧСС і параметрів кровообігу. Відомо, що етимологія терміна «моніторинг» має і таке значення, як попереджати і прогнозувати. Використання комп'ютерних технологій для аналізу варіабельності серцевого ритму, та параметрів кровообігу набуває з кожним роком все більшого поширення [46].

Основна мета дослідження варіабельності параметрів полягає в визначенні адаптаційних і компенсаторних можливостей серцево-судинної і системи кровообігу. Доведено, що варіабельність серцевого ритму є прогностично більш точним маркером перебігу післяінфарктного періоду, ніж фракція викиду. Розумно було б припустити, що і в анестезіології та інтенсивній терапії для лікаря ці дані є далеко не зайвими. Важливо також, що дані оцінювання варіабельності параметрів кровообігу і ЧСС відображають не тільки статичні значення параметрів, а функціональні можливості відповідних фізіологічних систем, та активність регулюючих систем, що дозволяє передбачити можливі зміни, які викликані активними зовнішніми впливами [47].

Підсумовуючи вищевикладене, можна так уявити схему алгоритма моніторингу ЧСС і гемодинаміки для акушерської практики:

- стандартний цілодобовий моніторинг АТ і ЧСС;
- визначення типу гемодинаміки вагітної – УО, СІ, ЗПОС;
- доплерометрія маткових артерій і артерій пуповини та мітрального кровотоку плода;
- дослідження варіабельності ЧСС і параметрів кровообігу вагітної.

Такий алгоритм неінвазивного моніторингу відповідає основним вимогам, що пред'являються до методу:

- безпечний, тому що не має, на відміну від інвазивних методів, небезпечних ускладнень;
- максимально інформативний – відстежує та оцінює показники як центральної, так і периферичної гемодинаміки;
- високо-технологічний – інформація подається в цифровій формі з можливістю перегляду та аналізу цифрових і графічних трендів;
- легко інтерпретується, не вимагає тривалого додаткового навчання.

1.4 Особливості інформаційного забезпечення лікувально-діагностичного процесу вагітних з гестозною патологією

Медична інформація являє собою сукупність даних, що характеризують діяльність окремих структурних елементів, підсистем і всієї системи охорони здоров'я. З одного боку, інформація відображає процеси і явища в охороні здоров'я, тобто являє собою інструмент у роботі фахівців, керівників організацій та органів управління охороною здоров'я, з іншого – це предметна область роботи статистиків, фахівців організаційно-методичних відділів, дослідників [48].

Медична інформація поділяється на такі види:

- за формою подання: первинна, проміжна, підсумкова (зведена);
- за періодичністю використання: ретроспективна, поточна, опера-тивна;

- за функціональним змістом: клінічна, наукова, економічна, кадрова, фінансова, правова;
- за цільовим призначенням: статистична, аналітична, експертна та прогностична;
- за рівнем уявлення: федеральна, регіональна, муніципальна, уста-новча, персоніфікована;
- за медичними службами (спеціальностями): хірургічна, терапевтична, педіатрична і т.д.

Залежно від категорії користувачів вимоги до інформації мають свою специфіку. Проте є і загальні вимоги: інформація повинна бути предметною, достовірною, точною, повною, оперативною, доступною, доступною, в т.ч. і для порівняння [49].

Збір медичної інформації в загальному вигляді зводиться до виконання трьох дій: отримання інформації від суб'єктів, оброблення та аналіз отриманих даних, узагальнення та видача інформації на більш високий ієрархічний рівень управління. Узагальнення інформації полягає в отриманні інтегральних оцінок за тими чи іншими правилами (підсумовування, вибір максимального або мінімального значення і т.д.) і проводиться за ознаками: об'єкта (регіон, муніципальне утворення, ЗОЗ, структурний підрозділ і т.д.); досліджуваного явища (захворюваність, смертність, забезпеченість ліжками тощо) та часовими ознаками показника (динаміка народжуваності, смертності, захворюваності за ряд років і т.п.).

Цілком природно, що ці дії неможливі без впровадження автоматизації систем управління потоками, однак автоматизація інформаційних потоків усередині неправильно організованої системи управління призведе тільки до погіршення ситуації, збільшить ентропію системи з урахуванням того, що особливість проектування та впровадження комп'ютерних систем, в т.ч. і в медицину, полягає в залученні великих фінансових і трудових ресурсів, тривалому терміні розробки через відсутність готових стандартних рішень [50].

Інформаційна система – це, як правило, організаційно упорядкована сукупність інформаційних ресурсів і технологій, у тому числі з використанням засобів обчислювальної техніки і зв'язку, що реалізують інформаційні процеси. В принципі, будь-яка система зберігання даних може бути визначена як інформаційна система.

Ключовий момент розробки та впровадження інформаційних систем – їхня орієнтація на комп'ютерні технології і дотримання певних методичних та організаційно-технологічних принципів [51].

Більшість відомих медичних інформаційних систем (МІС) мають різну архітектуру побудови і спрямовані скоріше на інформатизацію закладів охорони здоров'я (ЗОЗ), а не безпосередньо на інформаційне забезпечення діагностики і лікування пацієнта. В цьому і полягає корінь абсолютної більшості проблем впровадження інформаційних технологій (ІТ) в сферу охорони здоров'я.

Різні ЗОЗ мають різні умови для інформатизації і це сильно ускладнює адаптацію універсальної МІС до конкретної ситуації в ЗОЗ. Дуже часто МІС створюється для конкретного ЗОЗ, з урахуванням всіх особливостей конкретної установи, і не призначена для тиражування в інші ЗОЗ. Такий підхід ускладнює або навіть унеможлиблює повну інтеграцію МІС різних ЗОЗ. Об'єднує всі ЗОЗ і, таким чином, може служити основою для успішної інформатизації охорони здоров'я спільний знаменник – пацієнт. Саме пацієнт є тією незмінною основою, з якою і можна почати створення фундаменту для побудови глобальної ІТ інфраструктури охорони здоров'я. Іншими словами – необхідно змістити акцент з інформатизації ЗОЗ на інформатизацію пацієнта.

За допомогою автоматизованої системи обробки даних АСУ "Поліклініка" забезпечується [52]: оперативний облік роботи всіх лікарів поліклініки; аналіз діяльності поліклініки в цілому; аналіз загальної захворюваності і захворюваності з тимчасовою втратою працездатності; інтенсифікація праці лікарів шляхом розроблення раціональних графіків їх роботи; ефективність організації диспансерного обстеження і т. д.; своєчасний збір і оброблення інформації про діяльність лікарів поліклініки з метою забезпечення ритмічності в роботі;

оптимальний розподіл всієї роботи на профілактичний і лікувальний розділи; визначення структури відвідування і т.д. Дані, які отримані в АСУ «Поліклініка» щомісячно поступають в розпорядження завідуючих відділеннями, головних лікарів і їх заступників, головних спеціалістів міськкохорони здоров'я (за профілями служб).

Таким чином, формується комплекс задач "Консультативний центр", який забезпечує: аналіз різних аспектів роботи лікарів всіх спеціальностей; контроль обґрунтованості направлення хворих на консультації; аналіз і контроль повноти обстеження і якості діагностики як на місцях, так і в консультативному центрі; управління диспансеризацією хворих з визначеними захворюваннями.

У контексті даної роботи під системою, як правило, маємо на увазі комп'ютерну систему, що забезпечує можливість виконання як автоматичних, так і автоматизованих процедур і складається з трьох основних компонентів:

- апаратне забезпечення – технічне обладнання, що включає центральний процесор (ЦП), накопичувач для зберігання даних, термінали і друкуючі пристрої;
- програмне забезпечення – комп'ютерні програмні засоби, за допомогою яких ведеться управління апаратними засобами системи з метою оброблення та запам'ятовування інформації;
- користувач – оператор (лікар), який здійснює взаємозв'язок з програмними та апаратними засобами системи і пацієнтом.

Інформаційне забезпечення, в свою чергу, повинно ґрунтуватися на низці концептуальних положень і принципах [53].

1. Найважливішим принципом буде застосування методології системного підходу на всіх етапах інформатизації, починаючи від вибору пріоритетних напрямів до мережевого графіка по розробленню ІТ або АСУ та організації їх впровадження.

2. Використання методів експертних оцінок та вивчення думки медичної громадськості (міста, району) на предмет виявлення проблем в охороні здоров'я та визначення пріоритетних напрямів, які підлягають інформатизації, створення інформаційних моделей для всіх рівнів управління і фахівців.

3. Провідні напрями інформатизації:

- інформатизація медичного технологічного процесу (діагностика, лікування, реабілітація, профілактика);
- інформатизація організаційно-управлінського аспекту;
- інформатизація наукових досліджень і підготовки кадрів;
- інформаційне забезпечення суб'єктів та учасників ЛДП з організацією інформаційного взаємообміну.

4. Розроблення інструктивно-методичних матеріалів щодо створення та архівації функціональних баз даних (БД) на основі об'єднаних обчислювальних мереж (ОМ) та інформаційно-обчислювальних мереж (ІОМ).

5. Розроблення типових вимог до створення проблемно-орієнтованих АРМів лікарів спеціалістів і АРМів керівників.

6. Вибір програмних продуктів на конкурсній основі для автоматизації типових функцій для всіх установ охорони здоров'я з метою широкого їх тиражування.

7. Централізоване придбання ліцензійних загальносистемних програмних засобів і СУБД, їх тиражування та супровід.

Як і 10 років тому використання медичних інформаційних систем обмежується, в основному, рішенням обліково-звітних завдань. Небажання медиків освоювати комп'ютери, відсутність фінансування – лише приводи, що дозволяють виправдати такі обмежені функції МІС.

Причина ж полягає в тому, що існуючі системи не задовольняють аксіомі юзабіліті, сформульованої С. Пантазі з колегами. Відповідно до цієї аксіомі, МІС повинна бути одночасно придатна до вживання користувачами і володіти достатнім набором функцій, щоб бути корисною. Виконання першої умови багато в чому визначається інтерфейсом системи. Що ж стосується другої умови, то крім великого числа функцій, що визначають корисність МІС для медперсоналу, надзвичайно важливо, щоб система володіла властивостями проактивності, що роблять її корисною безпосередньо для пацієнтів. Це вимога сформульована у вигляді другої аксіомі побудови МІС – аксіомі проактивності [54].

Можливість практичного виконання обох аксіом МІС ілюструється на прикладі клінічної інформаційної системи «ДОКА +» [55], яка створена в Новосибірську на базі Фонда «Медсанчасть 168», впроваджена і використовується в лікарнях різного профілю, статусу, масштабу і географічного положення, що дозволяє вважати її типовою МІС.

Виконання аксіоми юзабіліті досягнуто розробкою інтерфейсу користувача системи «ДОКА +» і включає в себе три важливі напрямки:

- аналіз можливостей використання універсального графічного Web-інтерфейсу;
- створення моделі головного інтерфейсу – меню користувача системи;
- створення інтерфейсу для зручної роботи з великими довідниками препаратів і обстежень.

Використання Web-інтерфейсу для МІС пов'язане з недоліками, притаманними Web-середовищу. Однак вибір цього інтерфейсу дозволяє скоротити витрати на навчання медперсоналу і супровід системи, звільняє від необхідності установки клієнтських програм, дає можливість застосування навігації – універсальної форми взаємодії користувачів з МІС [56].

Для комп'ютерного замовлення лікарями призначень лікування та обстежень запропоновано використовувати принцип динамічного багат шарового інтерфейсу [57]. Він полягає в тому, що різні рівні ієрархічного довідника медикаментів або обстежень відображаються на екрані монітора в різних динамічно формуючих шарах зображення.

Такий інтерфейс вирішив проблему, яка полягала в тому, що ці довідники містять сотні і тисячі найменувань, внаслідок чого вибір з них препаратів або обстежень для призначення пацієнтам представляє для лікарів важко вирішувани завдання. Використовуючи такий інтерфейс, лікар, по-перше, може переглядати весь список препаратів або обстежень на одному екрані, і, по-друге, немає необхідності переключати увагу з клавіатури на мишу і назад.

Виконання аксіоми проактивності. Найважливіші проактивні властивості системи «ДОКА +» проявляються при призначенні лікарями медикаментозного

лікування пацієнтам. До них відносяться попереджувачі повідомлення, що видаються на екран монітора в результаті спрацьовування функцій, які аналізують потенційну небезпеку обраних лікарем для призначення препаратів: про ризик їх взаємодії; про наявність у пацієнта протипоказань, непереносимості призначеного препарату або алергічної реакції на нього; про перевищення максимальної разової, добової, курсової дози; про ризик призначення літньому пацієнтові не рекомендованого препарату (по базі даних Відаль). Отримавши повідомлення, лікар має можливість підтвердити своє призначення або відмовитися від нього.

Розробка АРМ лікаря-гінеколога (рис.1.6) стало відчутним результатом впровадження сучасних інформаційних технологій в медичну практику. Він об'єднує в єдиний технологічний комплекс обладнання оптичної діагностики, що дозволяє оперативно отримувати достовірну інформацію шляхом проведення інструментальних (гістероскопічних або кольпоскопічних) обстежень, відеозаписуючі і телевізійні пристрої, а також комп'ютерну техніку, що представляє інтелектуальну платформу для побудови систем різного рівня складності (комплекс «Архімед»).

Перший, або «апаратний», рівень утворює аналогова відео-система, що складається з пристроїв фото- і відео-реєстрації, які підключаються до діагностичної апаратури за допомогою оптико-механічних адаптерів, а також відео-монітор, на якому відображається хід проведення обстеження [57].



Рисунок 1.6 – Зовнішній вигляд АРМ-гінеколога.

Другий, "інтелектуальний", рівень являє комп'ютерна система, яка одночасно координує процеси введення зображень від діагностичної апаратури, управління його характеристиками, а також реалізує функції ведення баз даних і автоматизації роботи користувача.

Основні можливості комплексу «Архімед»:

1. Управління процесом відео-спостереження: введення в персональний комп'ютер (ПК) відеоданих – окремих кадрів або відео-послідовностей; відображення "живого" відео-зображення на екрані одного або декількох моніторів; управління параметрами аналогового відеосигналу (яскравість, контрастність, колірні характеристики, розмір зображення).

2. Накопичення відеоданих та їх цифрова архівація.

3. Ведення баз даних за реквізитами: анкетні дані пацієнтів; загальна інформація медичної установи; протоколи обстежень; текстові описи до відеоінформації.

Апаратно-програмні АРМи і комплекси застосовуються, в основному, в діагностичній медицині, використовуючи для вирішення своїх завдань досить складні показники, наприклад, великі числові масиви, непридатні без попереднього перетворення для формулювання клінічного висновку [58].

Фактично вони являють собою інтеграцію вимірювального приладу з обчислювальним пристроєм, що забезпечує комплексне виконання чотирьох функцій:

1. Управління роботою вимірювального приладу і супутніх йому пристроїв.
2. Знімання і запам'ятовування показань вимірювального приладу, або реєстрація даних.
3. Перетворення і аналіз зареєстрованих даних.
4. Представлення і висновок отриманих результатів у числовий, графічній або текстовій формі [59].

Локальні АРМи (як програмні, так і апаратно-програмні) можуть бути автономними, тобто не підтримувати обмін даними з іншими інформаційними системами. Більше того, вони можуть бути орієнтовані на роботу з конкретним

обладнанням, зберігати дані у власному форматі. АРМи, розроблені за такою технологією, не відповідають сучасним вимогам до медичних інформаційних систем [60].

Навпаки, АРМи, що виконані на основі специфікації відкритих інформаційних систем, використовують стандартні апаратно-програмні та програмні інтерфейси, здатні взаємодіяти з іншими додатками на локальних і віддалених комп'ютерах і мають стандартний інтерфейс користувача, який полегшує їх роботу і перехід від системи до системи [61].

Автоматизовані робочі місця можуть представляти собою закінчений програмний модуль, що працює автономно або з локальною чи віддаленою базою даних. У цьому варіанті зміна набору його функцій (функціональних можливостей АРМа) здійснюється, як правило, за допомогою зміни тексту програми [62]. Основу СППР «Перинатальний моніторинг» складає база даних, що містить інформаційні масиви числових і якісних даних, що описують предметну область. Інша обов'язкова складова СППР – це використовувані математичні моделі і методи, які забезпечують обробку статистичної та іншої інформації.

Висновки до розділу 1

1. Проаналізовано аномальні процеси стану гемодинаміки жінок під час вагітності, визначено основний критерій оцінювання параметрів гемодинаміки вагітних.

2. Показано, що наявність вираженої патології на початку вагітності може стати прогностичною ознакою, що свідчить про незворотні процеси.

3. Визначено, що моніторинг стану здоров'я вагітних має бути максимально повним і включати наступні параметри: артеріальний тиск, частоту серцевих скорочень, параметри електрокардіограми, ударний об'єм, хвилинний об'єм крові, загальний периферичний опір судин.

4. На теперішній час для діагностики гестозу використовують велику кількість методів дослідження показників гемодинаміки, що потребує великої кількості технічних засобів.

5. Перспективним напрямком створення систем діагностики може бути зменшення кількості технічних засобів вимірювання, за рахунок впровадження чисельних методів визначення медико-біологічних показників, дослідження зв'язку між параметрами системи гемодинаміки стану «норма» - «патологія» на основі статистичних даних при збереженні якості діагнозу гестозу.

РОЗДІЛ 2

МОДЕЛЮВАННЯ ГЕМОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ І ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ ВАЖКОСТІ ГЕСТОЗУ ВАГІТНИХ В ПЕРИНАТАЛЬНИЙ ПЕРІОД

2.1 Моделювання гемодинаміки вагітних з гестозом

Аналіз літератури та аналіз існуючих методів діагностики стану кровообігу під час вагітності, показав що необхідна модель, яка буде описувати периферичний кровообіг, т.я. захворювання ССС виявляються на рівні артеріол і більш дрібних судин [63].

У даній роботі розглядається можливість створення моделі периферичної ділянки системи гемодинаміки в перинатальний період.

Для опису зв'язків між показниками ССС пропонується використовувати спрощену гідродинамічну модель, виходячи з наступних припущень:

- усі великі судини об'єднані в один резервуар з еластичними стінками, об'єм якого пропорційний тиску (гідравлічним опором резервуара зневажають);
- система мікросудин представлена як тверда трубка;
- гідравлічний опір твердої трубки великий (еластичністю дрібних судин зневажають);
- еластичність і опір для кожної групи судин постійні в часі і просторі.

Виходячи з вище викладеного, а також враховуючи, що, по-перше, модель повинна більш точно відтворювати динаміку рівня кров'яного тиску і по-друге, бути досить простою, що дозволяє отримувати прогноз за короткий проміжок часу, виникає необхідність використання моделі, яка дозволить мінімізувати час обчислень [64-66].

2.1.1 Моделювання пульсової хвилі

Розглянемо зв'язок між основними показниками системи кровобігу, для цього скористаємося моделлю цієї системи в відповідності з теорією пружного резервуара. Серце можна розглядати як насос з пульсуючим викидом. Миттєва швидкість вигнання крові із серця описується періодичною функцією часу $W(t)$, аорта характеризується об'ємом $V(t)$, який наростає при збільшенні тиску в аорті $P(t)$. Вигляд пульсової хвилі та реальної функції $W(t)$ представлені на рис.2.1.

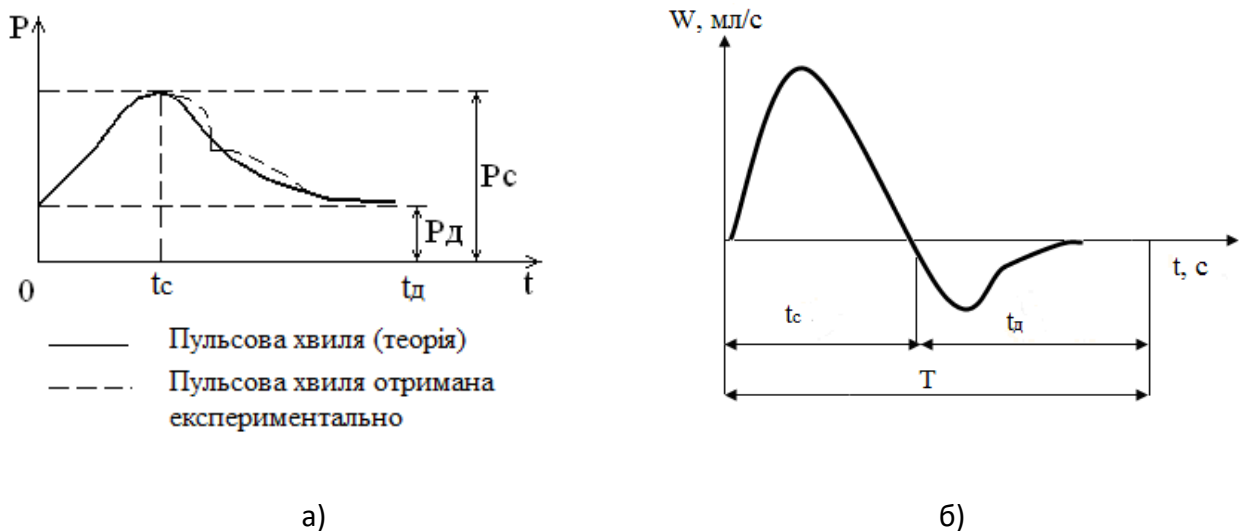


Рисунок 2.1 – Вигляд пульсової хвилі (а) и реальної функції $W(t)$ (б).

Тиск на всіх ділянках аорти можна прийняти однаковим, що виправдано, т.я. швидкість розповсюдження хвилі тиску дорівнює 5-15 м/с. Тиск буде розповсюджуватись по аорті за проміжок часу, який складає незначну частину систоли. Так як $W(t)$ – функція часу, то P – в аорті – також функція часу. Можна припустити, що збільшення об'єму пропорціональне збільшенню тиску. Позначимо V_0 – об'єм при нульовому тиску, k – коефіцієнт об'ємної пружності аорти, тоді $V(t) = V_0 + P(t)/k$.

Автор [67] припускає, що потік крові Q (Q – миттєва об'ємна швидкість кровотоку), який витікає з аорти, пропорційний різниці тисків між тиском в аорті P та приблизно постійним й незначним (5-7 мм.рт.ст.) тиску у венах $P_{вен}$. Величиною $P_{вен}$ можна знехтувати, тоді $P/Q = R = const$, де R – периферичний опір судин.

Позначимо $a = k/R$ узагальнену характеристику судин. Загальна швидкість зміни об'єму V визначається різницею між миттєвою швидкістю викиду W з серця та миттєвої швидкості відтоку крові Q . Так як $dV/dt = dP/dt \times k$, а $Q = P/R$, то отримуємо диференціальне рівняння для опису моделі пружного резервуара: $dP/dt = kW(t) - aP$. Функція $W(t)$ – миттєва швидкість вигнання крові із серця, яка має позитивне значення в період систоли. Враховуючи, що лівий шлуночок представляє собою пульсуючий насос, функцію $W(t)$ апроксимуємо її позитивною частиною синусоїди (рис.2.1 б), де t_c - тривалість систоли, t_d – тривалість діастоли. Тоді $W(t) = W_0 \sin(\pi t/t_c)$, де W_0 – амплітуда коливань, причому:

$$\begin{cases} W(t) = W_0 \sin(\pi t/t_c), & \text{при } 0 < t < t_c, \\ W(t) = 0 & \text{при } t_c < t < T, \end{cases} \quad (2.1)$$

Позначимо через P_c - артеріальний тиск за період систоли, а через P_d - артеріальний тиск за період діастоли. Тоді один цикл одного серцевого скорочення можна розглянути у вигляді двох інтервалів, зміна тисків у яких:

$$\begin{cases} \frac{dP_c(t)}{dt} = kW \sin \gamma t - \alpha P_c, & 0 < t < t_c \\ \frac{dP_d(t)}{dt} = -\alpha P_d, & t_c < t < T \end{cases} \quad (2.2)$$

де P_c, P_d , – артеріальний тиск за період систоли та діастоли відповідно;

T – період кардіоциклу;

t_c – тривалість систоли;

k – коефіцієнт об'ємної пружності аорти;

$\gamma = \pi/t_c$.

Рішення системи рівнянь (2.2) має вигляд:

$$\begin{cases} P_c(t) = (P_0 + \frac{kW\gamma}{\alpha^2 + \nu^2} \times e^{-\alpha t} + \frac{kW}{\sqrt{\alpha^2 + \nu^2}} \times \sin(\nu t - \psi)), \\ P_d(t) = P_1 e^{-\alpha(1-t_c)}, \end{cases} \quad (2.3)$$

де ν – коефіцієнт Пуассона стінок кровоносних судин;

$$\psi = \arctg(\nu/\alpha).$$

Реальну форму пульсової хвилі визначає вид функції $W(t)$, тому приділяється особлива увага до аналітичного виразу цієї функції.

Для визначення сталих інтегрування врахуємо, що тиск на початку систоли дорівнює $P_I = P_\delta e^{-\alpha t}$.

Тривалість систоли t_c зазвичай становить десяті частини секунди, нехай $t_c = 0.3\text{с}$, $T = 1\text{с}$, тоді $\nu = 10$, $\alpha < 1$, $e^{-\alpha t_c} = 0.7$, $e^{-\alpha t_\delta} = 0.5$, $e^{-\alpha T_0} = 0.37$.

При прийнятих чисельних рішення системи (1) приймає вигляд:

$$\begin{cases} P_c(t) = 2.4 \times \frac{kW\nu^2}{\alpha^2 + \nu^2} \times e^{-\alpha t} + \frac{kW}{\sqrt{\alpha^2 + \nu^2}} \sin(\nu t - \psi), \\ P_\delta(t) = 2.8 \times \frac{kW\nu^2}{\alpha^2 + \nu^2} \times e^{-\alpha(t-T_c)}. \end{cases} \quad (2.4)$$

Модель пружного однокамерного резервуара представляє собою досить спрощену модель системи кровобігу, але отримані вирази дозволяють оцінити між собою параметри гемодинаміки вагітної в перинатальний період на головній магістралі системи – аорті [68].

Інструментально можна визначити форму пульсової хвилі, що дозволить визначити реальну форму функції $W(t)$ яка відображає роботу серця. Це є більш інформативним показником функціонування серця порівняно з даними про абсолютні величини P_c , P_δ .

Таким чином, по експериментально зареєстрованій формі пульсової хвилі, можна вирішити зворотню задачу – визначити форму серцевого викиду та визначити механічні параметри артеріальної системи.

Форма пульсової хвилі представляє собою дуже важливий інформаційний показник й дозволяє провести вазографічні дослідження та зробити попередній висновок про загальний стан серцево-судинної системи вагітної [69].

2.1.2 Стохастичний підхід до аналізу стану гемодинаміки в перинатальному періоді вагітних

На сьогоднішній день стає все більш актуальним коректне застосування статистичних методів та науковий підхід до планування медичних досліджень. Основна мета застосування статистичних методів – зведення до мінімуму випадкових помилок в науковому медичному і клінічних дослідженнях. Перш за все в медицині статистика використовується в задачах, пов'язаних з вибірковими обстеженнями, діагностикою захворювань на підставі проведених медичних аналізів, прогнозуванням одужання хворих і т.д. Можливості для вирішення зазначених завдань надає ППП STATISTICA фірми StatSoft Inc. (США). Широкий спектр статистичних методів модулів ППП STATISTICA так чи інакше використовується в медицині.

Відомо, що об'єкти дослідження в медицині є складні імовірнісні (стохастичні) системи. Частина таких факторів X_1, X_2, X_k є контрольованими, вимірюваними кількісно і мають номінальне значення. Інша частина відноситься до групи неконтрольованих, випадкових факторів, часто невідомих, які не піддаються вимірюванню, але впливають на систему, результатом якого є випадковість її стану і функціонування [70].

Стан системи характеризується великою кількістю вихідних параметрів Y_1, Y_2, Y_i , які також вимірюються кількісно і являють собою випадкові величини, які підпорядковуються нормальному, або іншому закону розподілу з відповідними чисельними характеристиками [71].

Розглянемо стан серцево-судинної системи вагітної як складну стохастичну систему, яка функціонує під дією множинних вхідних факторів (рис.2.2). Найкращі результати багатовимірного статистичного аналізу даних медико-біологічних досліджень отримують тоді, коли розподіл вхідних контрольованих факторів і вихідних параметрів є нормальним або близьким до нього.

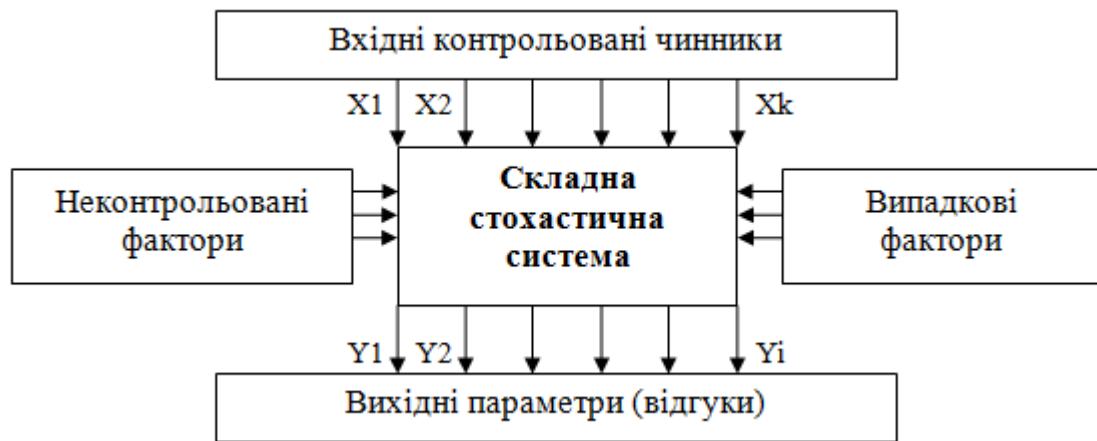


Рисунок 2.2 – Стохастична система, яка характеризує стан вагітної

Частина таких факторів X_1 , X_2 , X_k є контрольованими, вимірюваними кількісно, і мають номінальне значення. Інша частина відноситься до групи неконтрольованих, випадкових факторів, часто невідомих, які не піддаються вимірюванню, але впливають на систему, результатом якого є випадковість її стану і функціонування. Стан системи характеризується великою кількістю вихідних параметрів Y_1 , Y_2 , Y_i , які також вимірюються кількісно і являють собою випадкові величини, які підпорядковуються нормальному, або іншому закону розподілу з відповідними чисельними характеристиками [72]. Кількість вхідних контрольованих факторів і вихідних параметрів, що описують об'єкт дослідження, визначається в залежності від мети і завдання дослідження [73].

Для дослідження зв'язку між факторами і параметрами, котрі характеризують ефективність діагностики стану серцево-судинної системи вагітних, в якості вхідних контрольованих факторів доцільно вибрати такі: період напруги, тривалість серцевого циклу, частота серцевих скорочень, артеріальний систолічний та діастолічний тиск, ударний об'єм крові, хвилинний обсяг крові, серцевий індекс, об'ємну швидкість викиду, потужність лівого шлуночка, загальний периферичний судинний опір, реографічний систолічний індекс.

Неконтрольованими факторами, які не піддаються вимірюванню, але впливають на систему є – професійні фактори (робота з інсектицидами,

пестицидами, фарбами, розчинниками, з солями важких металів – ртуті і свинцю і т.п.), дія лікарських препаратів, вплив інфекційних агентів [74].

Випадковими факторами впливу на систему є – стресові ситуації, різка зміна факторів зовнішнього середовища (різке зниження або підвищення температури, забруднення повітря (вихлопної газ, тютюновий дим).

В якості вихідного параметра – артеріальний тиск. В силу того, що неконтрольовані і випадкові фактори для кожного об'єкта спостереження приймають різні випадкові значення, вихідні параметри, що характеризують стан і функціонування складної стохастичною (ймовірнісною) системи, є випадковими величинами, для дослідження яких слід застосовувати методи теорії ймовірностей і математичної статистики [75].

Статистичний аналіз наведеної системи включає:

- числові характеристики змінних, визначення коефіцієнта кореляції r_{XY} і оцінку його точності і надійності;
- визначення коефіцієнтів моделі $Y=a+b \times X$ і оцінку їх достовірності;
- дисперсійний аналіз і оцінку достовірності та ефективності моделі, побудова графіка лінії регресії із зазначенням 95% довірчих інтервалів для можливих значень і середнього очікуваного значення параметрів;
- прогноз систолічного тиску і ударного обсягу, і оцінка точності і надійності.

Оброблені гемодинамічні параметри 147 пацієнток (вагітних жінок) одного з пологових будинків м. Харкова. Обробка виконана за допомогою методів математичної статистики.

Як відомо, зменшення загального периферійного опору судин призводить до збільшення систолічного тиску. При дослідженні зв'язку між загальним периферичним опором (X), в якості вхідного параметра і систолічним тиском (Y), в якості вихідного параметра складної стохастичною системи були отримані наступні результати.

Коефіцієнт кореляції $r_{XY} = -0.077$ що свідчить про зворотній слабкий кореляційний зв'язок між систолічним тиском і периферичним опором судин. За t -

критерієм $t = -0.61 < t_{0.01} = 1.99$, кореляційний зв'язок слід вважати незначимим ($p > 0.05$). Підсумки регресії для залежної змінної – систолічного тиску: коефіцієнт множинної кореляції $R = 0.059$, $F = 1.61$, $p < 0.209$ стандартна помилка оцінки 16.67. Вільний член рівняння регресії $a = 125.85$ впливає на параметр Y . Таким чином, модель можна представити у вигляді $Y = 125.85 - 0.005 \times X$. Дану модель можна вважати не інформативною, оскільки фактор X і модель на 0.059% пояснює дисперсію параметра Y . За критерієм $F = 1.61$ і рівнем значущості $p = 0.209$ модель можна припустити значущою. Графік лінії регресії із зазначенням 95% довірчих інтервалів для можливих значень і середнього очікуваного значення параметрів представлений на рис. 2.3.

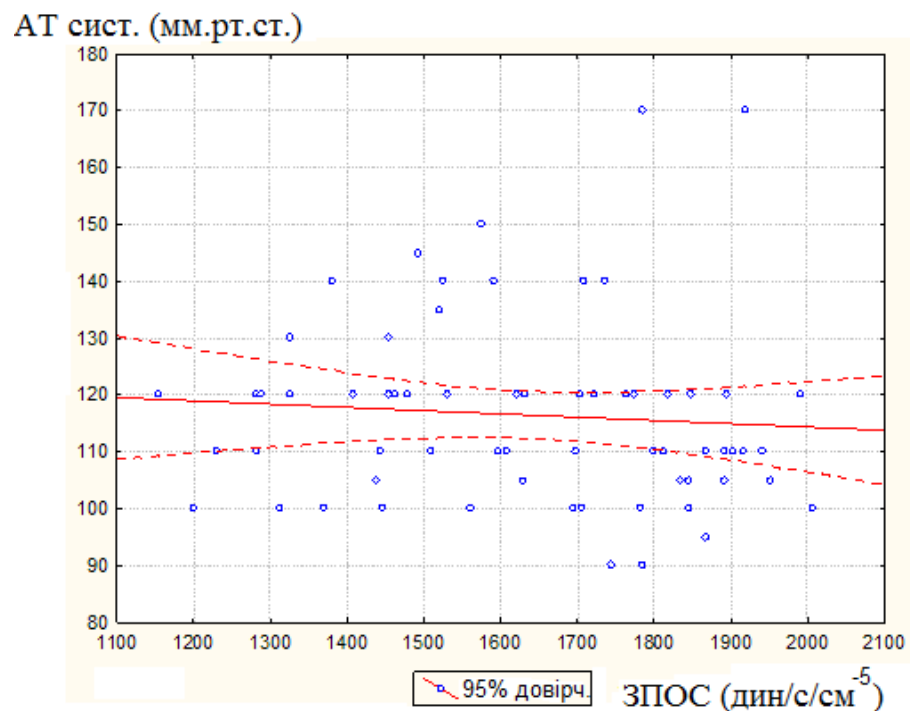


Рисунок 2.3 – Графічне відображення регресійної залежності
 $Y = 125.85 - 0.005 \times X$

В результаті дослідження зв'язків між параметрами стохастичної системи визначено, що для визначення вихідного параметра – систолічного тиску найбільш інформативна модель отримана при дослідженні зв'язку між параметром об'ємної швидкості викиду і систолічним тиском, а також найбільш інформативна модель була отримана при дослідженні зв'язку між систолічним тиском і ударним об'ємом.

Розподіл змінних Y і X слід визнати близькими до нормальних розподілів, оскільки:

- мають місце приблизна рівність середніх значень (середнього арифметичного і медіани);
- мінімальні і максимальні значення симетричні щодо середнього;
- коефіцієнти асиметрії і ексцесу не перевищують 2 по абсолютній величині [76].

Для оцінки лінійного зв'язку між змінними X і Y розрахований коефіцієнт кореляції $r_{XY}=0.56$, що свідчить про прямий кореляційний зв'язку між систолічним тиском і об'ємною швидкістю викиду.

За t -критерієм $t = 20.58 < t_{0.01} = 1.99$, кореляційний зв'язок слід вважати значимою ($p < 0.05$). Вільний член $a = 93.62$ з рівнем значущості $p = 0.00000$. Коефіцієнт регресії $b = RY/X = 0.102$ з рівнем значущості $p = 0.00000$ і достовірністю $1 - p = 1$ визначає характер зміни параметра Y . Підсумки регресії для залежної змінної – систолічний тиск: $R = 0.322$, $F(1.62) = 29.48$ $p < 0.0000$ стандартна помилка оцінки: 13.765. Вільний член рівняння регресії $a = 93.62$ впливає на параметр Y .

Таким чином, модель можна представити у вигляді $Y = 93.62 + 0.102 \times X$. За коефіцієнтом детермінації $R = 29.48\%$ модель можна вважати низького ступеня інформативною. Фактор X і модель на 29.48% пояснює дисперсію параметра Y . За критерієм $F = 29.48$ і рівнем значущості $p = 0.000$ модель слід визнати значущою, її достовірність близька до 1 (100%).

Таким чином, число спостережень в експерименті виявилось цілком достатнім для побудови інформаційно здатної ($R = 0.57$) статистично значущої ($p < 0.001$) моделі. Графік лінії регресії із зазначенням 95% довірчих інтервалів для можливих значень і середньо очікуваного значення параметрів систолічного тиску і об'ємної швидкості кровотоку представлений на рис.2.4. Запропонована модель дозволяє дати прогноз систолічного тиску, і оцінити його точність і надійність.

Прогнозоване значення систолічного тиску Y_k , розраховане відповідно до запропонованої моделі, для значення об'ємної швидкості кровотоку 167 при середньоквадратичному відхиленні $S_0 = \sqrt{0.837} = 0.39$ й $t_{95} = 1.99$ й дорівнює

$$Y_k = 110.65 \pm 0.39 \times 1.99 = 111.4261 \div 109.8739.$$

Середньо очікуване значення систолічного тиску для даного значення об'ємні швидкості викиду при помилці $m_{Y_k} = \sqrt{\frac{S_0^2}{n}} = \sqrt{\frac{0.149}{64}} = 0.05$,

$$Y = 110.65 \pm 0.05 \times 1.99 = 110.7495 \div 110.5505.$$

Для оцінки лінійного зв'язку між змінними X і Y розрахований коефіцієнт кореляції $r_{XY} = 0.66$, що свідчить про прямий кореляційний зв'язок між систолічним тиском і ударним об'ємом.

За t -критерієм $t = 7.04 < t_{0.01} = 1.99$, кореляційний зв'язок слід вважати значимим ($p < 0.05$). Вільний член $a = 38.60$ з рівнем значущості $p = 0.00000$. Коефіцієнт регресії $b = RY/X = 0.281$ с рівнем значущості $p = 0.00000$ і достовірністю $1 - p = 1$ визначає характер зміни параметра Y .

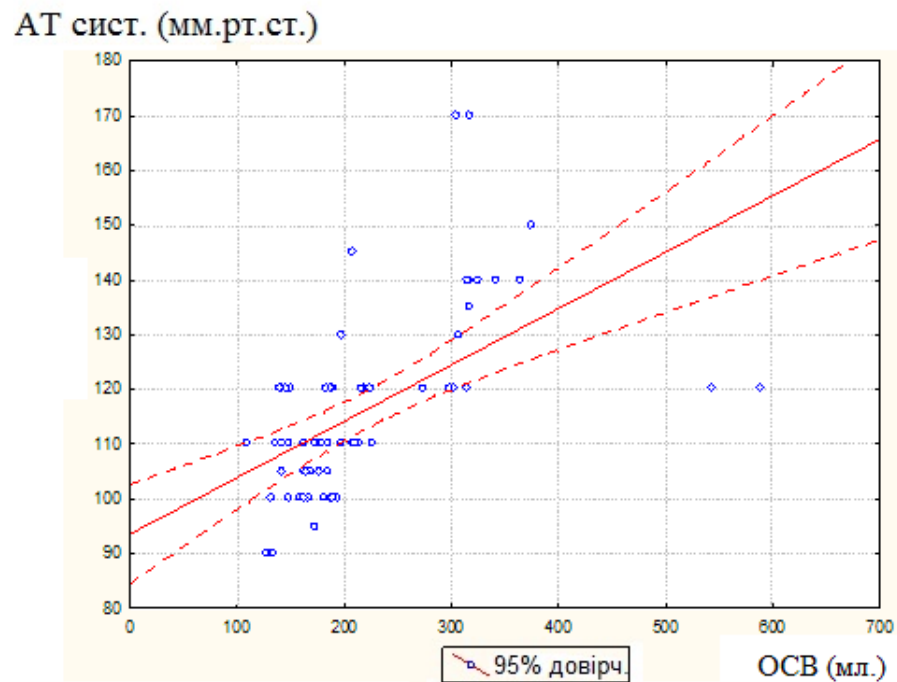


Рисунок 2.4 – Графічне відображення регресійної залежності

$$Y = 93.62 + 0.102 \times X$$

Підсумки регресії для залежної змінної – ударного обсягу: $R=0.444$, $F(1.62) = 49.56$ $p < 0.0000$ стандартна помилка оцінки: 5.27. Вільний член рівняння регресії $a = 38.60$ впливає на параметр Y .

Таким чином, модель можна представити у вигляді $Y = 38.60 + 0.281 \times X$. За коефіцієнтом детермінації $R = 44.40\%$ модель можна вважати інформативною. Фактор X і модель на 44.40% пояснює дисперсію параметра Y . За критерієм $F = 49.56$ і рівнем значущості $p = 0.000$ модель слід визнати значущою, її достовірність близька до 1 (100%). Таким чином, число спостережень в експерименті виявилось цілком достатнім для побудови інформаційно здатної ($R = 0.44$) статистично значущою ($p < 0.001$) моделі.

Графік лінії регресії із зазначенням 95% довірчих інтервалів для можливих значень і середнього очікуваного значення параметрів ударного обсягу і систолічного тиску представлений на рис. 2.5.

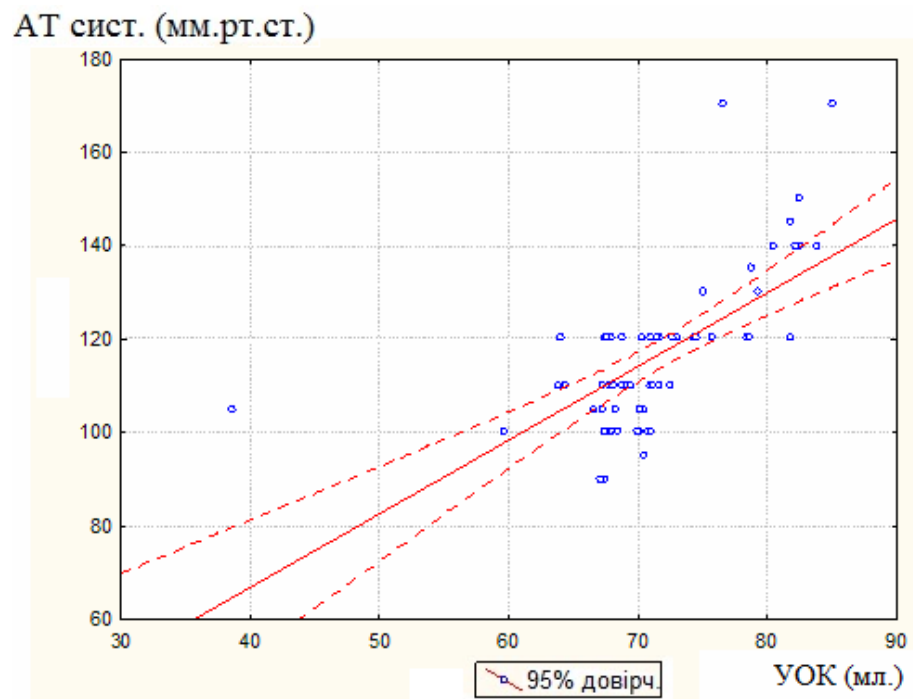


Рисунок 2.5 – Графічне відображення регресійної залежності

$$Y = 38.60 + 0.281 \times X$$

Запропонована модель дозволяє дати прогноз систолічного тиску, і оцінити його точність і надійність. Прогнозоване значення ударного обсягу Y_k ,

розраховане відповідно до запропонованої моделі, для значення систолічного тиску 100 при середньоквадратичному відхиленні $S_0 = \sqrt{275} = 0.25$ и $t_{95} = 1.99$ дорівнює

$$Y_k = 66.70 \pm 0.25 \times 1.99 = 67.1975 \div 66.2025.$$

Середньо очікуване значення систолічного тиску для даного значення ударного об'єму при помилці $m_{Y_k} = \sqrt{\frac{S_0^2}{n}} = \sqrt{\frac{0.275}{64}} = 0.06$,

$$Y = 66.70 \pm 0.06 \times 1.99 = 66.8194 \div 66.5806.$$

В ході експериментальних досліджень встановили, що:

– між систолічним тиском (Y) та периферичним опором судин (X) зворотній слабкий кореляційний зв'язок ($r_{xy} = -0.077$, $p < 0.001$), по t -критерію

$t = -0.61 < t_{0.01} = 1.99$, кореляційний зв'язок слід вважати не значимим ($p > 0.05$);

– між систолічним тиском (Y) і об'ємною швидкістю кровотока (X) прямий слабкий кореляційний зв'язок ($r_{xy} = 0.56$, $p < 0.001$), по t -критерію $t = 20.58 < t_{0.01} = 1.99$, кореляційний зв'язок слід вважати значимим ($p > 0.05$). Проте по коефіцієнту детермінації $R = 29.48\%$ модель можна рахувати низького ступеня інформативності;

– між систолічним тиском (Y) та ударним об'ємом (X) прямий кореляційний зв'язок ($r_{xy} = 0.66$, $p < 0.001$), по t -критерію $t = 7.04 < t_{0.01} = 1.99$, кореляційний зв'язок слід вважати значимим ($p > 0.05$). По коефіцієнту детермінації $R = 44.40\%$ модель можна вважати інформативною. Таким чином, число спостережень в експерименті виявилось сповна достатнім для побудови інформаційно здатної ($R = 0.44$) статистично значимої ($p < 0.001$) моделі.

В результаті дослідження зв'язку між параметрами гемодинаміки в перинатальний період встановлено, що визначення величини ударного об'єму, яка на ряду з розтяжністю артерій є основним показником, що визначає артеріальний тиск, дозволяє визначати ефективність функціонування системи кровообігу, розробляти методи впливу на систему і режими моніторингу.

2.2 Метод визначення ступеня важкості гестозу на основі нейронних мереж

Одним з найбільш перспективних напрямків створення медичних інформаційних діагностичних систем є розробка інтелектуальних систем з використанням автоматичного формування баз знань експертних діагнозів з використанням теорії нечітких множин та нейромережових технологій. Основна ідея, покладена в основу таких систем, полягає в тому, щоб використовувати існуючу вибірку даних для визначення параметрів функцій приналежності, які найкраще відповідають деякій системі нечіткого виведення [77].

Завдання медичної діагностики і прогнозування не мають чітких (явних) алгоритмів рішення. В початкові умови таких завдань входить велика кількість факторів, які важко піддаються комбінуванню. Спосіб вирішення цих завдань людиною лише заснований на чітких правилах. В основному використовується досвід (явна або неявна пам'ять про попередні ситуації), що має на увазі правильне рішення не тільки в разі повторення ситуації, але і при виникненні абсолютно нової, яка не зустрічалася раніше [78].

Підвищити ефективність медичної діагностики і прогнозування дозволить математичний апарат штучних нейронних мереж (ШНМ), який здатен узагальнювати емпіричні дані, виявляти і відтворювати приховані в цих даних закономірності, що дає можливість розглядати нейромережовий підхід як найбільш прийнятну альтернативу класичним статистичним методам. ШНМ, працюючи за неявними алгоритмами і вирішуючи завдання, що не мають явного рішення, досить добре моделюють спосіб прийняття рішень людиною. ШНМ, будучи перспективною технологією оброблення та узагальнення великих обсягів медичної інформації для вирішення завдань класифікації та прогнозування, представляють собою нелінійну систему, що дозволяє класифікувати дані набагато краще, порівняно з лінійними методами [79].

В медичній діагностиці ШНМ представляють собою один з основних інструментів прийняття рішень лікарем-фахівцем в умовах відсутності точних моделей реальних процесів і явищ. Доступність та обчислювальні можливості

сучасних комп'ютерів призвели до широкого поширення програм, що використовують принципи нейромережевої обробки даних.

В рамках роботи побудовано нейронну мережу, що класифікує патології вагітних за 18 гемодинамічними показниками з використанням пакета прикладних програм Statistica, яка є основою методу визначення ступеня важкості гестозу. Узагальнена схема методу представлена на рис.2.6.

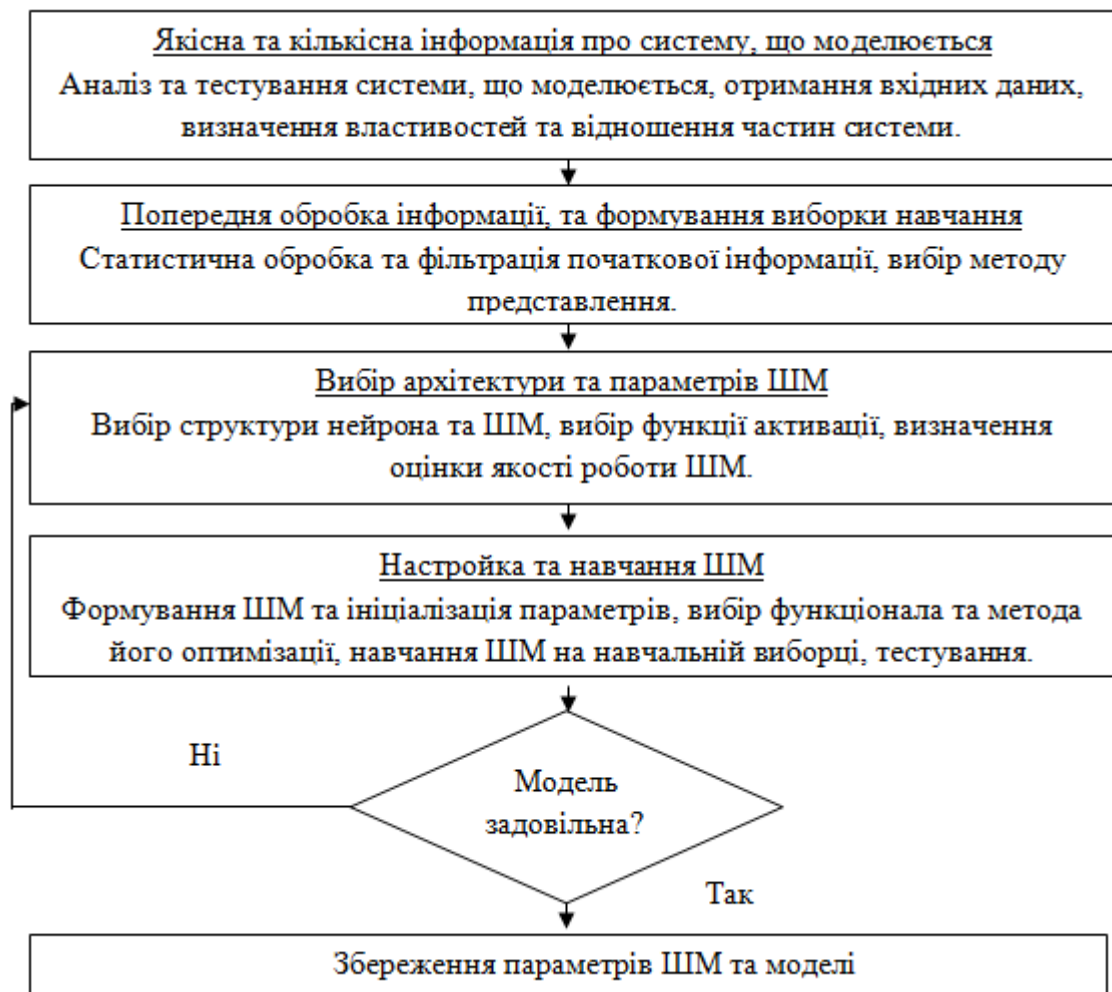


Рисунок 2.6 – Узагальнена схема методу визначення ступеня важкості гестозу

Перший етап розроблення нейронної мережі – визначенн структури аналізу, який необхідно провести. Метою створення нейронної мережі є класифікація вагітних з патологією серцево-судинної системи за критеріми: дуже високий, високий, середній, низький і дуже низький рівні ризику для стану вагітної і плода [80].

Другим етапом є визначення складу вихідних даних і збір цих даних.

Навчальний набір даних представляє собою ряд спостережень, для яких вказані числові значення. В даному випадку тестування системи виконано на даних, отриманих в пологовому будинку № 7 м. Харкова (всього 147 спостережень, для яких відомі значення 18 вхідних параметрів стану здоров'я вагітної).

В даному дослідженні всі пацієнтки були розбиті на сім груп.

1 група – пацієнтки з гестозом важкого ступеня, що відповідає критерію «дуже високий» (4 пацієнтки);

2 група – пацієнтки з гестозом легкого ступеня важкості, що відповідає критерію «дуже низький» (19 пацієнток);

3 група – пацієнтки з гестозом середнього ступеня важкості, що відповідає критерію «середній» (39 пацієнток);

4 група – пацієнтки з гестозом легкого ступеня важкості з тенденцією до середнього ступеня важкості, що відповідає критерію «низький» (20 пацієнток);

5 група – пацієнтки з гестозом середнього ступеня важкості з тенденцією до тяжкого ступеня, що відповідає критерію «вище середнього» (30 пацієнток);

6 група – пацієнтки з гестозом середнього ступеня важкості з тенденцією до легкого ступеня важкості, що відповідає критерію «нижче середнього» (22 пацієнтки);

7 група – пацієнтки з гестозом важкого ступеня з тенденцією до середнього ступеня важкості, що відповідає критерію «високий» (13 пацієнток).

У додатку Б наведено повну модельну базу пацієнток у вигляді двох вибірок – навчальної і контрольної були обрані дані 40 пацієнток, прообраз яких ліг в основу модельної бази.

Третім етапом є побудова і навчання нейронної мережі. В результаті експериментальних досліджень побудована мережа, навчання якої є мінімізацією квадратичної помилки на навчальній множині з використанням градієнта оцінки, який обчислювали методом зворотного поширення помилки (алгоритм градієнтного спуску. Функцією активації вибрали логістичну функцію, а функцією помилки – середньоквадратичну. Для вибору мінімального числа

нейронів і визначення структури мережі використовували процедуру контрастування.

Четвертий етап – тестування і використання нейронної мережі.

Для тестування застосовується тестова вибірка та аналізуються значення класифікації. Якщо мережа навчена не вірно і результати класифікації незадовільні, необхідно змінити архітектуру мережі. У даній роботі була застосована задача класифікації. Завдання класифікації може вирішуватися за допомогою багатошарового персептрона (MPL), радіальної базисної функції (RBF), ймовірнісної нейронної мережі та мереж Кохонена [81]. Мережі Кохонена зазвичай застосовуються, коли володіють тільки вхідними значеннями. Мережа на основі радіальної базисної функції і багатошаровий персептрон є прикладами нелінійної багатошарової мережі прямого поширення.

Існує мережа RBF, яка здатна імітувати багатошаровий персептрон, але ці два типи завжди відрізняються за деякими важливими аспектами:

- Мережі RBF (в своїй основній формі) мають один прихований шар, в той час як MLP може мати більшу кількість шарів.

- Зазвичай обчислювальні вузли MLP в прихованих і вихідному шарах використовують одну і ту ж модель нейрона. Обчислювальні вузли RBF можуть докорінно відрізнятися від вузлів вихідного шару й працювати за різною метою.

- Прихований шар в RBF є нелінійним, в той час, як вихідний - лінійним. У мережах MLP, побудованих для задач класифікації, і приховані, і вихідні шари є нелінійними.

- Аргумент функції активації кожного прихованого вузла мережі RBF є Евклидовою нормою (відстань) між вхідним вектором і центром радіальної функції. Аргумент функції активації кожного прихованого вузла мережі MLP є скалярною сукупністю вхідного вектора і вектора синаптичних ваг даного нейрона [82].

MLP забезпечує глобальну апроксимацію нелінійного відображення RBF за допомогою функцій Гауса та локальну апроксимацію нелінійного відображення. Відповідно до слідства теореми Колмогорова-Арнольда-Хехт-Нільсена показано,

що для будь-якої безлічі пар $(X_k; Y_k)$ (де X_k і Y_k – скаляри) існує однорідна нейронна мережа першого порядку з однаковими функціями активації, одним проміжним шаром, послідовними зв'язками і кінцевим числом нейронів, яка виконує відображення $X \rightarrow Y$, видаючи на кожен вхідний сигнал X_k правильний вихідний сигнал Y_k . Нейрони в такій нейронній мережі мають сигмоїдальні передавальні функції.

Кількість прихованих шарів в RBF відповідає 1, як і в тришаровому персептроні (вхідний, прихований, вихідний) [83]. Тому при тестуванні в якості типу нейронної мережі ми вибирали тришаровий персептрон і радіальну базисну функцію. За умовою завдання розмірність вхідного вектора дорівнює $N_x = 18$, тому вхідний шар містить 18 нейронів; число нейронів у вихідному шарі відповідає числу класів ($N_y = 7$), на які передбачається розбити вибірку даних. Невідомим є число нейронів в прихованому шарі N .

Для оцінки числа нейронів з прихованому шарі однорідної нейронної мережі скористаємося формулою для оцінки необхідного числа синаптичних ваг N_w в багатшаровій мережі з сигмоїдально-передавальними функціями:

$$\frac{N_y \times N_p}{1 + \log_2(N_p)} \leq N_w \leq N_y \left(\frac{N_p}{N_x} + 1 \right) (N_x + N_y + 1) + N_y, \quad (2.5)$$

де N_y – розмірність вихідного сигналу, N_p – число елементів навчальної вибірки, N_x – розмірність вхідного сигналу.

$$\frac{7 \times 147}{1 + 7,2} \leq N_w \leq 7 \left(\frac{147}{18} + 1 \right) (18 + 7 + 1) + 7,$$

округляючи до цілих отримуємо: $126 \leq N_w \leq 1675$.

Оцінивши необхідне число ваг, можна розрахувати число нейронів в прихованих шарах. Так, число нейронів в нейронній мережі з одним прихованим шаром складе:

$$N = \frac{N_w}{N_x + N_y},$$

$$N_{\min} = \frac{126}{18+7} \approx 5 \text{ и } N_{\max} = \frac{1675}{18+7} \approx 67,$$

таким чином $5 \leq N \leq 67$.

Експериментуючи з кількістю елементів в прихованому шарі з отриманого діапазону значень N і типом мережі (RBF або MLP) приходимо до висновку, що мінімальне значення квадратичної помилки на навчальній множині відповідає мережі RBF з 60 елементами в прихованому шарі. Результати моделювання представлені в табл.2.1.

Таблиця 2.1 – Результати моделювання

Результати активності нейронних мереж						
Індекс	Назва мережі	Оцінка якості в групі навчання	Оцінка якості в групі тестування	Оцінка якості в групі контролю	Алгоритм навчання	Прихована активація
1	RBF 25-60-7	92.30769	86.71429	80.95238	RBFT	Функція Гауса

У матриці помилок класифікації (див.табл.2.2.) відображена вся інформація про те, скільки об'єктів кожного з спостережуваних класів залежної змінної віднесено за результатами класифікації до того чи іншого класу.

Таблиця 2.2 – Матриця помилок класифікації

ГЕСТОЗ	1	2	3	4	5	6	7
RBF 25-60-7-1	0	0	0	0	0	0	0
RBF 25-60-7-2	2	16	1	0	0	0	6
RBF 25-60-7-3	0	0	26	0	0	0	0
RBF 25-60-7-4	0	0	0	0	0	0	0
RBF 25-60-7-5	0	0	0	12	23	0	0
RBF 25-60-7-6	0	0	0	0	0	13	0
RBF 25-60-7-7	0	0	0	0	0	0	5

По діагоналі показано кількість правильно класифікованих змінних. Також в таблиці вказано обсяг навчальної вибірки. Вихідні класи відповідають стовпцям матриці, передбачені класи – стрічкам. Статистика видається окремо для навчальної та тестової вибірок.

У верхній частині таблиці можна побачити сумарні статистики (загальне число пацієнток в кожному класі, число класифікованих правильно, помилково і невідомо), а в нижній частині – крос-результати класифікації в % (який відсоток пацієнток з даного стовпця був віднесений до даної рядку).

Дані результатів класифікації представлені в таблиці 2.3

Таблиця 2.3 – Результати класифікації

1.RBF 25-60-7	ГЕСТОЗ	1	2	3	4	5	6	7	1-7
	Всього	2	16	27	12	23	13	11	147
	Вірно	2	16	25	12	22	13	8	142
	Невірно	0	0	2	0	1	0	3	5
	Вірно (%)	100	100	92.6	100	95.7	100	72.7	92.3
	Невірно (%)	0	0	7.4	0	4.3	0	27.3	7.69

З таблиці видно, що відсоток вірно класифікованих пацієнток з патологією серцево-судинної системи для кожного з класів високий: 100%, 92.59%, 100%, 95.65%, 100%, 72.72% і 92.30% для класів дуже низький, низький, нижче середнього, середній, вище середнього, високий і дуже високий рівні ризику класифікації.

Діагностика гестозу у жінок в перинатальний період на базі нейронної мережі дозволяє визначити тип патогенетичного варіанту порушень системного кровообігу і встановити ступінь важкості гестозу. На рис.2.7 представлено графічне відображення результатів по групах, з урахуванням адекватності класифікації в процентному співвідношенні.

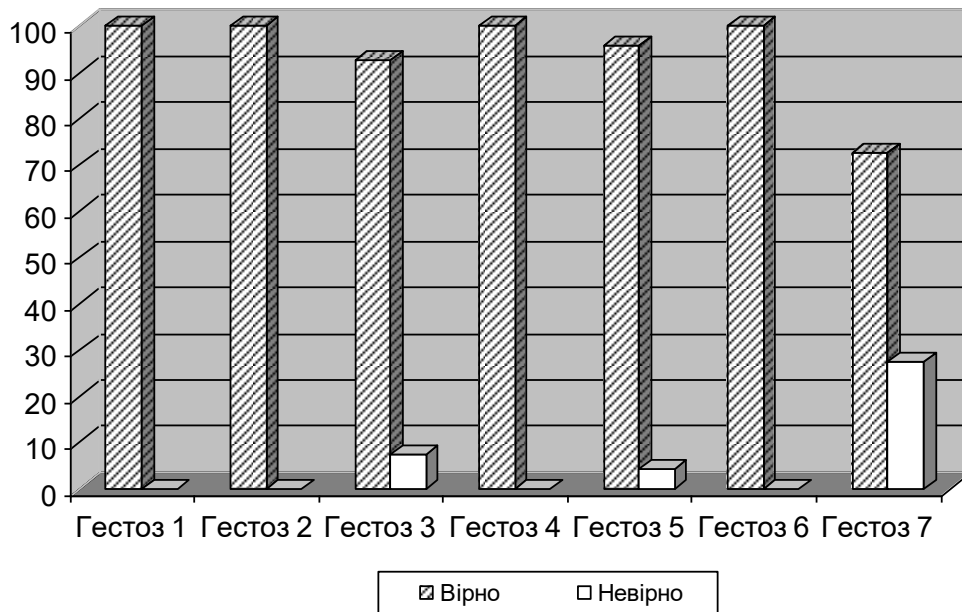


Рисунок 2.7 – Адекватність класифікації пацієнток при діагностиці гестозу в процентному співвідношенні по групах.

За результатами тестування модель пройшла перевірку з помилкою тестування 7,69%, що підтверджує високий ступінь точності визначення ступеня важкості гестозу.

2.3 Розроблення нейро-нечіткої моделі діагностики гестозу

Сучасні інформаційні технології дозволяють вийти на якісно новий рівень представлення перебігу захворювання, а саме візуально, на основі відповідних математичних моделей, просторово змодельовати типовий розвиток патологічного процесу при конкретному захворюванні.

Система наукових та інженерних розрахунків Matlab має в своєму складі пакети прикладних програм і функцій, які забезпечують вирішення різних специфічних завдань [84].

Використання вбудованих математичних та графічних функцій і простих у використанні інструментів дозволяє легко аналізувати та відображати дані, що отримані при обстеженні стану гемодинаміки в перинатальному періоді.

Гібридна мережа є багат шаровою нейронною мережею спеціальної структури без зворотних зв'язків, в якій використовуються звичайні (не нечіткі) сигнали, ваги і функції активації, а виконання операції підсумовування засноване на використанні фіксованої Т-норми, Т-конорми або деякої іншої безперервної операції. При цьому значення входів, виходів і ваг гібридної нейронної мережі є числа з інтервалу $[0, 1]$.

Основна ідея, яка покладена в основу моделі гібридних мереж, полягає в тому, щоб використовувати існуючу вибірку даних для визначення параметрів функцій приналежності, які найкраще відповідають деякій системі нечіткого виведення. При цьому для знаходження параметрів функцій приналежності використовуються відомі процедури навчання нейронних мереж [85].

У пакеті Fuzzy Logic Toolbox системи MATLAB гібридні мережі реалізовані у формі, так званої, адаптивної системи нейро-нечіткого виводу ANFIS. З одного боку, гібридна мережа ANFIS є нейронна мережа з єдиним виходом і декількома входами, які представляють собою нечіткі лінгвістичні змінні. При цьому терми входних лінгвістичних змінних описуються стандартними для системи MATLAB функціями належності, а терми вихідної змінної представляються лінійної або постійними функціями приналежності.

З іншого боку, гібридна мережа ANFIS являє собою систему нечіткого виводу FIS типу Сугено нульового або першого порядку, в якій кожне з правил нечітких продукцій має постійну вагу, рівну 1.

В пакеті Fuzzy Logic Toolbox системи MATLAB гібридні мережі реалізовані у формі адаптивних систем нейронечіткого виведення ANFIS. При цьому розробка і дослідження гібридних мереж виявляється можливою:

- в інтерактивному режимі за допомогою спеціального графічного редактора адаптивних мереж, що отримав назву редактора ANFIS;
- в режимі командного рядка за допомогою введення імен відповідних функцій з необхідними аргументами безпосередньо у вікно команд системи MATLAB.

Редактор ANFIS дозволяє створювати або завантажувати конкретну модель адаптивної системи нейро-нечіткого виводу, виконувати її навчання, візуалізувати її структуру, змінювати і налаштовувати її параметри, а також використовувати налаштовану мережу для отримання результатів нечіткого виведення [86-87].

ANFIS є аббревіатурою Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System – (адаптивна нейро-нечітка система). ANFIS-редактор дозволяє автоматично синтезувати з експериментальних даних нейро-нечіткої мережі. Нейро-нечітку мережу можна розглядати як одну з різновидів систем нечіткого логічного висновку типу Сугено. При цьому функції приналежності синтезованих систем налаштовані (навчені) так, щоб мінімізувати відхилення між результатами нечіткого моделювання та експериментальними даними [88].

Загальна послідовність процесу розробки моделі гібридної мережі може бути представлена в наступному вигляді.

1. Підготовка файлу з навчальними даними. Навчальну вибірку необхідно зберегти в зовнішньому файлі з розширенням * .dat. Навчальну вибірку для аналізу й прогнозування гестозу наведено в дод. Б.

2. Скориставшись редактором ANFIS, завантажили файл з навчальними даними. Зовнішній вигляд редактора ANFIS з завантаженими навчальними даними зображений на рис. 2.8.

3. Після підготовки і завантаження навчальних даних згенеровано структуру системи нечіткого виведення FIS типу Сугено, яка є моделлю гібридної мережі в системі Matlab. Перед генерацією структури системи нечіткого виведення типу Сугено, після виклику діалогового вікна властивостей було задано для кожної з вхідних змінних по 3 лінгвістичних терма, а в якості типу їх функцій приналежності вибрано трикутні функції. Використовуючи Generate FIS отримано діалогове вікно із зазначенням числа та типи функцій приналежності для окремих термів вхідних змінних і вихідної змінної [89].

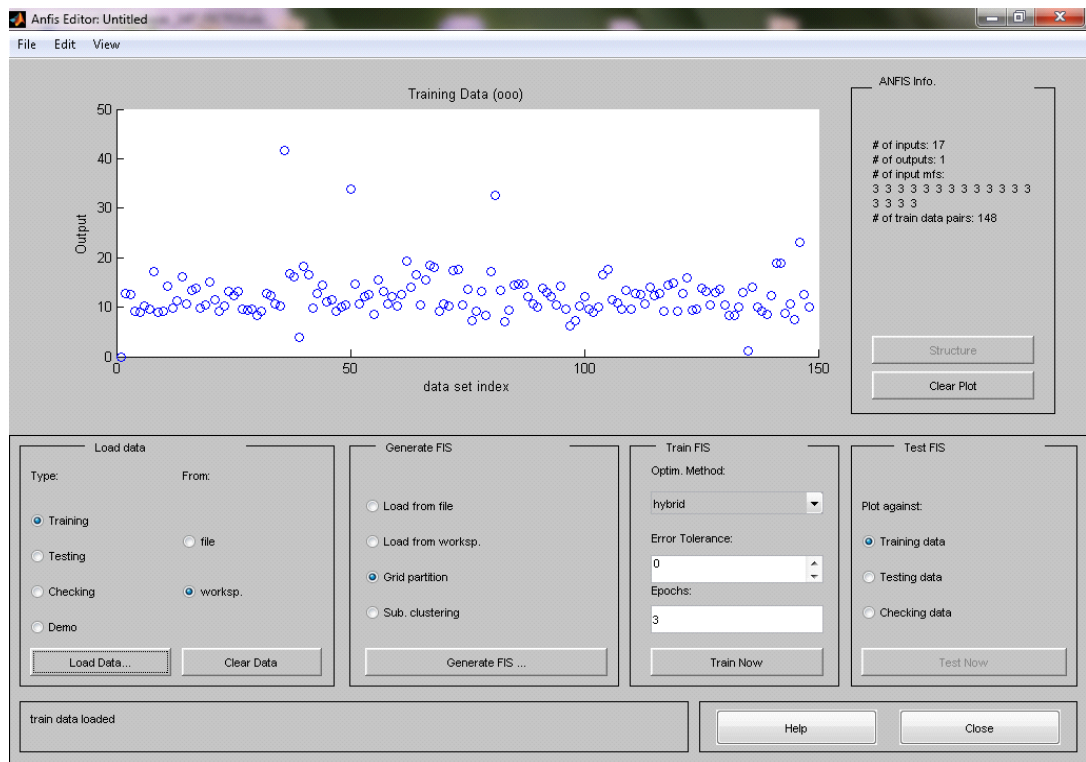


Рисунок 2.8 – Графічний інтерфейс редактора ANFIS після завантаження навчальних даних

Систему нечіткого логічного висновку можна представити у вигляді нейро-нечіткої мережі (рис.2.9.). В ході експериментальних досліджень отримано нейро-нечітка мережу, яка містить сім вхідних змінних і одну вихідну.

У цій системі по 3 лінгвістичних терма використовується для оцінки кожної з вхідних змінних і 3 терма для вихідної. В ході даного дослідження обрано спосіб створення вихідної системи нечіткого логічного висновку – Sub. clustering – генерування системи за методом субкластеризації.

Параметри методу субкластеризації: рівень впливу вхідних змінних приймаємо 0.5; коефіцієнт придушення – 1.25; accept ratio 0.5 – коефіцієнт, що встановлює у скільки разів потенціал даної точки повинен бути вище потенціалу центру першого кластера для того, щоб центром одного з кластерів була призначена розглянута точка; reject ratio 0.15 – коефіцієнт, який встановлює у скільки разів потенціал даної точки повинен бути нижче потенціалу центру першого кластера, щоб розглянута точка була виключена з можливих центрів кластерів [90].

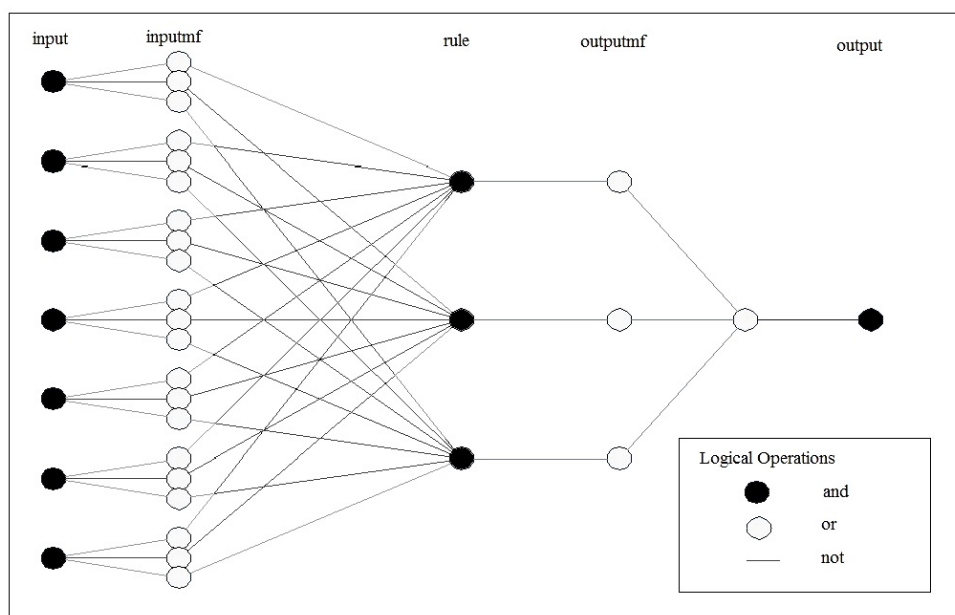


Рисунок 2.9 – Структура нейро-нечіткої мережі

Перед навчанням гібридної мережі були задані параметри навчання:

1. Метод навчання гібридної мережі – гібридний (hybrid), що представляє собою комбінацію методу найменших квадратів і методу зменшення зворотного градієнта.

2. Рівень помилки навчання (Error Tolerance) – 0. 3. Кількість циклів навчання (Epochs) – 40.

Графік залежності помилки навчання від кількості циклів, представлений у додатку В.

Подальша настройка параметрів побудованої і навченої гібридної мережі виконувалася за допомогою стандартних графічних засобів пакета Fuzzy Logic Toolbox.

Результати досліджень, які представлені у додатку Г та на рис. 2.10 показують, що при внесенні 7 основних параметрів, які характеризують стан вагітної жінки, ми отримуємо результат у вигляді визначеного типу гемодинаміки та ступеня гестозу.

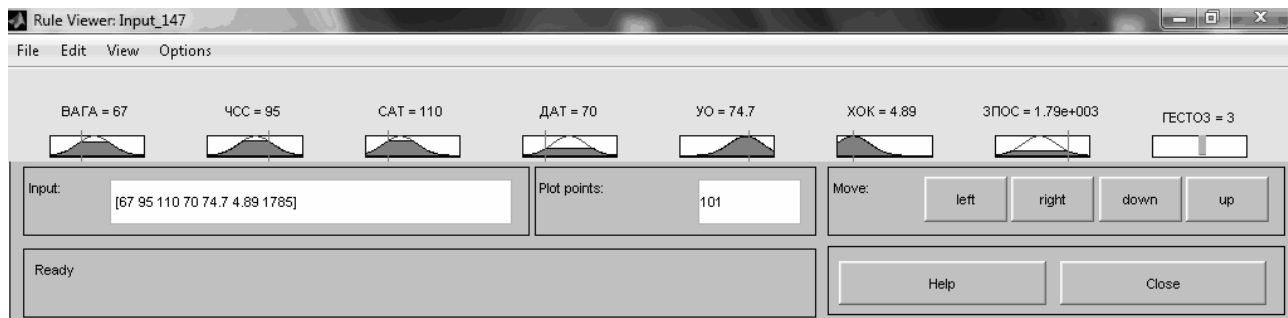


Рисунок 2.10 – Фрагмент графічного інтерфейсу перегляду правил згенерованої системи нечіткого виведення.

За результатами тестування модель пройшла перевірку, середня помилка навчання склала 1.25, яка свідчить, що модель з високою точністю визначає ступінь тяжкості гестозу, а значить, може бути використана на практиці для визначення ступеня гестозу у вагітних жінок.

В ході експериментальних досліджень було вирішено розділити результати обстежень 147 вагітних по триместрах.

Група вагітних у яких строк вагітності припадає на I триместр налічує 17 жінок. В ході експериментальних досліджень отримано нейро-нечітку мережу, що містить сім вхідних змінних і одну вихідну. У цій системі по 16 лінгвістичних терма використовується для оцінки кожної з вхідних змінних та 16 термів для змінної на виході, структура нейро-нечіткої моделі представлена у додатку Д. За результатами тестування модель пройшла перевірку, середня помилка навчання становить 0.004, яка свідчить, що модель з високою точністю визначає ступінь тяжкості гестозу в I триместрі вагітності.

Група вагітних у яких строк вагітності припадає на II триместр налічує 29 жінок. В ході експериментальних досліджень отримана нейро-нечітка мережа, що містить сім вхідних змінних і одну вихідну, які представлені у додатку Е. У цій системі по 29 лінгвістичних терма використовується для оцінки кожної з вхідних змінних та 29 термів для змінної на виході. За результатами тестування модель пройшла перевірку, середня помилка навчання становить 0.004, яка свідчить, що модель з високим ступенем точності визначає ступінь тяжкості гестозу в II триместрі вагітності.

Група вагітних у яких строк вагітності припадає на III триместр налічує 69 жінок. В ході експериментальних досліджень отримана нейро-нечітка мережа, що містить сім вхідних змінних і одну вихідну, представлена у дод.Ж. У цій системі по 39 лінгвістичних терма використовується для оцінки кожної з вхідних змінних та 39 термів для змінної на виході. За результатами тестування модель пройшла перевірку, середня помилка навчання становить 0.006, яка свідчить, що модель з високою точністю визначає ступінь тяжкості гестозу в III триместр вагітності.

Висновки до розділу 2

1. Показано, що хоча застосування стохастичного підходу до аналізу гемодинамічних параметрів і визначення математичних співвідношень дозволяє чисельними методами з'ясувати, які з цих параметрів вийшли за межі діапазонів «норми», але цього недостатньо, щоб на етапах первинного моніторингу отримати обсяг інформації, необхідний для якісної діагностики стану гемодинаміки вагітної.

2. Розроблення методу визначення ступеня важкості гестозу вагітних на основі математичного апарату штучних нейронних мереж, як одного із основних інструментів прийняття рішень лікарем–фахівцем в умовах відсутності точних моделей реальних процесів та явищ, підтвердило адекватність та ефективність його застосування для визначення типу патогенетичного варіанту порушень системного кровообігу і, відповідно, ступеня важкості гестозу.

3. Доведено, що застосування розробленої нейронної мережі для класифікації вагітних з патологією ССС на рівні 92,3% буде достатньо, лише за умови її спільного використання з побудованою нейро-нечіткою моделлю діагностики гестозу і визначення типу гемодинаміки вагітної, що дозволило забезпечити персоніфіковану тактику лікування, індивідуально підібрану терапію і постійний моніторний контроль за їх дотриманням.

4. Запропоновано новий підхід до організації скринінгового супроводження вагітних з гестозом і додатковою патологією ССС, який спрямований на зниження

кількості і частоти виникнення несприятливих наслідків та можливих ускладень стану вагітної, що досягнуто за умови комплексного використання інтегральних показників гемодинаміки і чисельних методів оцінювання її параметрів.

5. Проведені дослідження зв'язку між параметрами, що характеризують стан серцево-судинної системи, виявили, що існуючий між систолічним тиском та ударним об'ємом прямий кореляційний зв'язок ($r_{xy} = 0.66$, $p < 0.001$); за t-критерієм $t = 7.04 < t_{0.01} = 1.99$ слід вважати значимим ($p > 0.05$); за коефіцієнтом детермінації $R = 44.40\%$ модель можна вважати інформативною. Таким чином, число спостережень в експерименті виявилось сповна достатнім для побудови інформаційно здатної ($R = 0.44$) статистично значимої ($p < 0.001$) моделі. Зв'язок між іншими показниками має малоінформативний характер, що ускладнює формування діагнозу.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕКСПРЕС-ДІАГНОСТИКИ ГЕСТОЗУ ВАГІТНИХ

3.1 Структурна схема експрес-діагностики гестозу вагітних

Підвищення якості діагностичного процесу можна оцінити скориставшись теорією системного аналізу. Визначимо основні вихідні параметри задачі.

Стан пацієнтки під час вагітності характеризується набором медико-біологічних показників (симптомів), які можна уявити у вигляді масиву незалежних векторів s_i , який відображає стан пацієнтка:

$$\langle S \rangle = \langle s_1, \dots, s_m \rangle, \quad (3.1)$$

де S – множина всіх можливих поєднань симптомів;

s – вектор симптому;

m – загальне число симптомів.

Лінійну комбінацію векторів симптомів s_i можна представити у вигляді:

$$X = \alpha_1 s_1 + \dots + \alpha_m s_m, \quad (3.2)$$

де α_i – скаляр, що описує наявність i -го симптому, $\alpha_i \in [0;1]$ ($\alpha_i = 0$ i -го симптому немає).

Аналогічно набір можливих діагнозів пацієнтки d_i , можна представити у вигляді комбінації векторів діагнозів:

$$Y = \beta_1 d_1 + \dots + \beta_n d_n, \quad (3.3)$$

де β_i – скаляр, що характеризує наявність i -го діагнозу $\beta_i \in [0;1]$ ($\beta_i = 0$ i -й діагноз відсутній).

Тоді конкретна пацієнтка як об'єкт діагностики, однозначно описується сукупністю векторів симптомів і діагнозів:

$$\langle X, Y \rangle \quad (3.4)$$

Система діагностики повинна забезпечити ефективний діагноз. Враховуючи сучасний рівень розвитку медицини та можливостей інтелектуальних систем, створення системи діагностики, яка в автоматичному режимі здатна формувати медичний діагноз неможливо. Тому в системі медичної діагностики лікар повинен брати участь, тобто виступати як частина суб'єкту діагностики.

В цілому суб'єкт діагностики повинен являти собою поєднання технічних засобів адаптованих до лікаря. Для отримання якісного діагнозу необхідно враховувати максимальне число симптомів та можливих діагнозів. При цьому проблемою є введення медичних знань в технічні засоби та врахування лінгвістичних показників, які мають велике значення в медицині [91].

Незважаючи на велику кількість існуючих інтелектуальних систем медичного призначення, як експертних так, і інформаційно-пошукових, основою діагнозу є знання та досвід лікаря. Тому ідеальна система діагностики повинна відтворювати логіку мислення лікаря, а краще консиліума лікарів [91].

Сформулювати задачу підвищення якості медичного діагнозу за допомогою системи діагностики можна наступним чином. Діагностика, по суті полягає в пошуку області значень вектору Y відображення:

$$f: X \times L \times M \rightarrow Y, \quad (3.5)$$

де L – знання які закладено в об'єкт діагностики (базу даних);

M – здатність системи формувати висновок на основі знань.

Тоді задачу підвищення якості W медичної діагностики, можна записати в рамках прийнятої формалізації у вигляді:

$$W(X, L, M) \rightarrow \max. \quad (3.6)$$

Рішення поставленого завдання можна забезпечити за рахунок урахування максимального числа симптомів та якості знань суб'єкта діагностики. Крім того

важливим є збільшення об'єму нових знань в результаті використання статистичних даних про захворювання. на діагностику якого орієнтована система використання теорії нечітких знань, яка дозволяє, в деякій мірі, моделювати логіку лікаря.

Існуючі неінвазивні системи, призначені для діагностики гестозу в перинатальному періоді і вирішують локальні завдання оцінки параметрів гемодинаміки та дозволяють проводити диференційну діагностику артеріальних відділів судинного русла пацієнтки.

Диференціальна діагностика в термінах об'єктивних біомеханічних параметрів судинного русла дозволяє лікарю-діагносту мати повну картину про стан периферичного кровообігу, і, що важливо, простежити за динамікою зміни основних відділів при фізіотерапевтичних процедурах, медикаментозному лікуванні і функціональних пробах [92].

Синхронна реєстрація стандартних фізіологічних показників дозволяє максимально точно оцінити стан серцево-судинної системи вагітних і визначити ступінь ризику захворювання, що забезпечує:

- визначення основних показників гемодинаміки;
- відображення осцилометричної кривої артеріального пульсу;
- зберігання показників в базі даних для подальшого аналізу;
- відображення на екрані показників гемодинаміки.

Сучасна медицина володіє досить ефективними методиками, що дозволяють обчислити ступінь ризику, пов'язаний з вагітністю і пологами у жінок із захворюваннями серця.

У відповідності до цього розроблено систему діагностики і моніторингу хворих на гестоз.

Базова структурна схема системи для експрес-діагностики вагітних з гестозом представлена на рис.3.1.

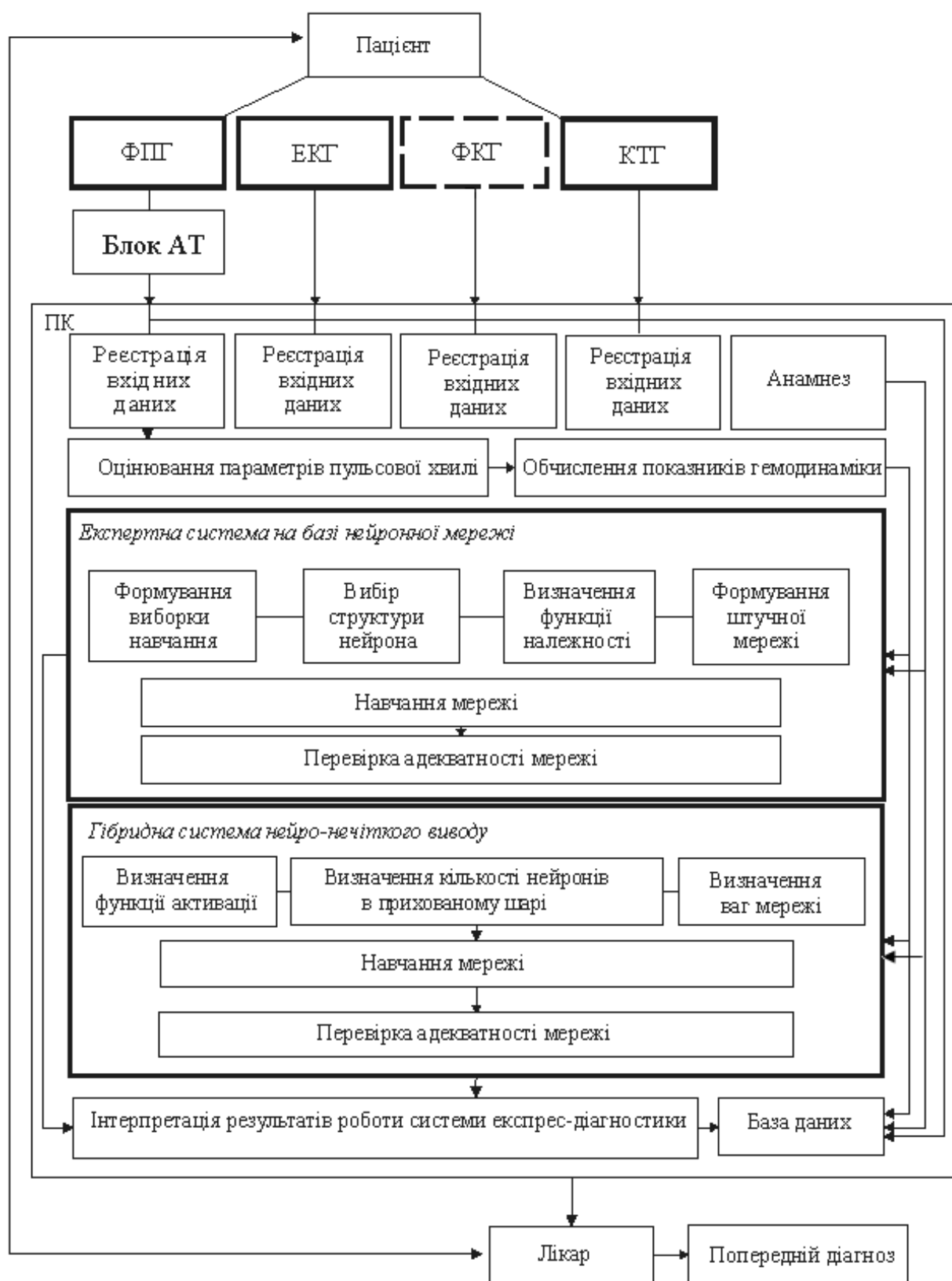


Рисунок 3.1 – Базова структурна схема системи для експрес-діагностики вагітних

з гестозом

Система експрес-діагностики вагітних з гестозом повинна забезпечити:

- стандартний гемодинамічний моніторинг – систолічний тиск (САТ), діастолічний тиск (ДАТ), частота серцевих скорочень (ЧСС);
- визначення типу гемодинаміки вагітної – хвилинний об'єм кро-вообігу (ХОК), ударний об'єм (УО), загальний периферичний опір судин (ЗПОС);
- дослідження варіабельності параметрів кровообігу вагітної;
- формування діагнозу про наявність та ступінь ризику захворювання на гестоз.

Як було показано вище для постановки діагнозу важливими показниками є механічні та електричні параметри роботи серця. В практичній медицині для діагностики гестозу використовують методи та засоби, які базуються на різних фізичних ефектах, що ускладнює формування симптомокомплексу [93].

Система діагностики гестозу призначена для вимірювання медико-біологічних показників (форма пульсової хвилі, ЕКГ) та забезпечує:

- розрахунок показників системи гемодинаміки по формі пульсової хвилі;
- аналіз електрокардіограми в одному відведенні;
- формування діагнозу про наявність гестозу і ступінь його важкості.

3.2 Особливості підсистеми медикаментозної корекції гестозу

Одним із важливих елементів комплексної діагностики і лікування вагітних є медикаментозна терапія, яка отримує особливе значення щодо точності та адекватності застосування при різних видах екстрагенітальної патології. Тому питання, що пов'язані з вибором і призначенням медичних препаратів завжди були і залишаються актуальними [94].

Коли ж мова йде про період вагітності, ускладнений гестозною патологією, то вага цієї актуальності збільшується, як мінімум, вдвічі, оскільки призначаючи той чи інший фармакологічний препарат матері, необхідно, особливо в період вагітності, врахувати, як цей препарат може вплинути на розвиток плоду, в подальшому – на організм новонародженої дитини.

Безумовно, абсолютна більшість лікарів-акушерів відповідально відносяться до процедури призначення ліків вагітним жінкам, але той величезний обсяг медичної інформації, іноді недостовірної, що стосується фармпрепаратів, не завжди дозволяє їм зробити адекватний вибір лікарських засобів. Цей аспект проблеми вирішується, як правило, за допомогою медичних інформаційних систем і технологій, які все більше і головне, ефективніше впроваджуються в клінічні установи різного. Такі системи все частіше наділені функцією автоматизованого призначення лікарських засобів з урахуванням специфіки того чи іншого класу хворих, що досягається включенням до їх структури підсистеми підтримки прийняття рішень (ПППР) або підсистеми підтримки прийняття лікарських рішень (ПППЛР) [95].

Найбільш ефективною і надійною медичною інформаційною системою, що забезпечує, в тому числі, і вибір медикаментозних засобів є клінічна інформаційна система «ДОКА+», в якій підсистема ПППЛР виконує функції перевірки: взаємодії між препаратами, що новопризначені і тими, які вже пацієнт приймає; визначення максимальної разової і добової доз препаратів, які призначені пацієнту. Кожен випадок вибору лікарем препарату, що уже взаємодіє з одним із вибраних раніше або новопризначеним, або фіксації дози, що перевищує максимальні разову або добову, реєструється в базі даних системи і лікар отримує попередження, на яке він повинен відреагувати. Факт реагування також автоматично фіксується.

Але навіть в такій потужній системі, як «ДОКА+», не все враховано для забезпечення максимально адекватного вибору і призначення лікарських препаратів. Аналіз зпроектованих подібних систем, аналіз клінічних результатів їх впровадження, детальне та об'єктивне оцінювання інших розробок з точки зору функціональної повноти їх організації, робота з базами даних по фармакологічних препаратах та низка інших аспектів дозволяють сформулювати деякі специфічні вимоги щодо програмного забезпечення для вибору медикаментозних засобів, яке входить до складу МІС. В [96] наведено основні фактори, які впливають на ефективність їх застосування, або такі, що якісно чи

кількісно змінюють ефект препарату. Це, перш за все, фізіологічні фактори: вік, стать, індивідуальна непереносимість, хронестезія або хронергія (хронестезія – циркадні зміни в чутливості біосистем організму до ліків, а хронергія – дозволяє вибрати такий час прийому ліків, коли позитивний ефект буде максимальним, а ризик виникнення негативних явищ або ускладнень – мінімальним).

Існує ще два фактори, які треба враховувати при призначенні медикаментозних засобів, для вагітних жінок – на весь період вагітності, які на жаль, практично не тільки не застосовуються, а є невідомими більшій частині лікарів. Мова йде про феномен відміни і феномен післядії. За (Метелицею, 1980) – феномен відміни – це розвиток негативної фармакодинамічної дії при різкій відміні препарату після курсового лікування на протязі тижнів і місяців. Феномен післядії – це розвиток негативного фармакодинамічного ефекту після першої позитивної дії однієї дози препарату [96].

Також необхідно постійно пам'ятати, що ефективність лікарських засобів залежить від часу та режиму харчування; факторів зовнішнього середовища; генетичних факторів, що впливають на біозасвоюваність та ефективність препаратів; лікарської взаємодії з уже призначеними ліками; супутніми патологічними станами, особливо з боку печінки, нирок, ШКТ тощо; чутливості організму хворого до ліків, які призначені; і нарешті – від відношення хворого до лікування, що призначив лікар [97].

Лікар, коли призначає ліки, повинен обов'язково враховувати всі фактори, що перераховані вище. Більше того, якщо є необхідність в інвазивних процедурах, він повинен обрати найменш травматичні варіанти їх проведення, з обов'язковим обезболенням місцевими анестетиками типу EMLA. Щоб уникнути появу ятрогеній, не бажано призначати більш 3-4 препаратів одночасно. При цьому обов'язковим є чіткий розрахунок індивідуальної дози, контроль індивідуальної фармакодинаміки та фармакокінетики тощо.

Останні роки розвитку медицини показали, що використання алгоритмів підтримки прийняття лікарських рішень для призначення медичних препаратів веде до суттєвого зменшення частоти помилок з боку лікарів.

Це ініціювало запуск процесу впровадження у закордонних лікарнях систем комп'ютерного призначення медичних препаратів, які отримали назву систем СРОЕ (Computerized Physician Order Entry) і мали в своєму складі підсистеми ППЛР [98]. Однак повне впровадження таких систем наштовхнулось на низку перешкод, не надало очікуємих результатів і не отримало широкого розповсюдження. Як уже відзначалось, зазначену проблему в медичній інформаційній системі «ДОКА+» було вирішено на основі принципу динамічного багат шарового інтерфейсу (ДБІ), реалізація якого у сукупності із структурною моделлю системи «ДОКА+» забезпечило її успішне впровадження в лікарнях різного рівня [55].

Одним із елементів ДБІ є представлення процесу лікування у вигляді 6-ти послідовних етапів, кожен з яких, має інформаційну підтримку, що визначається набором відповідних функцій, реалізація яких на кожному етапі забезпечена лікарями, медсестрами, фармацевтами, управлінцями [99]. Це дає можливість удосконалити структуру поетапного процесу лікування з функціями інформаційної підтримки лікарських рішень шляхом розширення існуючого переліку таких функцій на деяких етапах процесу. Етап 2 при цьому доповнено такими функціями: 2.5 – Перелік т.з. критичних препаратів, призначення яких вагітній, передбачає обов'язкове проведення одноразової проби з подальшим оцінюванням реакції пацієнтки, яка слугує або підтвердженням або відміною призначеного препарату. 2.6 – У випадку відсутності вибраного препарату в лікарні, тільки той самий лікар, що його призначив, має право зробити заміну із переліку медикаментів, наявних в лікарні.

Введення на 2-му етапі, двох нових функцій зумовило необхідність доповнення 3 і 4 етапів такими функціями: 3.4 – Розрахунок пробної дози критичного препарату здійснює тільки той самий лікар, що його призначив; 4.3 – В журналі призначень медсестра робить відмітку про дату, час проведення проби, її дозу і реакцію пацієнта на пробу та ставить до відома лікаря, який призначив цей препарат. Лікар, в разі необхідності, повинен даний препарат відмінити і призначити новий, бажано не з переліку критичних; 4.4. – Медсестра, в разі

виникнення у пацієнта пароксизму, що викликаний помилковим призначенням медикаменту виконує комплекс екстрених заходів по нормалізації стану здоров'я пацієнтки та інформує лікаря. Аналогічні дії медсестра виконує при появі феномену післядії будь-якого із призначених лікарем медичних препаратів.

Окрім того, враховуючи, що всі зазначені функції виконуються, як правило, комп'ютерною системою, виникає можливість визначати фармакокінетичні параметри ліків не тільки після пробної одноразової дози препарату, а і в процесі лікування. Це, в свою чергу, дозволяє прогнозувати концентрацію препарату при рекомендованому режимі введення ліків, маючи тільки один аналіз крові, взятий у пацієнтки в кінці першого інтервалу між прийнятими дозами і по визначеній в ньому концентрації препарату [99].

Апробація удосконаленого поетапного процесу лікування була проведена на протязі 12 місяців, починаючи з 01.12.16 р. по 31.01.2018 р. в Харківському пологовому будинку №7. За 12 місяців лікарі призначили 886 видів обстежень і призначень, які викликали попереджувальне повідомлення системи про те, що вони увійшли до списку нерекомендованих для даної нозології, або були призначені за неоднозначним діагнозом (табл. 3.1).

В таблиці наведено дані, згруповані по кварталах:

- загальна кількість попереджень щодо спроб лікарів призначити обстеження, які не входять до переліку рекомендованих;
- кількість обстежень, які були призначені лікарями, що проігнорували попереджувальне повідомлення системи;
- кількість обстежень, які були відхилені лікарями завдяки отриманому попереджувальному повідомленню від системи;
- кількість пацієнтів для яких повідомлення системи було значимим, ігнорування виявилось помилковим;
- кількість пацієнтів для яких повідомлення системи було значимим, погодження з системою вірне;
- всього попереджувальних повідомлень системи, які були значимими для пацієнтів.

Таблиця 3.1 – Результати удосконаленого поетапного процесу лікування

Період	Всього попереджувальних повідомлень системи	Кількість обстежень, які ігнорують попереджувальне повідомлення системи	Кількість обстежень, які відхилені завдяки попереджувальному повідомленню системи	Кількість пацієнтів для яких повідомлення системи було значимим, ігнорування виявилось помилковим	Кількість пацієнтів для яких повідомлення системи було значимим, погодження з системою вірне	Всього попереджувальних повідомлень системи, які були значимими для пацієнтів
I квартал 2017 р.	243	207	36	197	28	225
II квартал 2017 р.	221	188	33	177	26	203
III квартал 2017р.	214	184	30	175	24	199
IV квартал 2017 р.	208	182	26	173	21	194
Всього	886	761	125	722	99	821

Аналіз отриманих результатів показав досить чутливе зменшення призначень обстежень, що не входять до списку рекомендованих, або виконаних за неоднозначним діагнозом. Отриманий позитивний результат зумовлений роботою однієї із функцій, які реалізовані в підсистемі підтримки прийняття рішень, що входить до складу системи експрес-діагностики гестозу вагітних і попереджує в реальному часі лікаря, якщо його призначення не відповідає рекомендованому стандарту [100].

Поступове зменшення таких виданих системою попереджень, може бути пояснено ефектом навчання лікарів системою, що проявляється в запам'ятовуванні лікарями відносно часто призначаємих обстежень, які не відповідають рекомендаціям. В той же час автоматичне отримання лікарем списку рекомендованих пацієнту обстежень безпосередньо в момент призначення, дає йому можливість не пропускати призначення важливих та необхідних для даного випадку обстежень.

3.3 Апаратно-програмний комплекс (АПК) для експрес-діагностики стану вагітної в перинатальному періоді

Важливим аспектом організації лікувального процесу лікаря-гінеколога перинатального центру є використання в його роботі автоматизованого програмного комплексу (АПК), який представляє собою програмний засіб, який встановлюється на персональному комп'ютері лікаря та слугує для збереження поточної інформації, її оброблення та визначення стратегії лікування. Сам АПК лікаря-гінеколога складається з функціональних блоків, взаємозв'язки між якими представлені на рис.3.2.

Відповідно до наведеної структури АПК є засобом керування лікувально-діагностичним процесом, оскільки включає в себе як елементи лікарського огляду, так і блоки постановки діагнозу і призначення лікування. В той же час необхідно зазначити, що лікар в будь-який момент може внести свої корективи в запропоновану тактику лікування, або погодитися з нею.

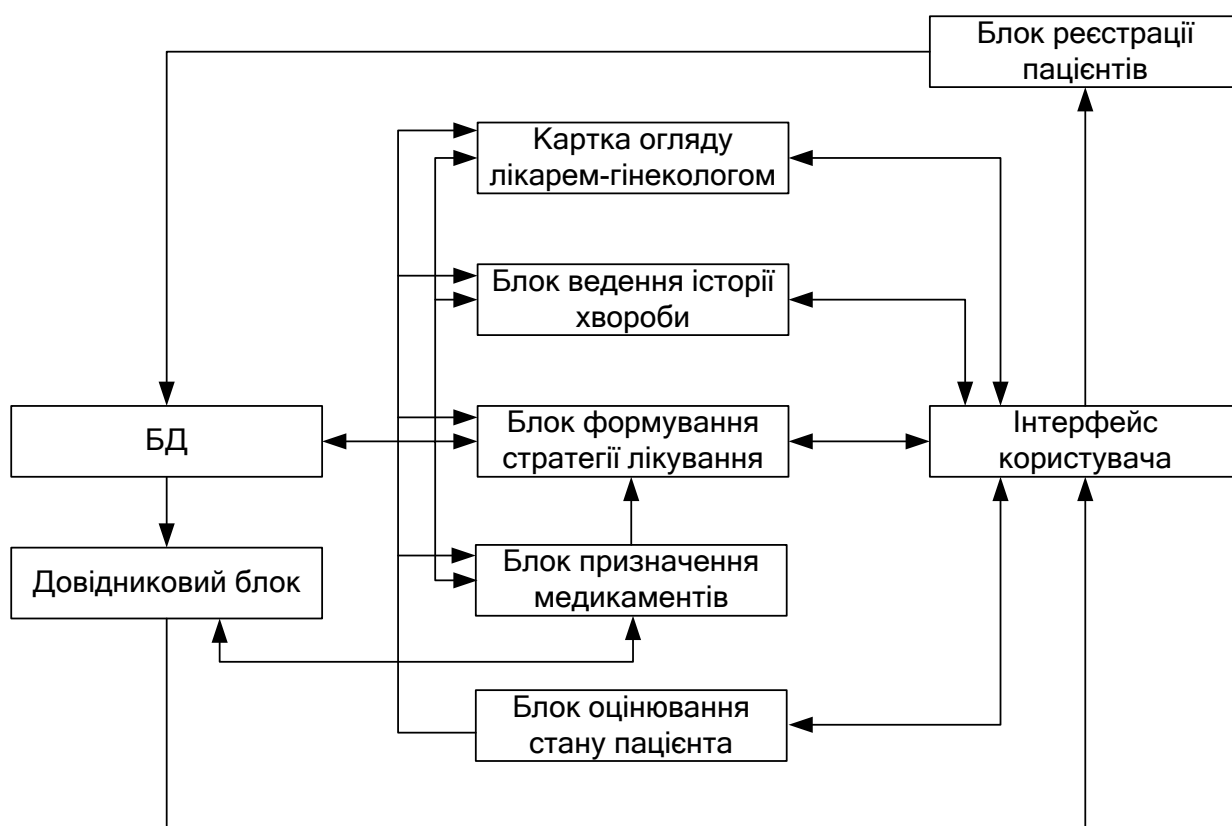


Рисунок 3.2 – Блокова структура АПК лікаря-гінеколога

Даний АПК складається з наступних блоків:

– Інтерфейс користувача призначений для організації введення-виведення медичної інформації, з якою працює даний АПК. Стандартний «віконний» інтерфейс має поля для введення тексту, кнопки для завантаження файлів або виконання обчислень та експорту даних.

– Картка огляду лікарем-гінекологом – це сукупність інформативних інформаційних параметрів, які оцінюються лікарем при надходженні пацієнта. В процесі заповнення картки лікар вносить інформацію у відповідні поля, при цьому не всі поля є обов'язковими, що дає можливість лікарю варіювати ступінем заповнення картки на власний розсуд, скорочуючи, тим самим, тривалість прийому.

Структура картки лікаря-гінеколога перинатального центру подана на рис 3.3. Для зручності сприйняття інформації вся картка розбита на окремі блоки, які фізично рознесені на різних вкладках графічного інтерфейсу.



Рисунок 3.3 – Структура картки огляду лікаря-гінеколога перинатального центру

– Блок реєстрації пацієнтів виконує реєстрацію та облік нових пацієнтів системи. До функцій даного блоку входять введення загальних даних про нових пацієнтів системи, а також про час їх реєстрації.

– Блок ведення історії хвороби призначений для перегляду медичного статусу пацієнта протягом певного часу і забезпечує виведення інформації про попередні обстеження (дані карток огляду), а також дозволяє моніторити зміну значення того чи іншого інформативного параметру з картки при накладенні цього значення на часову вісь. Таким чином реалізовано перегляд перебігу захворювання пацієнта та візуалізовано сам процес лікування.

– Блок формування стратегії лікування призначений для автоматизації встановлення діагнозів та призначення медичних, діагностичних та фізіотерапевтичних заходів. Даний процес відбувається відповідно до правил, що сформовані в блоці призначень медикаментів. Спрощений алгоритм формування стратегії лікування подано на рис. 3.4.

Згідно нього лікар має змогу обрати відповідну стратегію із вже існуючих і збережених в базі (з можливістю корегування і перезбереження) або сформувану власну. Крім того, є можливість переглянути історію стратегій лікування в базі даних лікарських діагнозів і призначень та отримати множину подібних стратегій на основі часткових збігів сторонніх стратегій з вказівкою відсотку тотожності. Це дає змогу лікарю-гінекологу самому визначитися зі стратегією та прийняти відповідне рішення, ґрунтуючись на часткових діагнозах, що пропонуються даним блоком АПК.

– Блок призначень медикаментів містить стандартні зв'язки між типовими анамнестичними комбінаціями та призначеними медичними препаратами. Даний блок редагується лікарем, а отримані логічні зв'язки зберігаються в базі даних у вигляді логічних правил для подальшого використання в роботі АПК.

– Блок оцінювання стану пацієнта призначений для діагностики функціонального стану пацієнта і базується на реєстрації та аналізі параметрів електрокардіограми, фотоплетизмограми, артеріального тиску, параметрів гемодинаміки і дихання.

- Довідниковий блок призначений для виведення довідникової інформації про лікарські засоби, діагнози, симптоми захворювань та ін.

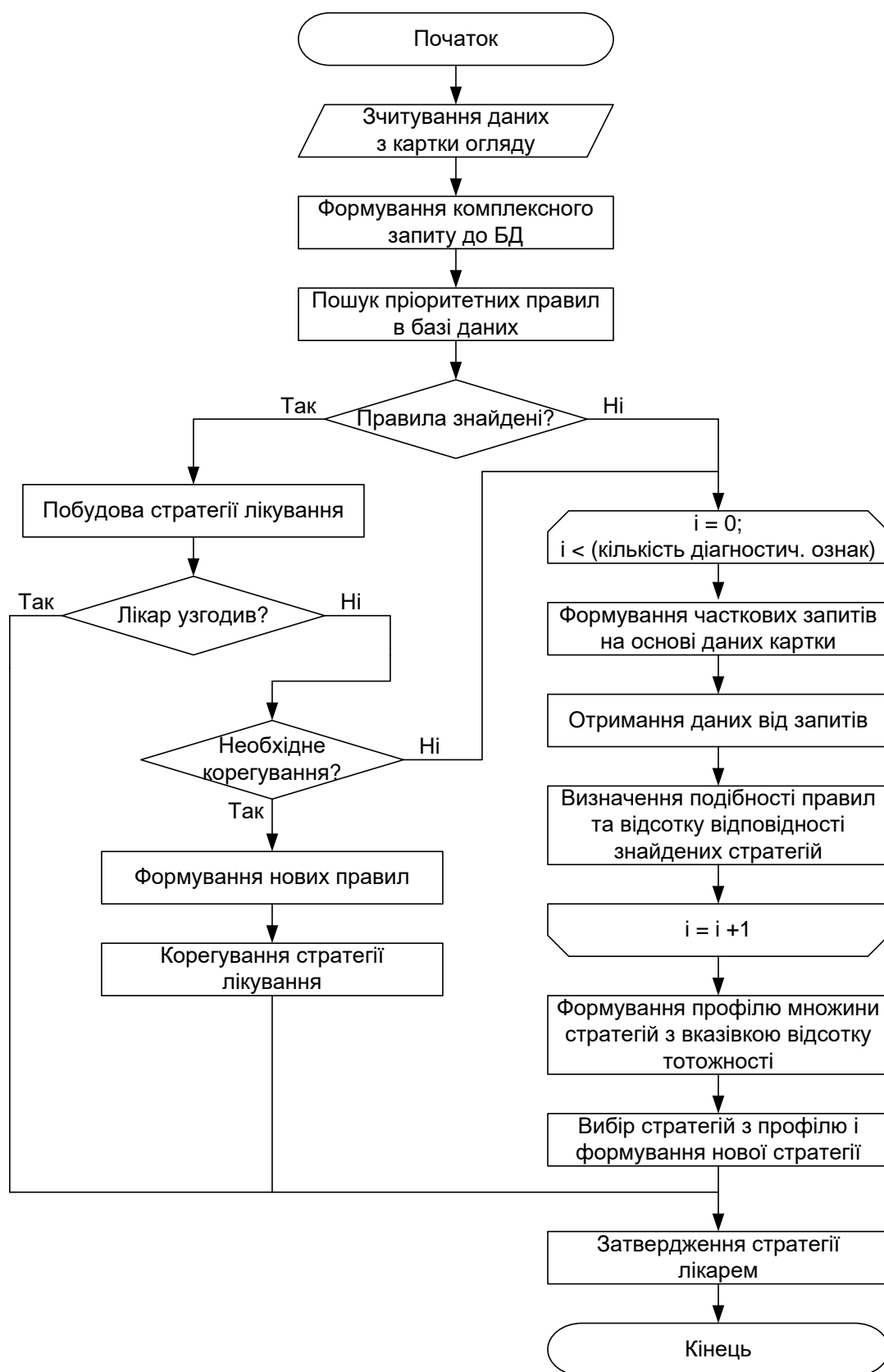


Рисунок 3.4 – Спрощений алгоритм формування стратегії лікування

Таким чином, апаратно-програмний комплекс є сукупністю блоків і представляє собою програмний засіб, який функціонує в середовищі операційних систем сімейства Windows, має відповідний графічний інтерфейс та обслуговує базу даних під керуванням СУБД MySQL.

Інтерфейс користувача призначений для організації взаємодії користувача та алгоритмічно-програмних конструкцій, реалізованих в розробленій системі. Даний АПК є набором взаємопов'язаних блоків, кожен з яких призначений для реалізації власних специфічних функцій, які в сукупному поєднанні вирішують задачі, що виникають перед лікарем-гінекологом. Розроблений АПК лікаря-гінеколога є багатовіконним програмним засобом, вкладки інтерфейсу якого подано на скріншотах (рис. 3.5 – 3.6).

Даний АПК реалізований як клієнт бази даних з набором автоматизованих обчислювальних функцій, конструктором запитів до бази даних та архіваріусом довідникової інформації [101]. Інтерфейс картки огляду лікарем поділено на кілька вкладок для зручності сприйняття інформації та роботи з нею. Перша вкладка – «загальна інформація» зображена на рис. 3.5. Призначена для перегляду даних пацієнтки, а також загальних даних про анамнез життя.

Робота з АПК лікаря-гінеколога розпочинається з пошуку пацієнтки, яка поступила на прийом. Пошук здійснюється за критеріями: прізвище, ім'я, дата народження. Після ідентифікації пацієнта з'являється можливість побачити його історію хвороби та переглянути інформацію з збережених карток огляду, діагнози та призначення. У випадку надходження нової пацієнтки відбувається її реєстрація в системі, яка забезпечує внесення біографічних даних з слів вагітної.

У випадку внесення нової картки, лікар обов'язково заповнює поля про причину звернення, характер прийому та скарги пацієнтки. За подвійним кліком мишкою на форму з'являється вікно, в якому можна вибрати і додати в поле стандартні шаблонні фраз скарг з метою скорочення часу заповнення картки.

The screenshot shows the 'Form3' application window with the 'General Information' tab selected. The form is divided into several sections:

- General Information:** Fields for 'Прізвище', 'Ім'я', 'По-батькові', 'Стать' (with radio buttons for 'Хлопчик' and 'Дівчинка'), 'Дата нар. (вік)' (set to 27.12.2016), 'Місто', and 'Адреса'.
- Анамнез життя:** Fields for 'Рахунок вагітності' (set to 1), 'Пологи' (set to 1), 'Протікання вагітності' (set to 'без ускладнень'), 'Оцінка за шкалою Апгар' (set to 1), and 'Перший крик' (set to 'одразу').
- Об'єктивні дані:** Fields for 'Загальний стан', 'Сидить', 'Стоїть', 'Ходить', 'Опора', and 'Утримує голову'.
- Історія обстежень:** A list of dates: 13.02.2107, 11.03.2017, and 02.05.2017 (highlighted).
- Buttons:** 'Додати запис', 'Редагувати запис', 'Зберегти запис', and 'Видалити запис'.

Рисунок 3.5 – АПК лікаря-гінеколога. Вкладка «Загальна інформація».

Вкладка «Результати спеціальних досліджень» (рис.3.6.) призначена для збереження та перегляду інформації про специфічні лабораторні дослідження, такі як аналіз крові та сечі розширені, біохімічний аналіз крові, ЕКГ, ЕМГ, ФПГ та ін.

The screenshot shows the 'Form3' application window with the 'Special Studies Results' tab selected. The form is divided into several sections:

- Test Selection:** A list of tests with checkboxes: 'Аналіз крові розширений' (checked), 'Аналіз сечі розширений', 'Біохімія крові (цукор, білірубін)', 'ЕКГ' (checked), 'Ехо-ЕГ', 'ЕЕГ', 'РЕГ', 'НСГ', 'СКТ', 'МРТ' (checked), and 'Рентген' (checked).
- Analiz Krovі Rozshirenij:** A table of results:

рН	7,24	(ацидоз)
Еритроцити	4,1	10 ¹²
Лейкоцити	7	10 ⁹
Тромбоцити	250	
ШОЕ	6	мм/год
Нв	125	г/л
- Історія обстежень:** A list of dates: 13.02.2107, 11.03.2017, and 02.05.2017 (highlighted).
- Buttons:** 'Додати запис', 'Редагувати запис', 'Зберегти запис', and 'Видалити запис'.

Рисунок 3.6– АПК лікаря-гінеколога. Вкладка «Результати спеціальних досліджень. Аналіз крові розширений».

Слід відмітити, що перехід між вкладками супроводжується автоматичним зберіганням інформації в базі, тому лікарю не обов'язково постійно натискати кнопку «Зберегти запис».

Програмний засіб не інтегрується з відповідним лабораторним обладнанням, а лише зберігає введені значення отриманих даних в базі.

Програма підтримує графічні медичні зображення в цифровій та аналоговій формах у вживаних медичних форматах, як простих (типу bmp, jpg, tiff), так і спеціалізованому (dicom).

Завантаження зображень проходить в ручному режимі при натисканні на відповідні кнопки. Зберігається зображення автоматично, при умові успішного завантаження. Також існує можливість збільшити фрагмент завантаженого зображення або роздрукувати його.

3.3.1 Особливості роботи блоку фотоплетизмографії

Висока чутливість, достовірність і хороша відтворюваність показників метода фотоплетизмографії дають можливість об'єктивізувати динамічну оцінку стану вагітних, зміну функціонального стану окремих ланок і в цілому стану серцево-судинної системи та впливу на неї центральних відділів нервової і вегетативної нервової системи.

Стандартний метод фотоплетизмографії заснований на тому, що досліджувана кінцева фаланга пальця кисті або стопи просвічується з одного боку звичайним некогерентним світлом, який після розсіювання в неї з протилежного боку надходить на фотоприймальний датчик. Інтенсивність світла, розсіяного ділянкою досліджуваної тканини, відображає кількість крові в реальний відрізок часу, реєструючи кількісну та якісну динаміку послідовних змін обсягу крові в досліджуваній ділянці тканини в період кожного серцевого циклу протягом усього процесу вимірювань [102].

Фотоплетизмографія є одним із надійніших неінвазивних методів реєстрації пульсової хвилі, яка відображає на периферичному рівні гемодинаміки діяльність серцево-судинної системи під час вагітності.

Досліджувані параметри фотоплетизмограми поділяються на такі групи.

1. Амплітудні, які відповідають анакротичному і дікротичному періодам. Ці параметри є відносними, але вивчення їх динаміки надає цінну інформацію про ступінь судинної реакції на короткочасну дію будь-якого фактора на організм.

2. Часові, які надають інформацію про серцевий цикл і частоту серцевих скорочень, співвідношення і тривалості систоли та діастолі, характер їх фазоутворення. Дані параметри мають абсолютні значення і порівнюються з існуючими нормативними показниками: тривалість анакротичної і дікротичної фаз пульсової хвилі; фази вигнання в діастолічний період; тривалості пульсової хвилі; індексу висхідної хвилі; часу наповнення в період систоли; тривалості систолічної та діастолічної фази серцевого циклу; часу відбиття пульсової хвилі та частоти серцевих скорочень.

3. Статистичні.

Найбільшу інформативність в оцінці реакцій біооб'єкта на вплив зовнішніх фізичних факторів має обчислювальний параметр. Його значення є відносним і визначається підсумовуванням пайової зміни частоти серцевих скорочень та амплітуди пульсової хвилі щодо вихідних значень, які визначаються за однойменних параметрах напередодні проведення дослідження. Його негативні значення розцінювалися як гальмування біооб'єкта, позитивні значення – як збудження, що відповідає ерготропним станам біосистеми [103].

В процесі експериментальних досліджень були використані обчислення таких показників часу:

- тривалість пульсової хвилі, $T_{пв} = T_4 - T_0$;
- тривалість дікротичної фази пульсової хвилі, $T_{дф} = T_4 - T_2$;
- тривалість анакротической фази пульсової хвилі, $T_{аф} = T_2 - T_0$;
- індекс висхідної хвилі, $I_{вв} = 100 \frac{T_1 - T_0}{T_4 - T_0}$;
- час наповнення, $T_n = T_1 - T_0$;
- тривалість систолічною фази серцевого циклу, $T_c \approx T_3 - T_0$;
- тривалість діастолічної фази серцевого циклу, $T_d \approx T_4 - T_3$;

– частота серцевих скорочень.

У прикладі реалізовано обчислення наступних амплітудних показників:

– відносна амплітуда дикротичної хвилі, $A_{\partial v} = \frac{A_2}{A_1}$;

– артеріальний тиск.

Артеріальний тиск обчислюється за такими формулами:

$$\text{систолічний} - AD_c = k_1 \frac{A_1}{A_{1cp}},$$

$$\text{діастолічний} - AD_d = k_2 \frac{A_2}{A_{2cp}},$$

де k_1 і k_2 – калібрувальні коефіцієнти,

A_{1cp} і A_{2cp} – середні значення амплітуд систолічної та діастолічної хвиль:

$$A_{1cp} = \frac{\int_0^{T_c} A(t) dt}{2T_c}, \quad A_{2cp} = \frac{\int_0^{T_d} A(t) dt}{2T_d}.$$

Статистичні показники:

– дисперсія:

$$D = \frac{1}{(N-1)} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2; \quad (3.7)$$

– середньоквадратичне відхилення:

$$SDNN = \sqrt{D}; \quad (3.8)$$

– середньоквадратична різницева характеристика:

$$RMSSD = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^N (NN_i - NN_{i+1})^2}; \quad (3.9)$$

– стрес-індекс:

$$SI = \frac{Amo}{2 Mo MxDMn}, \quad (3.10)$$

де A_{mo} – амплітуда моди, M_o – мода, $MxDMn$ – варіаційний розмах.

Коефіцієнт кореляції:

$$CCI = \frac{m \sum_{i=1}^m (x_i x_{i+k}) - \sum_{i=1}^m x_i \sum_{i=1}^m x_{i+k}}{\sqrt{\left[m \sum_{i=1}^m (x_i)^2 - \left(\sum_{i=1}^m x_i \right)^2 \right] \left[m \sum_{i=k+1}^{m+k} (x_i)^2 - \left(\sum_{i=k+1}^{m+k} x_i \right)^2 \right]}}. \quad (3.11)$$

Реєстрацію перерахованих вище параметрів, визначення пульсових хвиль і їх графічне відображення виконується з використанням розроблених апаратно-програмних засобів.

Реалізовано два режими роботи пристрою: фотоплетизмограф та аналізатор варіабельності серцевого ритму.

Фотоплетизмограф забезпечує:

- реєстрацію і візуалізацію пульсової хвилі;
- обчислення частоти серцевих скорочень в реальному часі;
- контурний аналіз пульсової хвилі (обчислення амплітудно-часових параметрів пульсової хвилі).

Розраховані показники пульсової хвилі приведені у табл. 3.2.

Таблиця 3.2.– Показники пульсової хвилі

Показник	Опис	Норма
1	2	3
ІЖ, м/с	Індекс жорсткості – параметр, який явно корелює зі швидкістю поширення пульсової хвилі – маркером артеріальної жорсткості / ригідності.	5-9
ІВ, %	Індекс відбиття – відображає переважно тонус артеріол і дрібних судин, побічно вказує на наявність атеросклеротичних відкладень (збільшення відображень).	40-70

1	2	3
АПХ	Амплітуда пульсової хвилі (амплітуда анакротичної фази).	
АДХ	Амплітуда дикротичної хвилі.	0,5* АПВ
ВІ	Висота інцизури.	(2/3)* АПВ
ІДХ, %	Індекс дикротичної хвилі.	50-70
ТАФ, с	Тривалість анакротической фази пульсової хвилі.	
ТДФ, с	Тривалість дикротичної фази пульсової хвилі.	
ТФИ, с	Тривалість фази вигнання – параметр, що відображає діастолічну активність.	
ІВВ, %	Індекс висхідної хвилі – параметр, що відображає фазу наповнення в систолічний період серцевого циклу	15-30
ТПВ, с	Тривалість пульсової хвилі.	0,7-1,1
ЧН, с	Час наповнення (відповідає проміжку від початку пульсової хвилі до вершини анакротичної хвилі)	0,06 -0,2
ТС, с	Тривалість систолічною фази серцевого циклу	0,35 - 0,55
ТД, с	Тривалість діастолічної фази серцевого циклу	0,4 - 0,6
ЧВХ	Час відображення пульсової хвилі (час розслаблення міокарда у протодіастолічну фазу)	0,2 -0,4

3.3.2 Оцінювання варіабельності серцевого ритму та її діагностична цінність для вагітних з гестозом

Аналіз ВСР є методом оцінки стану механізмів регуляції фізіологічних функцій в організмі людини і тварин, зокрема, загальної активності регуляторних механізмів, нейрогуморальної регуляції серця, співвідношення між симпатичним і парасимпатичним відділами вегетативної нервової системи.

Поточна активність симпатичного і парасимпатичного відділів є результатом реакції багатоконтурної і багаторівневої системи регуляції кровообігу, що змінює в часі свої параметри для досягнення оптимальної

приспосувальної відповіді, яка відображає адаптаційну реакцію цілісного організму.

Адаптаційні реакції індивідуальні і реалізуються у різних осіб з різним ступенем участі функціональних систем, які володіють в свою чергу зворотним зв'язком, що змінюється в часі і має змінну функціональну організацію. Метод заснований на розпізнаванні і вимірюванні часових інтервалів між R-зубцями ЕКГ (R-R-інтервали), побудові динамічних рядів кардіоінтервалів і подальшого аналізу отриманих числових рядів різними математичними методами. Динамічний ряд кардіоінтервалів називають кардіоінтервалограмми (КІГ) [104].

Аналіз варіабельності серцевого ритму (АВСР) забезпечує (рис. 3.7):

- побудову ритмограми (залежність тривалості періоду серцевого циклу від часу), гістограма варіабельності (варіаційної пульсограми);
- побудову скатерограми;
- обчислювані показники варіабельності серцевого ритму: показники варіабельності серцевого ритму (табл. 3.3).

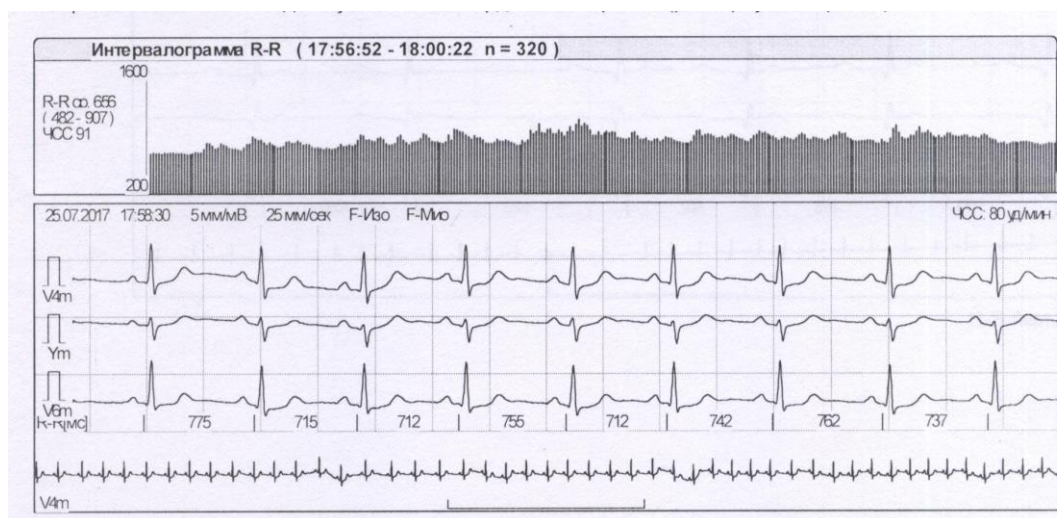


Рисунок 3.7 – Формування кардіоінтервалограми (КІГ) при введенні електрокардіографічного сигналу.

На рис. 3.7 вгорі зображена КІГ, внизу – електрокардіограма (ЕКГ), в якій вказана тривалість кардіоінтервалів в мілісекундах та час реєстрації кардіоінтервалів (год., хв., сек). На КІГ вказані наступні параметри: варіаційний размах, R-Rф, ЧСС.

Таблиця 3.3 – Показники варіабельності серцевого ритму

Показник	Опис	Норма
1	2	3
ЧСС(HR), уд/хв	Середня частота серцевих скорочень за хвилину	55-85
Дисперсія (D), мс ²	Дисперсія – статистичний показник, який вказує на величину середнього значення відхилення, тобто на розкид тривалості серцевих циклів.	
АМо	Амплітуда моди – показник, що отримується з гістограм і відображає число інтервалів.	0,3-0,4
СКВ (SDNN)	Середньоквадратичне відхилення – сумарний статистичний показник варіабельності величин інтервалів між серцевими скороченнями за весь аналізований період.	30-100
КВ(CV),%	Коефіцієнт варіації, являє собою нормовану оцінку СКО.	3-9
RMSSD, мс	Ефективне значення різницева характеристика (квадратний корінь з суми квадратів різниці величин послідовних нормальних інтервалів, виключаючи екстрасистоли).	20-50
PNN50,%	Відсоток інтервалів від загального числа послідовних пар інтервалів, що розрізняються більш, ніж на 50 мс, отриманий за весь період запису.	5-30
Мо, мс	Мода – найбільш часто зустрічається в цьому динамічному ряду значення тривалості серцевого циклу.	700-1100
МхDMn, мс	Варіаційний розмах – показник, що відображає ступінь варіативності значень інтервалів у досліджуваному динамічному ряду.	200-400
МхRMn	Відношення максимального значення тривалості серцевого циклу до мінімального.	1,3-1,7
ІН (SI), у.о.	Індекс напруги регуляторних систем (стрес-індекс).	50-150
ІЦ (VLF+LF)/HF	Індекс централізації.	2-6
ІВВ LF/HF	Індекс вагосимпатичних взаємодій.	
TP, мс ²	Сумарна потужність спектру ВСР.	

Продовження таблиці 3.3.

1	2	3
HF, мс ²	Сумарна потужність в діапазоні високих частот (0,4 - 0,15 Гц).	
LF, мс ²	Сумарна потужність в діапазоні низьких частот (0,15 - 0,04 Гц).	
VLf, мс ²	Сумарна потужність в діапазоні дуже низьких частот (0,04 - 0,015 Гц).	
ULF, мс ²	Сумарна потужність в діапазоні ультра низьких частот (менше 0,015 Гц).	
HF, %	Потужність спектра в частотному діапазоні HF у відсотковому співвідношенні до всього діапазону.	
LF, %	Потужність спектра в частотному діапазоні LF у відсотковому співвідношенні до всього діапазону.	
VLf, %	Потужність спектра в частотному діапазоні VLf у відсотковому співвідношенні до всього діапазону.	
ULF, %	Потужність спектра в частотному діапазоні ULF у відсотковому співвідношенні до всього діапазону.	

Сутність варіаційної пульсометрії полягає у вивченні закону розподілу кардіоінтервалів як випадкових величин. При цьому будується варіаційна крива (крива розподілу кардіоінтервалів - гістограма) і визначаються її основні характеристики: M_o (Мода), AM_o (амплітуда моди), $MxDMn$ (варіаційний розмах). Мода - це найбільш часто зустрічається в даному динамічному ряді значення кардіоінтервала. При нормальному розподілі і високою стаціонарності досліджуваного процесу M_o мало відрізняється від математичного очікування (M). AM_o - (амплітуда моди) – це число кардіоінтервалів, відповідних значенням моди, в % до обсягу вибірки. Варіаційний розмах ($MxDMn$) відображає ступінь варіативності значень кардіоінтервалів в досліджуваному динамічному ряду. Він обчислюється по різниці максимального (Mx) і мінімального (Mn) значень кардіоінтервалів і тому при аритміях або артефактах може бути спотворений [105].

При побудові гістограм (або варіаційних пульсограм) першорядне значення має вибір способу угруповання даних. У багаторічній практиці склався традиційний підхід до угруповання кардіоінтервалів в діапазоні від 400 до 1300 мс, з інтервалом в 50 мс. Таким чином, виділяються 20 фіксованих діапазонів тривалості кардіоінтервалів, що дозволяє порівнювати варіаційні пульсограми, отримані різними дослідниками на різних групах досліджень. При цьому обсяг вибірки, в якій проводиться групування і побудова варіаційної пульсограми, також стандартна – 5 хвилин. Інший спосіб побудови варіаційних пульсограм полягає в тому, щоб спочатку визначити модальне значення кардіоінтервала, а потім, використовуючи діапазони по 50 мс, формувати гістограму в обидві сторони від моди. Варіаційна пульсограма може бути також представлена «гладким» графіком щільності розподілу (див. рис. 3.8).

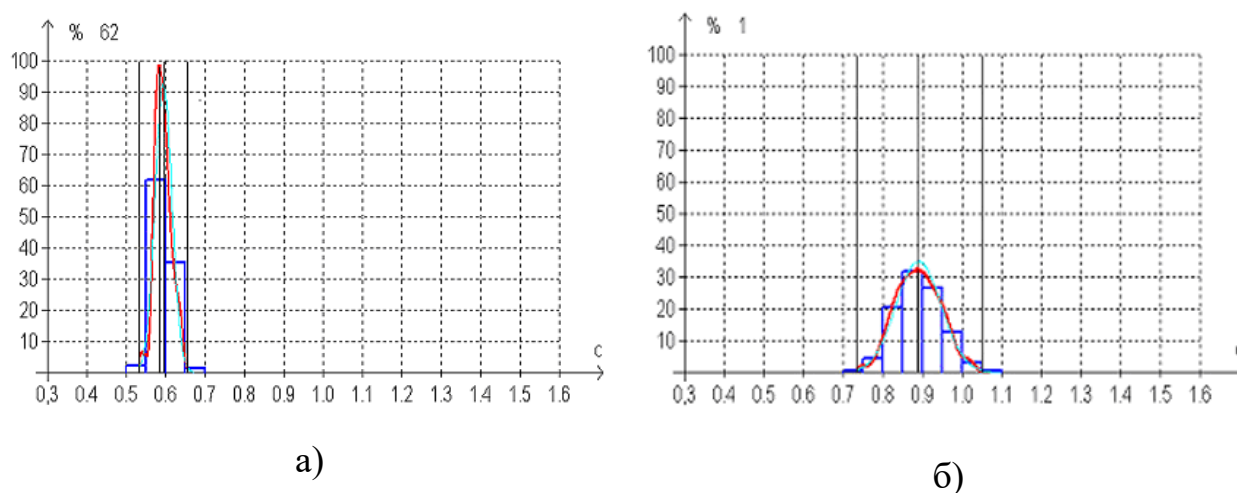


Рисунок 3.8 – Зразки варіаційних пульсограм при
а) тахікардії і б) нормокардії

За даними варіаційної пульсометрії обчислюється широко поширений індекс напруги регуляторних систем або стрес-індекс.

$$I_n = AMo / 2Mo \times MxDMn \quad (3.12)$$

Західноєвропейські і американські дослідники використовують апроксимації кривої розподілу кардіоінтервалів трикутником і обчислюють так

званий триангулярний індекс - інтеграл щільності розподілу (загальна кількість кардіоінтервалів) віднесений до максимуму щільності розподілу (AMo). Цей показник позначається як TINN (triangular interpolation of NN intervals).

У дослідженні брали участь 147 вагітних жінок, які знаходились на стаціонарному лікуванні. Вік досліджуваних був від 17 до 43 років. Середній вік усіх пацієнтів склав $27,83 \pm 0,05$ років. Середній індекс стресу усіх досліджуваних пацієнтів склав $156,64 \pm 0,05$, що в 1,04 раза вище за верхню межу норми (150). Індекс стресу в межах норми (50-150) був визначений у 78 пацієнток (53,06 %). Індекс стресу від 150 до 500 визначений у 69 пацієнток (46,93 %).

Практичні розрахунки виконані на основі формул представлені в додатку К.

3.3.3 Оцінювання варіабельності артеріального тиску за результатами його 24-годинного моніторингу

Метод тривалого моніторування АТ на сучасному етапі розвитку медицини є найбільш цінним інструментом в діагностиці, постійному контролі й профілактиці артеріальної гіпертензії. Внутрішньоартеріальний метод моніторування АТ, хоча і є найбільш точним, не застосовується зважаючи на його інвазивність і високий ризик розвитку важких ускладнень. Оптимальним є неінвазивний, атравматичний метод добового моніторування АТ з використанням аускультативного і / або осцилометричного механізму реєстрації артеріального тиску.

У першому випадку реєструються тони Короткова за допомогою мікрофона, розташованого під манжетою над плечовою артерією. Для отримання точних результатів при використанні аускультативного методу велике значення має вибір точки максимальної пульсації плечової артерії, що буває утруднено, наприклад у хворих з ожирінням.

У другому випадку оцінюються тонкі зміни тиску повітря в манжеті. Осцилометричний прилад технічно простіший і дешевший. Його застосування переважніше у хворих з гіперкінетичним типом кровообігу, у яких тони Короткова можуть визначатися до нульового тиску в манжеті, а також при

використанні в шумних приміщеннях. Існують монітори в яких використовуються обидва типи вимірювання [106].

Точність вимірювання артеріального тиску оцінюється за допомогою двох міжнародних стандартів. Це Американський національний стандарт для електронних або автоматичних сфігмоманометрів, розроблений "Association for the Advancement of Medical Instrumentation" (AAMI) і протокол, розроблений "British Hypertensive Society" (BHS) (Великобританія). У клінічній практиці рекомендується використовувати апарати, що відповідають хоча б одному з цих стандартів.

Станом на теперішній час не існує єдиної загально-прийнятої методики для аналізу і розрахунку результатів вимірювань при добовому моніторингу артеріального тиску (ДМАТ) [107].

При ДМАТ розраховуються наступні показники:

- Середній АТ (систоличний, діастолічний, пульсовий) за добу;
- Середньоденний (систоличний, діастолічний, пульсовий),
- Средненічний (систоличний, діастолічний, пульсовий),
- Індекси часу гіпертензії і гіпотензії (день і ніч),
- Варіабельність АТ протягом доби, у вигляді стандартного відключення (коефіцієнта варіації);
- Добовий індекс (день і ніч).

Індекс часу гіпертензії дозволяє оцінити час підвищення артеріального тиску протягом доби. Індекс часу перевищує 25% для систолічного артеріального тиску потрібно розглядати як патологічний. При лабільній формі артеріальної гіпертензії цей показник коливається від 25 до 50%, за умови стабільності перевищує 50%.

Добовий індекс дає уявлення про циркадність АТ протягом доби. Для більшості здорових вагітних жінок характерне нічне зниження АТ на 10-20% в порівнянні з денними показниками.

За часом добового індексу виділяють чотири групи пацієнтів.

1. Нормальне зниження АТ в нічний час (добовий індекс 10-20%), dippers.

2. Відсутність зниження АТ в нічний час (добовий індекс менше 10%) non – dippers.

3. Підвищене зниження артеріального тиску в нічний час (добовий індекс більше 20%), over – dippers.

4. Підйом АТ в нічний час (добовий індекс менш 0%) night – peakers.

За даними ДМАТ, можна діагностувати лабільні і стабільні форми артеріальної гіпертензії.

Критеріями лабільних форм артеріальної гіпертензії є:

- підвищення середніх значень САС і ДАТ від 90 до 95 перцентіля розподілів цих параметрів для відповідних ростових показників;

- підвищення вище нормативних значень індексу часу гіпертензії в денний і нічний час від 25 до 50%;

- підвищена варіабельність АТ.

Критеріями стабільних форм артеріальної гіпертензії є:

- підвищення середніх значень САС і ДАТ вище 95 перцентіля розподілів цих параметрів для відповідних ростових показників;

- підвищення вище нормативних значень індексу часу гіпертензії в денний і нічний час більше 50%.

Критеріями лабільних форм артеріальної гіпотензії є:

- зниження середніх значень САС і ДАТ нижче 5 перцентіля;

- коливання індексу часу в межах від 25% до 50%.

Критеріями стабільних форм артеріальної гіпотонії є:

- зниження середніх значень САС і ДАТ нижче 5 перцентіля;

- підвищення вище нормативних значень індексу часу понад 50%.

Показано, що не тільки абсолютні значення АТ, але і тривалість його підвищення протягом доби є важливим фактором ризику серцево-судинних ускладнень. З метою кількісної оцінки часу, протягом якого реєструється підвищений артеріальний тиск застосовується показник "blood pressure load" – "навантаження тиском". Однак більш вдалим представляється термін: "частка підвищеного артеріального тиску" (ЧПАТ) [116].

У прикладних програмах обробки результатів добового моніторингу артеріального тиску ЧПАТ оцінюється за індексом часу (ІЧ) гіпертензії - відсотку вимірювань, що перевищують нормальні показники артеріального тиску за 24 години і окремо для кожного часу доби. За різними даними ІЧ у здорових людей не повинен перевищувати 12-25%. При ІЧ більше 50% діагностується стабільна артеріальна гіпертензія. Аналогічно розраховується індекс часу гіпотензії.

Аналіз ЧПАТ незамінний при діагностиці АГ у осіб з високою варіабельністю АТ. При цьому середні величини АТ можуть залишатися нормальними. Показник ЧПАТ має високу прогностичну цінність і використовується при проведенні фармакологічних досліджень.

У хворих з більш високим рівнем артеріального тиску ІЧ гіпертензії наближається до 100% і втрачає свою інформативність. В даному випадку визначають індекс площі, який розраховують як площа фігури, обмеженої кривою підвищеного артеріального тиску і рівнем нормального артеріального тиску [108].

Для аналізу варіабельності використовуються наступні характеристики:

1. Коефіцієнт варіації

2. Перепад середніх рівнів АТ:

– циркадні коливання артеріального тиску (перепад «день-ніч», величина і швидкість ранкового підйому АТ);

– зміна АТ в різні дні;

– сезонні коливання артеріального тиску.

Найбільш часто варіабельність АТ розраховується як стандартне відхилення середньої величини (σ) за добу, день і ніч. Стандартне відхилення виражається в мм. рт. ст.

Коефіцієнт варіації розраховується за формулою:

$$\frac{\text{Стандартне відхилення АТ} \times 100\%}{\text{Середній АТ}} \quad (3.13)$$

У нормі у вагітних стандартне відхилення систолічного артеріального тиску за добу менше 15,2 мм. рт. ст., за день <15,5 мм. рт. ст., за нічний період <14,8 мм.

рт. ст. Для діастолічного АТ нормальні значення σ становлять відповідно за добу, день і ніч менш 12,3 мм. рт. ст., 13,3 мм. рт. ст., 11,3 мм. рт. ст.

Варіабельність АТ вважається підвищеною, якщо вона перевищує норму хоча б за один період часу. Для більшості хворих АГ характерна висока варіабельність АТ.

Величина ранкового підвищення АТ розраховується як різниця між максимальним і мінімальним АТ в період з 5 до 10 годин. Окремо для систолічного і діастолічного тиску.

Швидкість ранкового підвищення АТ обраховується за формулою:

$$\frac{(AT_{\text{макс.}} - AT_{\text{мін.}})}{T} \quad (3.14)$$

де T – час підвищення артеріального тиску від мінімального до максимального.

В експериментальних дослідженнях щодо 24-годинного добового моніторингу артеріального тиску було використано вітчизняний монітор артеріального тиску і частоти серцевих скорочень «ВАТ41-2» [109], який дозволяє визначати стан серцево-судинної системи вагітної і виявляти, при наявності, артеріальну гіпертензію і забезпечує контроль лікування пацієнтки та своєчасну, адекватну корекцію лікарем її поточного стану.

При розробці пристрою, використані новітні конструктивні рішення і програмні алгоритми, які дозволяють вимірювати артеріальний тиск і ЧСС під час накачування манжети, підтримуючи постійну швидкість накачування, незалежно від обсягу плеча пацієнта та типорозміру манжети. Це дозволяє припинити накачування повітря відразу після визначення систолічного тиску, що зменшує час вимірювання при коливаннях АТ у бік зменшення, особливо вночі, а також звільняє пацієнта від больових відчуттів при перекачуванні манжети.

Після закінчення вимірювання монітор відображає його результати на РКІ і записує їх в архів у Flash пам'яті, де вони зберігаються необмежений час. Після закінчення моніторингу результати можуть бути проаналізовані за допомогою клавіатури і РКІ самого пристрою, а також передані в ПК (використовуючи BlueTooth) для обробки, відповідно до методики МОЗ. Результати обробки

заносяться в базу даних, а також виводяться в табличній і графічній формах на екран монітора ПК і на принтер.

Аналіз отриманих даних на персональному комп'ютері дозволяє визначити стан серцево-судинної системи пацієнта. Центральний аортальний тиск (ЦАТ) корелює зі ступенем ремоделювання великих артерій. Дані про параметри ЦАТ сприяють більш ефективному підбору антигіпертензивної терапії. Крім того, доведено, що центральний систолічний тиск є незалежним предиктором ризику серцево-судинних ускладнень.

Показники жорсткості судин дозволяють виявляти ураження судин, а також додаткові патофізіологічні процеси, що відбуваються через ураження органів-мішеней. Швидкість поширення пульсової хвилі (ШППХ) в аорті (класичний маркер жорсткості судин) відображає стан артеріальної ригідності і величину м'язового тону судин.

Параметр важливий в діагностиці атеросклерозу аорти, гіпертонії, симптоматичній гіпертензії, аортальній недостатності, цукровому діабеті, виявляє облітерацію периферичних артерій, їх стенози, зменшення ударного об'єму [110].

Дослідження показують, що підвищення жорсткості аорти, що оцінюється за ступенем збільшення в ній ШППХ, є незалежним предиктором ризику серцево-судинних ускладнень. Використання вимірювача забезпечує контроль лікування пацієнта та дозволяє лікарю своєчасно вносити корективи в лікувальну терапію за такими виміряними параметрами:

- швидкість поширення пульсової хвилі в аорті (PWV_{ao}).
- час поширення пульсової хвилі (RT).
- систолічний тиск у плечовій артерії і аорті (BP_{sys}).
- діастолічний тиск у плечовій артерії і аорті (BP_{dia}).
- середній тиск у плечовій артерії і аорті (MAP).
- пульсовий тиск у плечовій артерії і аорті (PP).
- тривалість періоду вигнання лівого шлуночка (ED).
- індекси аугментації в плечовій артерії і аорті (A_{ix}).
- індекс ефективності субендокардіального кровотоку (SEVR).

- систолічний індекс площі (SAI).
- діастолічний індекс площі (DAI).

Розрахунки параметрів артеріального тиску при ДМАТ для групи вагітних з гестозом наведені в додатку Л.

У дослідженні брали участь 147 вагітних жінок, які знаходились на стаціонарному лікуванні. Вік досліджуваних був від 17 до 43 років. Середній вік усіх пацієнтів склав $27,83 \pm 0,05$ років. Середній коефіцієнт варіації АТ усіх досліджуваних пацієток склав 14,07. Середній коефіцієнт варіації АТ в межах норми ($<15,2$ мм. рт. ст.) був визначений у 99 пацієток (67,3 %). Середній коефіцієнт варіації АТ більше норми ($>15,2$ мм. рт. ст.) був визначений у 48 пацієток (32,7 %).

Технічні характеристики монітору «ВАТ41-2», складової системи експрес-діагностики гестозу вагітних:

1. Діапазон вимірювання тиску – від 20 до 280 мм рт. ст.
2. Діапазон вимірювань ЧСС – від 30 до 180 ударів в хвилину.
3. Межі абсолютної похибки при вимірюванні тиску – ± 3 мм рт. ст.
4. Межі відносної похибки при вимірюванні ЧСС – $\pm 5\%$ від вимірюваної частоти, ударів в хвилину.
5. Напруга внутрішнього джерела живлення, що складається з двох елементів живлення типу ААА – від 3,2 В до 2,0 В.
6. Струм, споживаний вимірником від джерела живлення, не перевищує – 500 мА при накачуванні повітря, 1 мА в режимі індикації поточного часу.
7. Напруга спрацьовування індикатора розряду батареї живлення – $(2,0 \pm 0,05)$ В.
8. Кількість вимірювань, результати яких зберігаються в пам'яті – не менше ніж 600 вимірювань
9. Тривалість добового моніторування – до 72 годин.
10. Інтерфейс передачі даних до ПК – безпроводний.
11. Діапазон робочих температур експлуатації приладу – від 10 до 35 °С
12. Відносна вологість – 30-85%.

13. Габаритні розміри електронного блоку – 92 на 51 на 24 мм.

14. Маса електронного блоку з батареєю живлення – не більше 0,120 кг.

15. Середній термін служби – 7 років.

У проміжках між вимірами прилад працює в режимі індикації поточного часу, а також є вбудований будильник.

3.4 Оцінювання похибок в системі експрес-діагностики гестозу вагітних

Раніше відзначалос, що пульсова хвиля є одним з показників, які вносять похибки в роботу системи експрес-діагностики гестозу вагітних. Якість роботи ФПГ та ефективність його використання у медичній практиці визначаються їх технічними та експлуатаційними характеристиками, до яких належать:

- похибка інструментальних вимірів;
- якість електроживлення;
- час встановлення робочого режиму.
- імовірність безвідмовної роботи і середній термін служби;
- можливість встановлення верхньої і нижньої межі критичних значень вимірюваних параметрів;
- наявність звукової та візуальної сигналізації критичних ситуацій при вимірах;
- тривалість енергонезалежного режиму роботи;
- можливість передачі накопиченої інформації в комп'ютер або в телеметричну систему [111];

Оцінку якості роботи фотоплетизмографа виконаємо за критеріями серед яких одним з основних визначимо вартість приладу, що розглядається як комплексний показник, що відображає науково-технічний, експлуатаційний і соціальний рівень розробленого приладу.

Критерій якості в загальному випадку можна представити нелінійною функцією різних параметрів P_1, P_2, \dots, P_n і у вигляді ряду Тейлора:

$$\begin{aligned}
F_k(P_1, P_2, \dots, P_n) = & F_k(P_{10}, P_{20}, \dots, P_{n0}) + \sum_{i=1}^n \frac{\partial F_k}{\partial P_i} \Big|_{(P_{10}, P_{20}, \dots, P_{n0})} (P_i - P_{i0}) + \\
& + \frac{1}{2!} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{\partial^2 F_k}{\partial P_i \partial P_j} \Big|_{(P_{10}, P_{20}, \dots, P_{n0})} (P_i - P_{i0})(P_j - P_{j0}) + \dots + R_m(P_{10}, P_{20}, \dots, P_{n0}),
\end{aligned} \tag{3.15}$$

де $P_{10}, P_{20}, \dots, P_{n0}$ – параметри в початковій точці покращення характеристик ПНК, а саме - параметрів приладів, з якими проводиться порівняння;

$R_m(P_{10}, P_{20}, \dots, P_{n0})$ – залишковий член, який для похідних, більших n , дорівнює нулю.

Критерієм якості при розробленні ПНК будемо використовувати різницевий критерій з обмеженням до других похідних:

$$\begin{aligned}
\Delta F_k = & F_k(P_1, P_2, \dots, P_n) - F_k(P_{10}, P_{20}, \dots, P_{n0}) = \\
= & \sum_{i=1}^n \frac{\partial F_k}{\partial P_i} \Big|_{(P_{10}, P_{20}, \dots, P_{n0})} (P_i - P_{i0}) + \\
& + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{\partial^2 F_k}{\partial P_i \partial P_j} \Big|_{(P_{10}, P_{20}, \dots, P_{n0})} (P_i - P_{i0})(P_j - P_{j0}).
\end{aligned} \tag{3.16}$$

В зазначеному критерії будемо використовувати градієнти зміни показника якості та їх похідні за різними технічними параметрами.

Прилади неінвазивного дослідження показників гемодинаміки відносяться до типу спектральних приладів. Тому склад цих приладів, принцип роботи і методи обробки електричних сигналів в чому відповідають класичним спектральним приладів.

Особливістю, технічних рішень що пропонує є зміна оптичної частини та програмного забезпечення для виконання математичних розрахунків. З метою підвищення апаратної точності вимірювання необхідно забезпечити заходи калібрування електронно-оптичного каналу та вдосконалювати якість обробки сигналу [112].

Функція тестування полягає у перевірці працездатності приладу, якості роботи оптичного вузла, правильного підключення датчика, проведення спектральних тестів.

Функція стабілізації електронно-оптичного каналу полягає в забезпеченні кліматичної стійкості, перевірці працездатності приладу на еталонному об'єкті (фантомі), застосуванні модуляції світлових сигналів з наступною синхронною демодуляцією електричних сигналів і ін [113].

Підвищення відношення сигнал/шум досягається загальними відомими прийомами такого призначення. Для цього використовується частотна фільтрація електричного сигналу, компенсація частотних спотворень сигналу в каналі посилення, придушення зовнішніх перешкод і оптичних засвічень, накопичення і автоматичне регулювання посилення, нелінійне посилення і адаптивна фільтрація і т.п.

Подальша обробка вимірювальної інформації звичайно здійснюється в цифровій формі. Першим етапом тут є аналого-цифрове перетворення. Головним чинником, що впливає на точність отримання результату вимірювання є розрядність АЦП. За відсутності, логарифмування сигналу кількість розрядів АЦП може досягати 16 і навіть 24.

Частота дискретизації за критерієм Найквіста при допустимій похибці обчислень порядку 0.1% і максимальній частоті сигналу 150-200 Гц може складати 2-10 кГц. Цифрова обробка сигналів полягає в цифровій фільтрації, реалізації алгоритмів статистичної регуляризації, використанні методів розпізнавання та інших математичних методів обробки оцифрованих сигналів.

Висновки до розділу 3

1. Структурно-функціональну організацію і розроблення системи експрес-діагностики виконано у вигляді структурованої сукупності медичного та апаратно-програмного комплексів, що забезпечило мінімізацію інформативних діагностичних параметрів для діагностики стану вагітної з гестозом і персоналізований вибір адекватної тактики лікування та медикаментозної терапії.

2. Розроблення апаратно-програмного комплексу створило апаратний базис у вигляді сукупності блоків: інтерфейсу користувача, ведення історії хвороби, формування стратегії лікування, призначення медикаментів, оцінювання стану пацієнта для програмного середовища, адаптованого до Windows, з відповідним графічним інтерфейсом і базою даних під керуванням СУБД MySQL.

3. Розроблення і практична реалізація фотоплетизмографа забезпечили об'єктивне оцінювання порожнин і клапанів серця вагітної, реєстрацію пульсової хвилі і визначення типу гемодинаміки, що дозволило визначати та оцінювати будь-які зміни і порушення фотоплацентарного кровообігу за формою зареєстрованої фотоплетизмограми.

4. Запропоновано підхід до оцінювання стану гемодинаміки і ступеня напруженості регуляторних систем, який є одним із основних критеріїв оцінювання стану вагітних з гестозом, як відповідь на будь-який стресовий вплив симпато-адреналової системи та оцінюється за варіабельністю серцевого ритму індексом напруги регуляторних систем або стрес-індексом

$$I_n = AM_o / 2M_o \times M_x DM_n.$$

5. Оцінювання стану вагітних з гестозом, особливо, на пізніх стадіях, за допомогою методу добового моніторингу артеріального тиску забезпечило можливість своєчасно виявляти у зазначених хворих (приріст до 2%) специфічну тривожну реакцію на вимір АТ (синдром «гіпертензія на білий халат»), яка характеризується значеннями АТ в нормі за даними добового моніторингу і завищеними (до 35 %) цифрами АТ, який вимірюється традиційним способом і для нашої вибірки дорівнює 31,2%.

РОЗДІЛ 4

АНАЛІЗ І ОБРОБКА ДІАГНОСТИЧНИХ ДАНИХ ПРИ ОБСТЕЖЕННІ ВАГІТНИХ

4.1 Оцінювання ефективності та інформативності впровадження системи експрес-діагностики вагітних з гестозом

В останні роки все частіше виникають питання оцінювання ефективності розроблених медичної апаратури, систем і технологій та аналогічного оцінювання якості і ефективності медичної допомоги, що надається за участі зазначених апаратно-програмних засобів єдиними, зрозумілими та адекватними для обох сторін показниками. Нажаль, повного вирішення проблеми поки що не має, але мають місце проміжні методики і підходи щодо вироблення єдиного показника або їх мінімальної сукупності. Один із таких підходів, який на протязі останніх 5-ти років успішно застосовується розробниками і медичним персоналом щодо розробок медичних систем, приладів і технологій, виконаних в наукових школах професорів Злепка С.М. і Павлова С.В. (м. Вінниця), є методика, яка розроблена під їх керівництвом і яку вирішено застосувати в даній дисертаційній роботі за умови, що вона буде доповнена і доопрацьована в частині оцінювання систем і методів експрес-діагностики вагітних з екстрагенітальною патологією.

4.1.1 Загальні положення

Введемо поняття «ефективність в охороні здоров'я», під яким будемо розуміти відношення результатів медичної та економічної діяльності, представлених визначеними показниками відносно до фактичних витрат. При цьому поняття «ефективність медичної допомоги» не слід отожднювати із загальновизначеною в матеріальному виробництві категорією ефективності. Специфіка охорони здоров'я полягає в тому, що навіть при наданні ефективної медичної допомоги та застосуванні надсучаснішого медичного обладнання,

можна отримати нульовий і навіть негативний результат (відсутність позитивної динаміки у стані хворого або летальний випадок).

Сьогодні розрахунок показників ефективності охорони здоров'я здійснюється за напрямками, які наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1. – Напрями розрахунку показників ефективності охорони здоров'я

За видом ефективності	– медична – соціальна – економічна
За рівнем	– рівень роботи лікаря – рівень роботи підрозділів – рівень роботи ЗОЗ – рівень роботи галузі охорони здоров'я
За етапом або розділами роботи	– на етапі попередження захворювання – на етапі лікування захворювання – на етапі реабілітації
За обсягом роботи	– ефективність лікувально-профілактичних заходів – ефективність медико-соціальних програм
За витратами	– за витратами суспільної праці – сумарний показник за витратами живої і суспільної праці
За формами показників	– нормативні показники здоров'я населення – показники витрат праці – вартісні показники
За способом вимірювання результатів	– завдяки зниженню втрат ресурсів – завдяки економії ресурсів – завдяки додатково отриманому результату – інтегрований показник, який враховує всі результати

Якісною вважається медична допомога, яка відповідає стандартам медичних технологій, при умові відсутності ускладнень, що виникають в результаті лікування і досягненні задоволеності пацієнта (Європейське регіональне бюро ВООЗ, 1992).

При цьому, якість медичної допомоги визначається як сукупність характеристик, що підтверджують відповідність наданої допомоги наявним потребам пацієнта, його оцінюванням, сучасному рівню медичної науки і технології [114].

4.1.2 Оцінка ефективності апаратних засобів системи експрес-діагностики вагітних з гестозом

Особливістю даної методики є те, що в ряді випадків термін «економічний ефект» змінюється на «економічний збиток», як більш інформативний та ефективний, що більш реально відображає економічні переваги нового прилада або системи.

«Економічний збиток», за аналогією з [115] визначається за формулою

$$Зб = I \cdot (1 - K_e), \quad (4.1)$$

де $Зб$ – економічний збиток;

I – обсяг інвестицій, що вкладені в дану розробку;

K_e – коефіцієнт економічної ефективності від використання апаратних засобів і системи.

$$K_{AZ} = \frac{N_i \times t_{cp}}{N_{\Sigma} \times t_{pd}}, \quad (4.2)$$

де K_{AZ} – коефіцієнт ефективності АЗ;

N_i – загальна кількість АЗ, які задіяні в даному конкретному дослідженні;

t_{cp} – середній час використання цих АЗ;

N_{Σ} – загальна кількість АЗ, що входять до складу системи експрес-діагностики;

t_{pd} – тривалість робочого дня.

Основну частину АЗ, як правило, складають засоби обчислювальної техніки, що дозволяє ввести додаткові показники ефективності її застосування [116].

Коефіцієнт навантаження ПК можна визначити за допомогою:

$$K_H^{ПК} = \frac{N_i}{N_{\Sigma}} \times K_{pf}, \quad (4.3)$$

де $K_{p\phi}$ – коефіцієнт реалізованих на даному ПК числа функцій, властивих системі експрес-діагностики, причому:

$$K_{p\phi} = K_{\phi} / K_{nl}, \quad (4.4)$$

де K_{ϕ} – кількість фактично реалізованих за допомогою даного АЗ функцій;
 K_{nl} – загальна кількість запланованих функцій.

Тоді коефіцієнт витрат на поточну експлуатацію АЗ складає:

$$K_{AZ}^E = B_y / C_{oc}, \quad (4.5)$$

де: B_y – витрати на утримання АЗ;

C_{oc} – остаточна вартість АЗ.

4.1.3 Визначення інтегрального критерію ефективності системи експрес-діагностики вагітних з гестозом

Найбільш інформативними та адекватними були визначені такі одиничні критерії (представлені, як правило, у відносних одиницях в діапазоні 0-1):

$V_{МП}$ – обсяг наданої медичної допомоги;

E – економічність;

E_g – ефективність діяльності системи експрес-діагностики вагітних з гестозом;

$Z_{МП}$ – задоволеність якістю отриманої медичної допомоги;

$Y_{МП}$ – якість наданої медичної допомоги;

P – результативність роботи системи експрес-діагностики;

D – достовірність результатів.

Для визначення вагових коефіцієнтів одиничних критеріїв з подальшим їх об'єднанням до єдиного інтегрального критерію ефективності та якості

скористаємося методом безпосереднього визначення усереднених експертних оцінок вагових коефіцієнтів при наявності декількох експертів. Використаємо спрощений варіант, при якому маємо m – експертів і n – одиничних критеріїв, а оцінку, що виставляє i -й експерт j -му критерію, позначимо через C_{ij} , де $i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n$.

Експертна оцінка дорівнює:

$$a_i = \sum_{k=1}^k C_{ij} / m_i, \quad (4.6)$$

Маштабована оцінка дорівнює:

$$A_i = C_{ij} / \sum_{k=1}^k C_{ij} \quad (4.7)$$

де k – кількість оцінок.

Тоді остаточні значення вагових коефіцієнтів a_{ij} обчислюють за кожним одиничним критерієм шляхом усереднення нормованих оцінок всіх m -експертів, що прийняли участь в оцінюванні [117].

Тоді, з урахуванням вагових коефіцієнтів, формули для розрахунку критеріїв приймають вигляд:

$$V_{МП} = a_{V_{МП}} \times K_{\phi o} / K_{зан}, \quad (4.8)$$

де $K_{\phi o}$ – кількість фактично обстежених хворих;

$K_{зан}$ – кількість запланованих на обстеження хворих.

$$E_g = a_g (V_{МП} + E), \quad (4.9)$$

при $E_g > 1$ – діяльність системи ефективна;

$E_g < 1$ – діяльність неефективна, $E_g = 0,91$.

$$З_{МП} = a_{З_{МП}} \frac{K_{опит}^+}{K_{опит}} = 0,74, \quad (4.10)$$

де $K_{опит}^+$ – кількість хворих, що дали позитивну відповідь;

$K_{опит}$ – загальна кількість опитаних.

$$Я_{МП} = a_{Я_{МП}} \frac{K_{ном}}{K_{фо}} = 0,77, \quad (4.11)$$

де $K_{ном}$ – кількість хворих, в лікуванні яких виявлені помилки.

$$P = a_p \frac{K_{рез}}{K_{фо}} = 0,79, \quad (4.12)$$

де $K_{рез}$ – кількість хворих, у яких було досягнуто 100% позитивний результат в лікуванні.

Таким чином, $K_p = P + Я_{МП} = 0,79 + 0,77 = 1,56$.

Інтегральний критерій оцінки ефективності роботи системи експрес-діагностики та якості медичної допомоги $IK_{еф}$ можна знайти за формулою:

$$IK_{еф} = E_d \cdot З_{МП} \cdot K_p \quad (4.13)$$

В формулі (4.13) враховані показники, які відображають ефективність медичної допомоги.

4.1.4 Оцінювання інформативності системи експрес-діагностики вагітних з гестозом за критеріями доказової медицини

Поставити діагноз в медицині можна лише тоді, коли отримані та оцінені деякі ознаки, що властиві даному біооб'єкту (пацієнту). Такі ознаки отримали назву інформативних, а рівень їх інформативності оцінюється за допомогою

критерію інформативності, який означає наскільки дана ознака характеризує психофізичний (функціональний) стан пацієнта, тобто – наскільки від цієї ознаки залежить точність і достовірність діагнозу. Існує два підходи до оцінювання інформативності [118] – енергетичний та інформаційний, причому, останній отримав найбільше розповсюдження, відповідно до якого інформація ознаки розглядається як достовірна відмінність між класами образів в просторі ознак. Оцінювання інформативних ознак здійснюється як правило трьома основними методами: накопичених частот, Шеннона і Кульбака [119].

В дисертаційній роботі застосовується метод Кульбака, відповідно до якого в якості оцінки інформативності використовують міру розходження між двома класами, тобто дивіргенцію Кульбака:

$$I_{(x)} = \sum_{i=1}^G [P_{i1} - P_{i2}] \log_2 \frac{P_{i1}}{P_{i2}}, \quad (4.14)$$

де G – число градацій ознаки;

P_{i1} – ймовірність появи i -ої градації в 1-му класі.

$$P_{i1} = \frac{m_{i1}}{\sum_{k=1}^k m_{i1}}, \quad (4.15)$$

де m_{i1} – частота появи i -ї градації в 1-му класі;

Позначимо через P_{i2} – ймовірність появи i -ої градації в 2-му класі.

$$P_{i2} = \frac{m_{i2}}{\sum_{k=1}^k m_{i2}}, \quad (4.16)$$

де m_{i2} – частота появи i -ї градації в 2-му класі.

Доказова медицина використовує дві найважливіші характеристики, які отримали назву операційних: чутливість (S_e , sensitivity) і специфічність (S_p , specificity)

Чутливість (S_e) – це здатність діагностичного методу давати правильний результат, який визначається як частка істинно позитивних результатів серед всіх проведених досліджень.

Визначається за формулою:

$$S_e = \frac{TP}{TP + FN} \times 100\%, \quad (4.17)$$

де TP – істинно позитивні результати обстеження;

FN – хибно негативні результати обстеження.

Специфічність (S_p) – це здатність діагностичного методу не давати при відсутності захворювання хибнопозитивних результатів, який визначається як частка істинно негативних результатів серед здорових осіб в групі досліджуваних. Даний показник визначається за формулою:

$$S_p = \frac{TN}{TN + FP} \times 100\%, \quad (4.18)$$

де TN – істинно негативні результати обстеження;

FP – хибно позитивні результати обстеження.

Позначимо через PVP – прогностичність позитивного результату, що означає пропорцію істинно-позитивних результатів серед усіх позитивних результатів. Даний показник визначається за формулою:

$$PVP = \frac{TP}{TP + FP} \times 100\%. \quad (4.19)$$

Позначимо через PVN – прогностичність негативного результату, що означає пропорцію істинно негативних результатів серед усіх негативних результатів [120]. Даний показник визначається за формулою:

$$PVN = \frac{TN}{TN + FN} \times 100\%. \quad (4.20)$$

Прогностичність негативного результату, також може бути використано в якості критерія оцінювання запропонованного підходу до оцінювання стану гемодинаміки та ступеня напруженості регуляторних систем.

4.2 Порівняльний аналіз розробленої системи експрес-діагностики та існуючих аналогів

Проведення порівняльного аналізу будь-якої нової розробки з існуючими, завжди викликає певні труднощі, які зумовлені наявністю великої кількості різноманітних за своєю природою показників або критеріїв, вимірюваних в різних шкальних діапазонах, і таких, що мають різне функціональне призначення; представлених в кількісній або якісній інтерпретаціях; в нормованому або маштабованому вигляді тощо. З іншого боку: далеко не всі фірми-розробники дають в своїх рекламних матеріалах достатню кількість інформації, яку можна використати для проведення порівняння.

Досвід останніх років свідчить, що максимально повну картину порівняльного аналізу можна отримати, якщо використовувати декілька груп критеріїв, об'єднаних за функціональною ознакою і таких, що дозволяють порівняти технічну, медичну, соціальну та економічну складові приладів і систем.

Виходячи з вище наведеного, було обрано для порівняння такі інформаційні системи і комплекси: «Доктор Елекс» (Україна), «Архімед» (Росія), АРМ лікаря-гінеколога (Україна), АРМ лікаря-акушера (Литва), «Вітакор-перинатальна медицина» (Росія). Практично кожна із наведених систем є багатофункціональною і багатозадачною, а система експрес-діагностики вагітних

з гестозом – вузькоспеціалізованою, то їх порівняння здійснювалося тільки в межах відповідного лікувально-діагностичного процесу вагітних з гестозом, тактики їх ведення та оцінювання. Було обрано три групи критеріїв: загального призначення, які відображають взаємодію медичного персоналу, системи і пацієнтів; техніко-технологічні та інформаційного розвитку. До решти увійшли: час обстеження пацієнта, % від нормованого; пропускна здатність, %; кількість скарг пацієнтів на якість медичного обслуговування і наданої допомоги, % від загальної кількості обстежених; кількість лікарських помилок (неточних діагнозів, медикаментозних призначень), % від загальної кількості обстежених.

Друга група – це технічно-експлуатаційні показники (критерії): час підготовки до роботи, хв.; критерій оцінювання функціональної повноти; коефіцієнт ефективності і використання апаратних засобів; коефіцієнт навантаження АЗ; захист від несанкціонованого доступу. І третя група – критерії інноваційного розвитку: актуальність, інноваційний потенціал, потенціальна користь, перспективність, реалізуємість.

Отримані результати апробації і клінічного впровадження розробленої системи експрес-діагностики вагітних з гестозом, проведений порівняльний аналіз показали достовірне підтвердження покращення якості життя вагітних, зменшення кількості ускладнень та їх тяжкості, високу адаптивність і надійність роботи системи. Клінічна сторона роботи, точніше її високий рівень підтверджені відповідними рівнями специфічності і чутливості, які, в свою чергу, адекватно відобразили цілісність і завершеність системи експрес-діагностики вагітних з гестозом, що характеризується механізмами самоадаптації і здатністю оцінювання та ефективного управління лікувально-діагностичним процесом.

Результати апробації і впровадження (табл. 4.2) підтвердили правильність принципів розроблення та супроводження системи експрес-діагностики вагітних з гестозом, її схемотехнічних і програмних рішень. Запропонована система експрес-діагностики вагітних з гестозом, як видно у табл. 4.2, за основними критеріями оцінки не гірше, а по деяким критеріям краще порівняно з медичними системами, які отримали визнання лікарів медичної практики.

Таблиця 4.2 – Порівняльна таблиця ефективності застосування системи експрес-діагностики вагітних з гестозом з медичними системами, які отримали визнання лікарів медичної практики

Система	Критерії загального призначення				Техніко-технологічні показники					Критерії інноваційного розвитку				
	Час обстеження пацієнта, хвилини	Пропускна здатність, %	Кількість скарг на якість медичної, допомоги (ЯМД), %	Кількість лікарських помилок, %	Час підготовки до роботи, хвилини	Критерій оцінюванн функціональної повноти	Коефіцієнт ефективності використання апаратних засобів	Коефіцієнт навантаження апаратних засобів	Захист від несанкціонованого доступу	Актуальність	Інноваційний потенціал	Потенціальна користь	Перспективність	Реалізуємість
1. Система експрес-діагностики вагітних з гестозом (Україна)	10-12	100	2-4	1	2-3	0,9	0,94	0,99	+	1	1	1	1	1
2. «Доктор Елекс» (Україна)	14-17	90	8-12	3-5	2-3	0,92	0,89	0,9	+	1	0,95	1	1	1
3. «АРХІМЕД» (Росія)	13-16	89	10-11	4-8	2-3	0,88	0,84	0,91	+	0,8	0,9	1	0,96	1
4. АРМ лікаря-гінеколога (Україна)	13-14	80	10-12	4-5	1-3	0,9	0,83	0,98	+	1	0,93	1	0,99	1
5. АРМ лікаря-акушера (Литва)	12-14	82	6-8	3-4	1-4	0,9	0,97	0,99	+	1	0,95	1	0,98	1
6. «Вітакор-перинатальна медицина» (Росія)	14-17	79	10-14	10-11	2-4	0,89	0,81	0,89	+	0,92	0,94	1	0,92	0,99

Висновки до розділу 4

1. Розглянуто сучасні методи формування критичної оцінки ефективності застосування діагностичних систем. Для оцінки запропонованої системи було використано: критерій оцінювання функціональної повноти, коефіцієнт ефективності використання апаратних засобів та коефіцієнт навантаження апаратних засобів.

2. Запропонований для оцінювання критерій «економічного збитку», більш повно та адекватно відображає реальний стан справ, ніж критерій «економічна ефективність».

3. Результати апробації і клінічного впровадження системи експрес-діагностики вагітних з гестозом визначили показники покращення якості життя, зменшення кількості ускладнень та їх тяжкості, які у сукупності з критеріями специфічності і чутливості адекватно підтвердили цінність і завершеність системи експрес-діагностики вагітних з гестозом.

4. Підтверджено результатами розрахунків та експериментальних досліджень, що чутливість і специфічність є незалежними від частоти захворювань, а прогностичність, і позитивна і негативна – напряму пов'язані з вірогідністю конкретного захворювання, причому: чим вище вірогідність захворювання, тим вище і прогностична цінність позитивного результату і навпаки: чим вище чутливість, тим вище прогностична цінність його негативного результату.

ВИСНОВКИ

1. Запропоновано новий підхід до організації скринінгового супроводження вагітних з гестозом і додатковою патологією ССС, який спрямовано на зниження кількості і частоти виникнення несприятливих наслідків та можливих ускладнень стану вагітної, що досягнуто за умови комплексного використання інтегральних показників гемодинаміки і чисельних методів оцінювання її параметрів.

2. Показано, що застосування методу визначення ступеня важкості гестозу вагітних на основі математичного апарату штучних нейронних мереж, в якості одного із основних інструментів прийняття рішень лікарем – фахівцем в умовах відсутності точних моделей реальних процесів та явищ, забезпечує адекватність та ефективність визначення типу патогенетичного варіанту порушень системного кровообігу і, відповідно, ступеня важкості гестозу.

3. Доведено, що застосування розробленої нейронної мережі для класифікації вагітних з патологією ССС на рівні 92,3% буде достатньо, лише за умови її спільного використання з побудованою нейро-нечіткою моделлю діагностики гестозу і визначення типу гемодинаміки вагітної, що дозволяє забезпечити персоналізовану тактику лікування та індивідуально підібрану терапію і постійний контроль за їх дотриманням.

4. Проведені дослідження зв'язку між параметрами, що характеризують стан серцево-судинної системи, виявили, що існуючий між систолічним тиском та ударним об'ємом прямий кореляційний зв'язок ($r_{xy} = 0.66$, $p < 0.001$); за t-критерієм $t = 7.04 < t_{0.01} = 1.99$ кореляційний зв'язок слід вважати значимим ($p > 0.05$); за коефіцієнтом детермінації $R = 44.40\%$ модель можна вважати інформативною. Таким чином, число спостережень в експерименті виявилось сповна достатнім для побудови інформаційно здатної ($R = 0.44$) статистично значимої ($p < 0.001$) моделі. Зв'язок між іншими показниками має малоінформативний характер, що ускладнює формування діагнозу. Показано,

що застосування стохастичного підходу до аналізу гемодинамічних параметрів і визначення математичних співвідношень дозволяє чисельними методами з'ясувати, які з цих параметрів вийшли за межі діапазонів «норми», але цього недостатньо, щоб на етапах первинного моніторингу отримати обсяг інформації, необхідний для якісної діагностики стану гемодинаміки вагітної.

5. Структурно-функціональна організація системи експрес-діагностики виконано у вигляді структурованої сукупності медичного та апаратно-програмного комплексів. Це забезпечило мінімізацію інформативних діагностичних параметрів для діагностики стану вагітної з гестозом та персоніфікований вибір адекватної тактики лікування і медикаментозної терапії.

6. Розроблено апаратно-програмний комплекс у вигляді сукупності блоків: інтерфейсу користувача, ведення історії хвороби, формування стратегії лікування, призначення медикаментів, оцінювання стану пацієнта для програмного середовища, адаптованого до Windows, з відповідним графічним інтерфейсом і базою даних під керуванням СУБД MySQL.

7. Розроблений фотоплетизмограф забезпечує об'єктивне оцінювання шлуночків і клапанів серця вагітної, реєстрацію пульсової хвилі і визначення типу гемодинаміки, що дозволило визначати та оцінювати будь-які зміни та порушення плацентарного кровообігу за формою зареєстрованої фотоплетизмограми.

8. Запропоновано підхід до оцінювання стану гемодинаміки та ступеня напруженості регуляторних систем. Одним із основних критеріїв оцінювання стану вагітних з гестозом, як до відповіді на будь-який стресовий вплив симпато-адреналової системи, який оцінюється за варіабельністю серцевого ритму індексом напруги регуляторних систем або стрес-індексом.

9. Оцінювання стану вагітних з гестозом, особливо, на пізніх стадіях, за допомогою запропонованого методу добового моніторування артеріального тиску дало можливість своєчасно виявляти у зазначених хворих (приріст до

2%) специфічну тривожну реакцію на вимір АТ (синдром «гіпертензія на білий халат»), яка характеризується значеннями АТ в нормі за даними добового моніторування і завищеними (до 35 %) цифрами АТ, який вимірюється традиційним способом і для нашої вибірки дорівнює 31,2%.

10. Результатами розрахунків та експериментальних досліджень підтверджено, що чутливість і специфічність є незалежними від частоти захворювань, а прогностичність, і позитивна і негативна – напрямку пов'язані з вірогідністю конкретного захворювання, причому: чим вище вірогідність захворювання, тим вище і прогностична цінність позитивного результату і навпаки: чим вище чутливість, тим вище прогностична цінність його негативного результату.

11. Результати дисертаційної роботи, а саме, система експрес-діагностики гестозу впроваджено в пологовому будинку №7 м. Харкова, а також використовуються в навчальному процесі при викладанні дисциплін «Методи обробки біомедичних зображень» і «Методи обробки біомедичних сигналів і даних» на кафедрі біомедичної інженерії ХНУРЕ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Грищенко В.І., Щербина М.О. Акушерство і гінекологія. Підручник для лікарів-інтернів. Харків: Основа, 2011. 427с.
2. Силиберто К.Ф., Маркс Г.Ф. Физиологические изменения, связанные с беременностью: пер.с англ. М.: Мир, 1996. – 284с.
3. Алабугина И.Г., Пекарев О.Д., Лузан О.Г. Особенности крово- и лимфообращения при физиологически протекающей беременности. Сб. трудов *Клинические исследования*. 2006. №2. С. 3-6.
4. Елисеев О.М. Современная концепция лечения артериальных гипертоний у беременных. *Терапевтический Архив*. 1998. №9. С.29-35.
5. Зильбер А.П., Шифман Е.М. Акушерство глазами анестезиолога. Петрозаводск, 1997. 397с.
6. Клинические рекомендации европейского общества кардиологов. Москва, 2008. 186 С.
7. Климова Л.Е., Осипова Л.Е., Севостьянова О.Ю. Особенности течения беременности и перинатальная патология у женщин с врожденными пороками сердца. *Уральский медицинский журнал*. 2008. № 12. С. 11-14.
8. Линева О.И., Сивочалова О.В., Гаврилова Л.В. Физиологическое акушерство: учеб. для студ. сред. проф. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2013. 304 с.
9. Мустецов Н.П., Дацок О.М., Красникова С.А. Особенности функционирования и оценка состояния системы «мать-плацента-плод». *11-а Міжнародна науково-технічна конференція “Проблеми інформатики та моделювання”*: тези доп. (м. Харків - м. Ялта, 26-28 вересня 2011 р.). Харків: НТУ ХП, 2011. С.36.
10. Липатов И.С. Патогенез, диагностика и профилактика сосудистых нарушений на раннем этапе формирования патологической беременности: Автореф. дисс. д-ра мед. наук: 14.00.01. Москва. 1996. – 46 с.

11. Виноградова Т.Е. Инструментальные методы исследования сердечно-сосудистой системы: справочник. М.: Медицина, 1986. 416с.
12. Поль Д.Уайт. Ключи к диагностике и лечению болезней сердца: пер.с англ. М.: Медицинская литература, 2002. 190 с.
13. Аржанова О.Н. Нарушение механизмов адаптации при гестозе и методы их коррекции. *Вестник Российской ассоциации акушеров-гинекологов*. 1997. №4. С.48–49.
14. Орлова В.С., Борзенкова О.С., Логунова С.А. Исходы беременности осложнённой гестозом. *Материалы VI Российского форума: Мать и дитя*. М., 2004. С. 151–152.
15. Сидорова И. С., Макаров И. О., Блузов А. А. Биофизический профиль плода при гестозе. *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. 1999. Т.44. №1. С. 14-20.
16. Кустаров В.Н., Линде В.А. Гестоз. СПб., 2000. 164 с.
17. Назарова І.Б., Самойленко В.Б, Муштенко Н.П., Шембелєв І.Г. Патологічне і оперативне акушерство: підручник за ред. П.М. Баскакова. К.: ВСВ «Медицина», 2012. 520 с.
18. Красникова С.А. Анализ влияния изменений гемодинамических параметров на давление малого круга кровообращения при беременности. *Конференція з міжнародною участю «Медична та біологічна інформатика та кібернетика: віхи розвитку»*: (м. Київ, 20-23 квітня 2011 р.). Київ: НМАПО імені П.Л. Шупіка, 2011. С.87.
19. Степанківська О. В., Щербина. М.О. Гінекологія: підручник. К.: Медицина, 2013. 432 с.
20. Елисеев О.М. Болезни сердца и сосудов у беременных *Беременность. Диагностика и лечение болезней сердца, сосудов и почек*. 1997. С. 151-154.
21. Маколкин В.И. Общие принципы диагностики приобретенных пороков сердца. *Болезни сердца и сосудов*. 2009. № 2. С. 23-28.

22. Шехтман М. М. Руководство по экстрагенитальной патологии у беременных. Москва: «Триада-Х», 2011 г. С.568
23. Грищенко В. И., Щербина Н. А., Липко О. П., Моргулян В. Б., Козуб Н. И. Течение беременности и родов при экстрагенитальных заболеваниях. Харьков. 1992. 191 с.
24. Жарких А. В., Сюсюка В. Г., Плотник В. А. Беременность и экстрагенитальная патология: учеб. пособие для студентов и врачей-интернов. Запорожье: ЗГМУ, 2014. 76 с.
25. Медведь В.И. Экстрагенитальная патология беременных: попытка количественной оценки значимости. *Вісник Асоціації акушерів-гінекологів України*. 1999. № 2. С. 45-50.
26. Кулаков В.И., Мурашко Л.Е. Новые подходы к терминологии, профилактике и лечению гестоза. *Акушерство и гинекология*. 1998. № 5. С. 3-6.
27. Орлова В.С., Борзенкова О.С., Логунова С.А. Исходы беременности осложнённой гестозом. *Материалы VI Российского форума: Мать и дитя*. М., 2004. С. 151-152.
28. Сидорова И. С., Макаров И. О., Блузов А. А. Биофизический профиль плода при гестозе. *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. 1999. Т.44, №1. С. 14-20.
29. Шарыкин А.С. Современные возможности перинатальной диагно-стики пороков сердца. *Перинатология и неонатология*. 2003. № 6. С. 9-15.
30. Microsoft: Ваше здоровье – наша забота. Усовершенствование здравоохранения с помощью новейших информационных систем. Ч.1. *Клиническая информатика и телемедицина*. 2005, №1. С. 1-13.
31. РИСАР – региональная информационная система мониторинга здравоохранения: сайт. URL: <http://www.tadviser.ru/index.php>. (дата звернення 10.10.2017)

32. Величко А. Н., Качура Л. П., Метлицкий Ю. Н. Информационные системы в здравоохранении: принципы и проблемы создания. *Вопросы организации и информатизации здравоохранения*. 2011. №1. С. 43-49.
33. Таранов Ю.А., Борзых Э.В. Разработка АСУ лечебно-диагностическим процессом в перинатальном центре. *Фундаментальные исследования*. 2009. № 9. С. 75-76.
34. Значение компьютерных технологий в профилактической педиатрии: сайт. URL: <http://nature.web.ru>. (дата звернення 20.10.2017)
35. Кобринский Б. А. Информационные технологии в мониторинге состояния здоровья населения. *Клиническая информатика и телемедицина*. 2005. Т.2, №1. С. 70-78.
36. МИС «Витакор – перинатальная медицина»: сайт. URL: <http://vitacore.ru/Products>. (дата звернення 25.10.2017)
37. Мустецов М.П., Дацок О.М., Красникова С.О. Оптимізація діагностики гемодинамічних параметрів вагітних. *18-а Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології: Наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я»*: тези доп. (м. Харків, 12-14 травня 2010 р.). Харків: НТУ ХПІ, 2010. С.89.
38. Witlin A.G., Saade G.R., Mattar F. Predictors of neonatal outcome in women with severe preeclampsia between 24 and 33 weeks of gestation. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 2000. Vol.182. P. 607-611.
39. Харкевич О.Н., Канус И.И., Буянова А.Н. Диагностика, профилактика и лечение гестозов: методические рекомендации. Минск, 2001. 32 с.
40. Салов И.А., Чеснокова Н.П., Глухова Т.Н. Клинико-лабораторная оценка течения гестоза. *Проблемы беременности*. 2002. № 5. С. 48-49.
41. Дацок О.М., Красникова С.А. Современный подход к диагностике гемодинамики беременных с нарушениями работы сердца. *ВІСНИК Національного технічного університету "ХПІ". Випуск: "Інформатика і моделювання"*: зб. наук .пр. Харків, 2010. № 31. С.80-86.

42. Белоусова О. В., Овчарук Т. І., Коменчук Т. М., Моторний А. П. Сучасні підходи до нозологічної діагностики захворювань. *Перша міжнародна наукова конференція «Вимірювання, контроль та діагностика в технічних системах»: тези доп. (м.Вінниця, 18-20 жовтня 2011 р.)*. Вінниця: ВНТУ, 2011. С. 202.
43. Айламазян Э. К., Кулаков В. И., Радзинский В. Е., Савельева Г. М. *Акушерство: Национальное руководство*. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. 1200 с.
44. Современные кардиотокографы (фетальные монитору). Функциональные, технические и эксплуатационные характеристики: сайт. URL: <http://oxfordmedical.com.ua/современная-кардиотокография>. (дата звернення 30.10.2017).
45. Шульман Е.И., Микшин А.Г., Пшеничников Д.Ю. Информационная поддержка лечебного процесса с использованием динамического многослойного интерфейса. *Автометрия*. 2005. Том 41, №5. С.99-107.
46. Леонтьева И.В. Метод суточного мониторинга артериального давления в диагностике артериальной гипертензии у детей. *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. 2000. №2. С.32–38.
47. Ляликов С.А. Показания к проведению функциональных исследований у детей и подростков: Учебно-метод. Пособие. Гродно, 2009. 58 с.
48. Проблемы внедрения медицинских информационных систем в Украине. *Медична інформатика та інженерія*. 2009. № 2. С.37-42
49. Аксельрод А.С. Показатели СМАД в практической и исследовательской кардиологии. М., 2009. 7с.
50. Медик В.А., Лисицин В. И., Токмачев М. С. Общественное здоровье и здравоохранение: руководство по практическим занятиям: учебн. пособие. СПб.: Синус, 2012. 400с.

51. Минцер О.П. Медицинские информационные системы: пути развития и перспективы в реальной жизни. *Кибернетика и вычислительная техника*. 2001. № 131. С. 37–60.
52. Коваленко О. С., Голубчиков М.В., Орлова Н.М. Інформаційні системи в охороні здоров'я та основні вимоги до їх створення. *Управління закладами охорони здоров'я*. 2007. № 1. С. 42–46.
53. Минцер О.П. Информационная основа медицины третьего тысячелетия – медицинский электронный паспорт. *Медицинский всемирный журнал*. 2002. Т. 2, № 1–2. С. 150 –160.
54. Гриценко В. І., Котова А. Б., Вовк М. І. Інформаційні технології в біології та медицині: курс лекцій. К.: Наукова думка, 2007. 382с.
55. Шульмана Е.И., Рот Г.З. Применение клинической информационной системы ДОКА+. *Сборник статей*. Новосибирск. 2009. 115 с.
56. Рот Г. З., Фихман М. И., Шульман Е. И. Медицинские информационные системы. Новосибирск: НГТУ, 2005. 70 с.
57. Батюк А. Є., Пасека М. С. Концепція побудови і реалізація інформаційних систем, орієнтованих на аналіз даних. *Технічні вісті*. 2000. №1(10), 2(11). С. 76-79.
58. Лищук В. А., Гаврилов А. В., Шевченко Г. В. Об инфраструктуре информационной поддержки клинической медицины. *Медицинская техника*. 2003. № 4. С. 36-42.
59. Кулаичев А.П. Компьютерная электрофизиология и функциональная диагностика: учебное пособие. М.: ФОРУМ: ИНФРА, 2007. 640 с.
60. Максименко Е.В., Максименко Л.Л.. Медицинская информатика: учебное пособие. Ставрополь. 2007. С.138.
61. Болгов М. Ю. Медицинские информационные системы и телемедицина. *Медицина техника*. 2008. №2(3). С. 12-15.
62. Кузнецов П. П., Шелехов П. В. «Мобильная медицина: Интеграция данных с приложений и устройств mHealth и IoT» (обзор). *Информационно-измерительные и управляющие системы*. 2015. № 10. С.13

63. Бочкова Д.Н. Механика кровообращения. *Журнал экспериментальной и клинической медицины*. 1985. Т.25, № 6. С.43-47.
64. Савицкий Н.Н. Биофизические основы кровообращения и клинические методы изучения гемодинамики. М.: Медицина, 1974. 311с.
65. Братусь А. С., Новожилов А. С., Платонов А. П. Динамические системы и модели биологии. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. 400 с.
66. Трусов П.В. Введение в математическое моделирование: учеб. пособие М.: Логос, 2005. 440 с.
67. Попечителей Е. П. Инженерные аспекты медико-биологических исследований: Учеб. пособие. Л. : ЛЭТИ, 1983. 80 с.
68. Дацок О.М., Краснікова С.О. Фізико-математичні закономірності гемодинаміки в перинатальний період. *20-а Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології: Наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я»*: тези доп. (м. Харків, 15-17 травня 2012 р.). Харків: НТУ ХПІ, 2012. С.92.
69. Ризниченко Г. Ю. Лекции по математическим моделям в биологии. М.-Ижевск: РХД-ИКИ, 2010. 556 с.
70. Дацок О.М., Красникова С.О, Математические аспекты анализа гемодинамических параметров в перинатальный период. *XII Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих учених, аспірантів та студентів «Стан, досягнення і перспективи інформаційних систем і технологій»*: тези доп. (м.Одеса 11-12 квітня 2012 р.). Одеса: ОНАХТ, 2012. С.11.
71. Платонов А.Е. Статистический анализ в медицине и биологии: задачи, терминология, логика, компьютерные методы. М.: РАМН, 2000. 52 с.
72. Лапач С.Н., Чубенко А.В., Бабич Н.П. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel. К: Морион, 2001. 408 с.
73. Новиков Д.А., Новочалов В.В. Статистические методы в медико-биологическом эксперименте. Волгоград, 2005. 84 с.

74. Халафян А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных. 3-е изд. учеб. М.: Бином-Пресс, 2007. 512с.
75. Петри А., Сэбин К. Наглядная статистика в медицине. М.: Гэотар-Мед, 2003. 144 с.
76. Краснікова С.О. Підвищення інформативності при діагностиці стану вагітних. 8-а Всеукраїнська науково-технічна конференція “Фізичні процеси та поля технічних і біологічних об’єктів”: тези доп. (м. Кременчук, 6-8 листопада 2009 р.). Кременчук: КрНУ, 2009. С. 152.
77. Юнкеров В.И., Григорьев С.Г. Математико-статистическая обработка данных медицинских исследований. Сп-б.: ВМедА, 2011. 320 с.
78. Боровиков В.П. Нейронные сети. Statistica Neural Networks. Методология и технологии современного анализа данных. М.: Горячая линия – Телеком, 2008. 392 с.
79. Медведев В.С. Нейронные сети. MATLAB 6. М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 496 с.
80. Муствецов Н.П., Баган С. А. Система диагностики гестоза с учетом исследования гемодинамики в перинатальный период. *Системи обробки інформації*: зб. наук. пр. Харків, 2017. Випуск 4 (150). С. 245-249.
81. Муствецов Н.П., Баган С. А. Возможности диагностики гестоза беременных с использованием нейросетевых технологий. *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука»*: зб. наук. пр. Київ, 2017. №10. С. 46-48.
82. Бодянский Е.В., Руденко О.Г. Искусственные нейронные сети: архитектуры, обучение, применения. Харьков: Телетех, 2004. 369 с.
83. Круглов В.В., Борисов В.В. Гибридные нейронные сети. М.: Горячая линия-Телеком, 2002. 382 с.
84. Артёмкин Д.Е. Разработка математического и программного обеспечения автоматизированного прогнозирования временных рядов на основе нейрокомпьютерных технологий: дис. канд. тех. наук: 05.13.01, 05.13.11 Рязань, 2003. 140 с.

85. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е изд., испр.: пер. с англ. М.: ООО И.Д. Вильямс, 2006. 1104с.
86. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. М.: РиС, 2013. 384 с.
87. Асадуллаев Р.Г. Нечеткая логика и нейронные сети: учеб. пособие. Белгород, 2017. 309 с. URL: <http://dspace.bsu.edu.ru/handle/1234-56789/19110.pdf>.
88. Барсегян А. А., Куприянов М. С., Степаненко В. В., Холод И. И. Технологии анализа данных: DataMining, VisualMining, TextMining, OLAP. СПб.: БХВ-Петербург, 2007. 384 с.
89. Яхьяева Г.Э. Нечеткие множества и нейронные сети: учеб. пособие. М.: КД Либроком, 2015. 232 с.
90. Mustetsov N. P., Bahan S. A. The possibilities of neural network technologies in solving medical problems. //15th International scientific conference, «European Conference on Innovations in Technical and Natural Sciences», Vienna, 2017 у. P.111-116.
91. Соловьев В.Д., Добров Б.В., Иванов В.В., Лукашевич Н.В. Онтологии и тезаурусы: учеб. пособие. Москва, 2006. 73 с.
92. Продеус А. Н., Захарова Е. Н. Экспертные системы в медицине: учеб. пособие. Киев. «Век». 1998. 320с.
93. Красникова С.А. Особенности экспресс-диагностики состояния сердечно-сосудистой системы беременных. *13-й Молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь в ХХІ столітті»*: тези доп. (м. Харків, 30 березня-1 квітня 2009 р.). Харків: ХНУРЕ, 2009. С. 251.
94. Дюк В., Эманюэль В. Информационные технологии в медико-биологических исследованиях. СПб.: Питер, 2003. 528 с.
95. Карпов А.Ю., Охалкин М.Б., Шмелев В.И. и др. Экспертная скрининг-система: Экспресс-оценка системы кровообращения у беременных. *Интеллектуальные ресурсы регионов России на рубеже тысячелетий*. Ярославль, 2000. С. 70-72.

96. Метелица В.И. Справочник кардиолога по клинической фармакологии. М.: Медицина, 1980. 304 с.
97. Boutouyrie P., Bussy C., Lacolley P. Association between local pulse pressure, mean blood pressure, and large-artery remodeling. *Circulation*. 1999. Vol. 100. P. 1387-1393.
98. Злепко С. М., Коваль Л. Г., Гаврілова Н. М. Медична апаратура спеціального призначення: навчальний посібник. Вінниця, 2010. 159с.
99. Титова. В. Н. Лабораторные и инструментальные исследования в диагностике: пер.с англ. М., 2004. 960 с.
100. Красникова С.А. Технические средства комплексной оценки гемодинамических параметров у беременных. 22-а Всеросійська науково-технічна конференція «Біомедсистеми 2009»: тези доп. (м. Рязань, 2-5 грудня 2009 р.). Рязань: РГРТУ, 2009. С. 200-201.
101. O'Rourke M.F. Arterial stiffness, systolic blood pressure, and logical treatment of arterial hypertension. *Hypertension*. 1990. Vol. 15. P. 339-347.
102. Xu J, Durand L-G A new, simple, and accurate method for non-invasive estimation of pulmonary arterial pressure. *Heart*. 2002. V.8. P.76-80.
103. Лук'янова І.С. Стан внутрішньо-серцевої гемодинаміки, систолічної та діастолічної функції серця при серцевій недостатності у вагітних з ревматичними вадами серця / І.С. Лук'янова // Укр. ревматолог. журн. – 2001. – № 3–4. – С. 68-71.
104. Дацок О.М., Красникова С. А. Обработка гемодинамических параметров беременных. *Системи обробки інформації*: зб. наук .пр. Харків, 2010. Випуск 9 (90). С. 205-209.
105. Скорюкова Я. Г. Структурно-зв'язностна модель фотоплетизмографічного сигналу. *Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології*. 2014. № 2. С. 41-47.
106. Макаров О.В, Николаев Н.Н., Волкова Е.В. Особенности центральной гемодинамики у беременных с артериальной гипертензией. *Акушерство и гинекология*. 2003. №4. С. 18-22.

107. Дацок О.М., Красникова С.О. Возможности медицинской техники при диагностике гемодинамики беременных. *4-й Міжнародний радіоелектронний форум «Прикладна радіоелектроніка. Стан і перспективи розвитку»*: тези доп. (м. Харків, 18-21 жовтня 2011 р.). Харків: ХНУРЕ, 2008. С.27-29.

108. Титова В. Н. Лабораторные и инструментальные исследования в диагностике: справочник, пер.с англ. М., 2004. 960 с.

109. VAT41-2 — автоматический измерительный прибор для разовых измерений, а также суточного мониторинга АД и частоты сердечных сокращений: сайт. URL: <http://www.ics-tech.kiev.ua/prodsphp/VAT41-2.php> (дата звернення 15.11.2017).

110. Ткачева О. Н., Барабашкина А. В. Актуальные вопросы патогенеза, диагностики и фармакотерапии артериальной гипертензии у беременных. М.: Пагри, 2006. 140 с.

111. Савельева Г.М., Кулаков В.И., Серов В.И. Современные подходы к диагностике, профилактике и лечению гестоза: Методические рекомендации. Москва, 1997. 27 с.

112. Астахов И. А. Новый подход к комплексному анализу колебательной активности параметров гемодинамики. *Колебательные процессы гемодинамики. Пульсация и флюктуация сердечно сосудистой системы: I симпозиум «Инженеринг в медицине»*. Миасс, 2000. С. 290–297.

113. Аноприенко А.Я. Семь принципов академика Глушкова. *Межобластная научно-практическая конференция «Информатизация региона в новых социально-экономических условиях»*. 1993. С. 59-62.

114. Каплан Р.С., Нортон Д.П. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию. М.: Альбина Бизнес Букс, 2008. 478 с.

115. Пезенцали А.А., Козак Л.М., Коваленко А.С. Функциональная модель как основа управления проектом разработки комплексной информационной системы медицинского учреждения. *Управляющие системы и машины*. 2008. № 4. С. 3–10.

116. Коваленко О.С., Буряк В.І. Стандартизація інформаційних систем медичного обслуговування з урахуванням загальноєвропейської інтеграції. *Клиническая информатика и телемедицина*. 2004. №1. С. 35-40.

117. Батюк А. Є., Пасєка М. С. Концепція побудови і реалізація інформаційних систем, орієнтованих на аналіз даних. *Технічні вісті*. 2000. №1(10). С. 76-79.

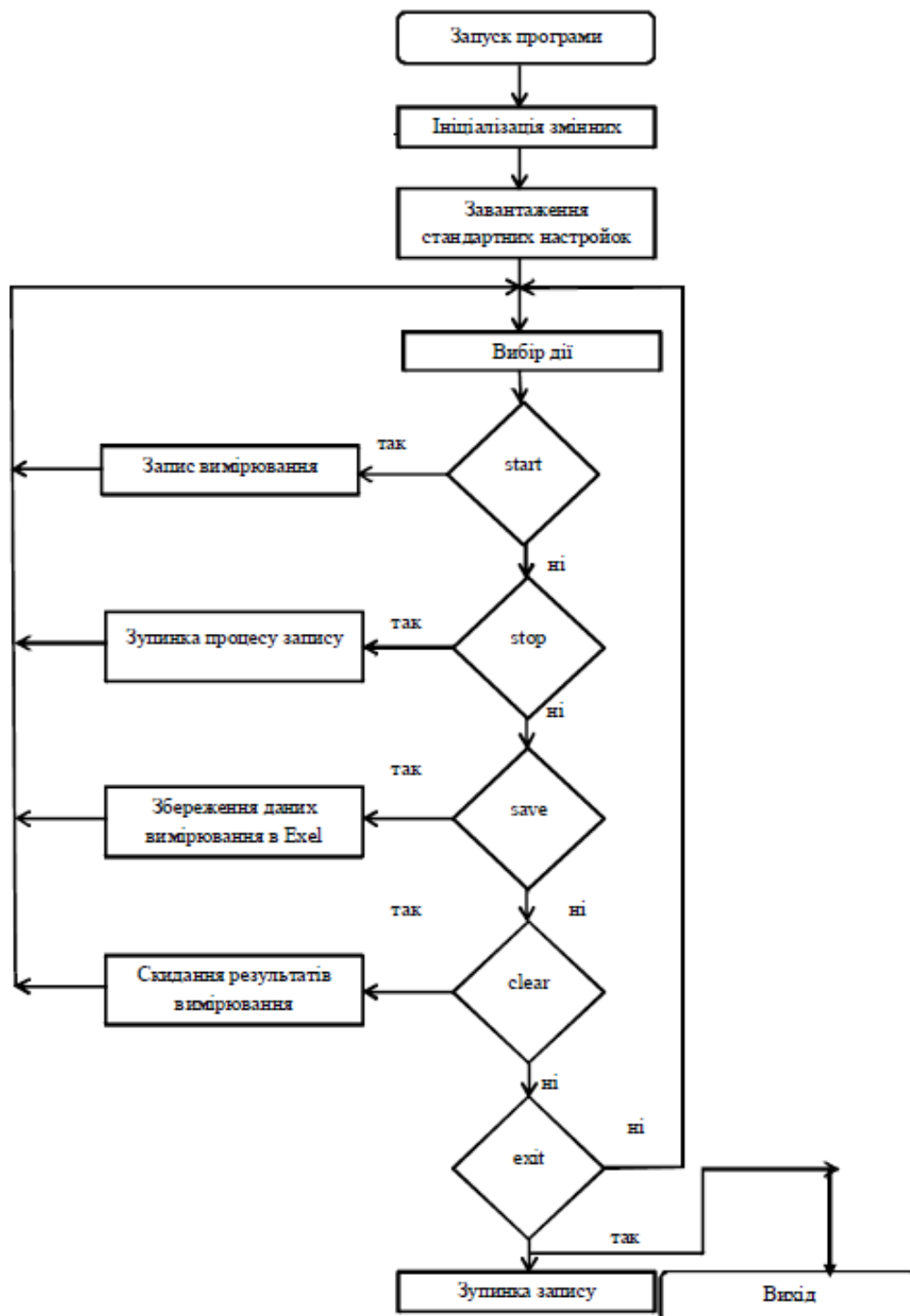
118. Функциональная модель управления медицинскими диагностическими услугами: сайт. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/funktsionalnaya-model-sistemy-upravleniya-meditsinskimi-diagnosticheskimi-uslugami>. (дата звернення 26.11.2017).

119. Коваленко А.С., Пезенцали А.А., Царенко Е.К. Проблемы стандартизации в области медицинских информационных технологий. *Клиническая информатика и телемедицина*. 2011. Т. 7; Вып. 8. С.111-114.

120. Васильев А.Ю., Малый А.Ю., Серов Н.С. Анализ данных лучевых методов исследования на основе принципов доказательной медицины: учебное пособие. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. 22 с.

Додаток А

Алгоритм роботи системи діагностики гестозу



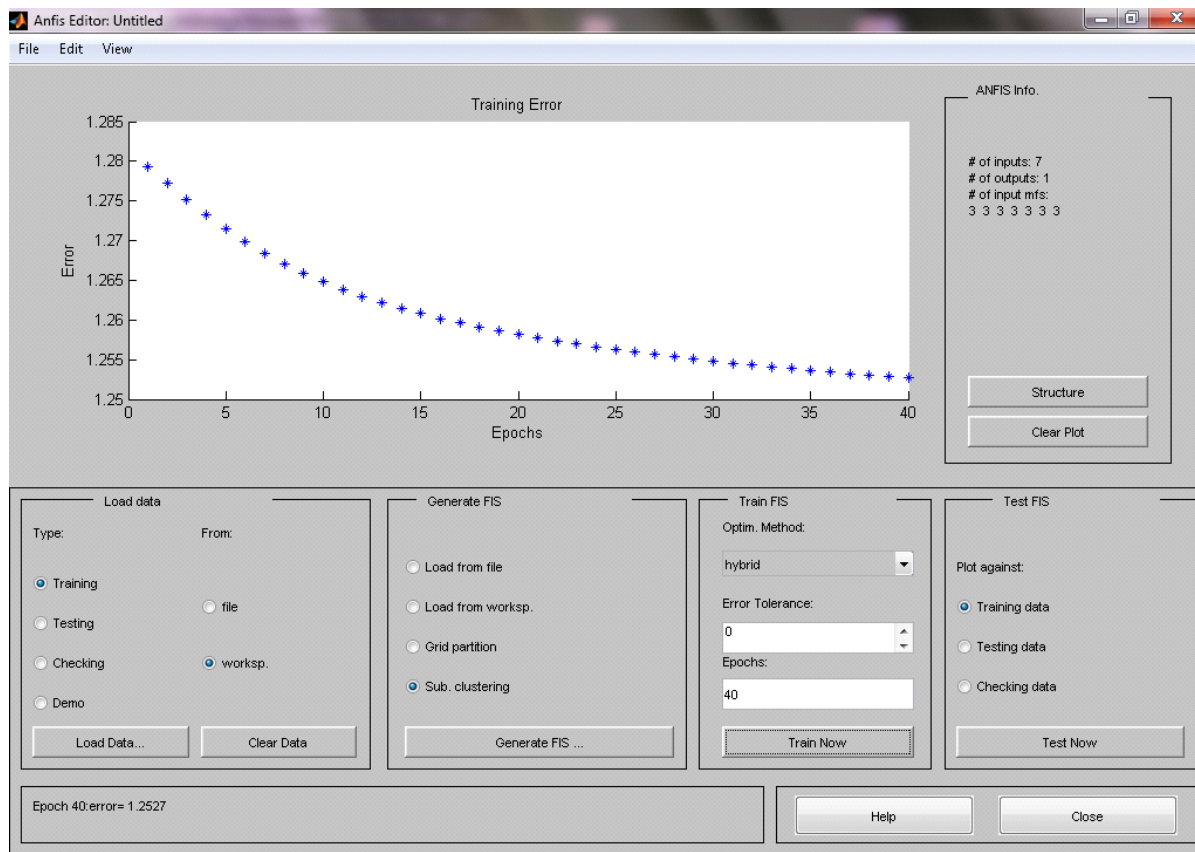
Додаток Б

Навчальна вибірка для аналізу й прогнозування гестозу

№ п/п	ВАГА	ПЕРІОД НАПРУГИ	ТРИВАЛІСТЬ СЕРДЦЕВОГО ЦИКЛУ	ЧСС	САТ	ДАТ	УО	УІ	ХОК	СІ	ОБ'ЄМНА ШВИДКІСТЬ КРОВОТОКУ	ЛІНІЙНА ШВИДКІСТЬ РУХУ КРОВІ	ПОТУЖНІСТЬ ЛІВОГО ШЛУНОЧКА	ЗПОС	РЕОГРАФІЧНИЙ СИСТОЛІЧНИЙ ІНДЕКС	РЕОГРАФІЧНИЙ ДІАСТОЛІЧНИЙ ІНДЕКС
1	67	90	630	95	110	70	74,70	43,13	4,89	3,59	235	647	2,20	1785	2,46	12,72
2	82	110	650	92	110	60	69,23	40,15	4,76	2,84	179	587	2,27	1598	2,13	12,59
3	101	90	530	113	120	80	71,66	43,77	4,84	2,87	154	582	1,82	1435	2,26	9,22
4	100	120	560	107	135	80	84,38	53,92	5,47	3,97	309	698	2,92	1814	3,68	9,06
5	64	100	780	77	120	80	68,86	39,88	4,92	2,86	142	530	1,92	1820	2,63	10,20
6	96	100	820	73	130	80	79,36	47,57	5,73	4,11	307	692	1,95	1456	4,35	9,59
7	37	100	630	75	110	70	67,30	38,20	4,75	2,67	142	529	1,80	1867	1,50	17,10
8	97	80	460	103	130	80	77,17	45,78	5,64	3,90	300	662	2,23	1512	3,52	8,97
9	110	80	460	80	110	70	76,26	47,51	5,31	3,99	297	682	2,70	1738	3,42	9,24
10	89	50	630	95	140	100	76,35	49,23	5,32	4,21	294	696	2,15	1757	4,67	14,14
11	51	80	650	92	100	60	68,51	40,34	4,68	2,74	167	541	1,84	1448	2,41	9,82
12	100	80	630	95	130	90	77,97	46,64	5,37	3,97	322	684	2,29	1895	3,25	11,26
13	83	80	710	85	100	70	71,05	42,70	4,72	2,76	186	605	1,94	1527	2,57	16,18
14	82	80	650	92	140	100	80,50	50,30	6,32	4,60	364	733	2,25	1709	5,89	10,60
15	85	100	800	75	125	80	76,55	45,36	5,14	3,98	294	689	2,42	1785	3,03	13,36
16	81	80	690	87	120	80	71,69	44,71	4,86	3,81	307	614	2,38	1821	2,99	13,80
17	71	110	490	102	105	80	68,46	40,30	4,72	2,82	192	584	2,23	1643	1,95	9,73
18	62	90	880	68	110	80	69,49	40,66	4,75	2,85	162	563	2,26	1698	2,12	10,34
19	52	90	750	80	110	70	67,76	38,17	4,72	2,94	226	605	2,28	1941	2,00	15,12
20	67	80	580	103	110	80	70,83	40,89	4,84	2,83	178	542	2,30	1854	2,86	11,50
21	104	100	700	86	130	80	79,56	48,72	5,72	4,40	361	692	2,20	1505	6,71	9,13
22	48	110	690	87	110	70	72,51	41,67	4,89	3,46	197	627	2,17	1812	2,51	10,19
23	63	100	910	66	140	80	82,45	52,97	5,84	4,59	342	712	2,23	1381	5,58	13,10
24	89	80	720	83	130	80	78,02	49,01	5,92	4,26	312	693	1,97	1443	3,24	12,41
25	54	120	860	70	100	70	67,44	40,29	4,74	2,76	149	549	2,18	1661	1,80	13,10
26	61	120	70	105	120	70	72,74	43,49	4,84	2,97	187	593	2,13	1284	2,23	9,52
27	80	80	740	81	120	80	71,62	40,37	5,12	3,07	190	582	2,26	1327	2,11	9,47
28	80	100	750	80	120	80	72,64	44,09	5,11	3,81	211	601	2,13	1932	2,51	9,54
29	74	40	660	91	150	95	84,98	53,32	6,14	4,53	396	714	3,11	1247	4,89	8,39
30	98	70	680	88	130	100	78,84	49,23	5,48	4,28	308	686	2,38	1599	4,96	9,26
31	51	100	580	103	120	80	78,59	48,73	5,26	3,97	274	629	2,18	1621	3,13	12,85
32	88	110	570	105	120	90	81,80	51,20	5,95	4,30	315	693	2,14	1775	3,65	12,35
33	61	110	560	107	110	70	67,81	38,83	4,72	2,81	186	557	1,89	1892	1,68	10,62
34	80	110	590	82	120	80	67,95	42,97	4,60	2,75	140	581	2,25	1848	2,22	10,22
35	58	120	1240	48	100	60	59,68	36,41	4,65	2,31	131	496	1,87	2006	4,24	41,63
36	75	90	870	69	120	80	75,71	43,80	5,33	3,92	219	643	2,27	1896	3,49	16,85
37	104	110	690	87	140	80	82,57	51,71	5,84	4,40	325	691	1,81	1737	4,53	16,06
38	80	90	700	86	120	80	78,56	47,04	5,81	3,91	307	682	1,97	1865	3,17	3,92
39	50	90	490	107	105	80	66,63	38,77	4,82	2,67	177	521	1,72	1835	1,73	18,29

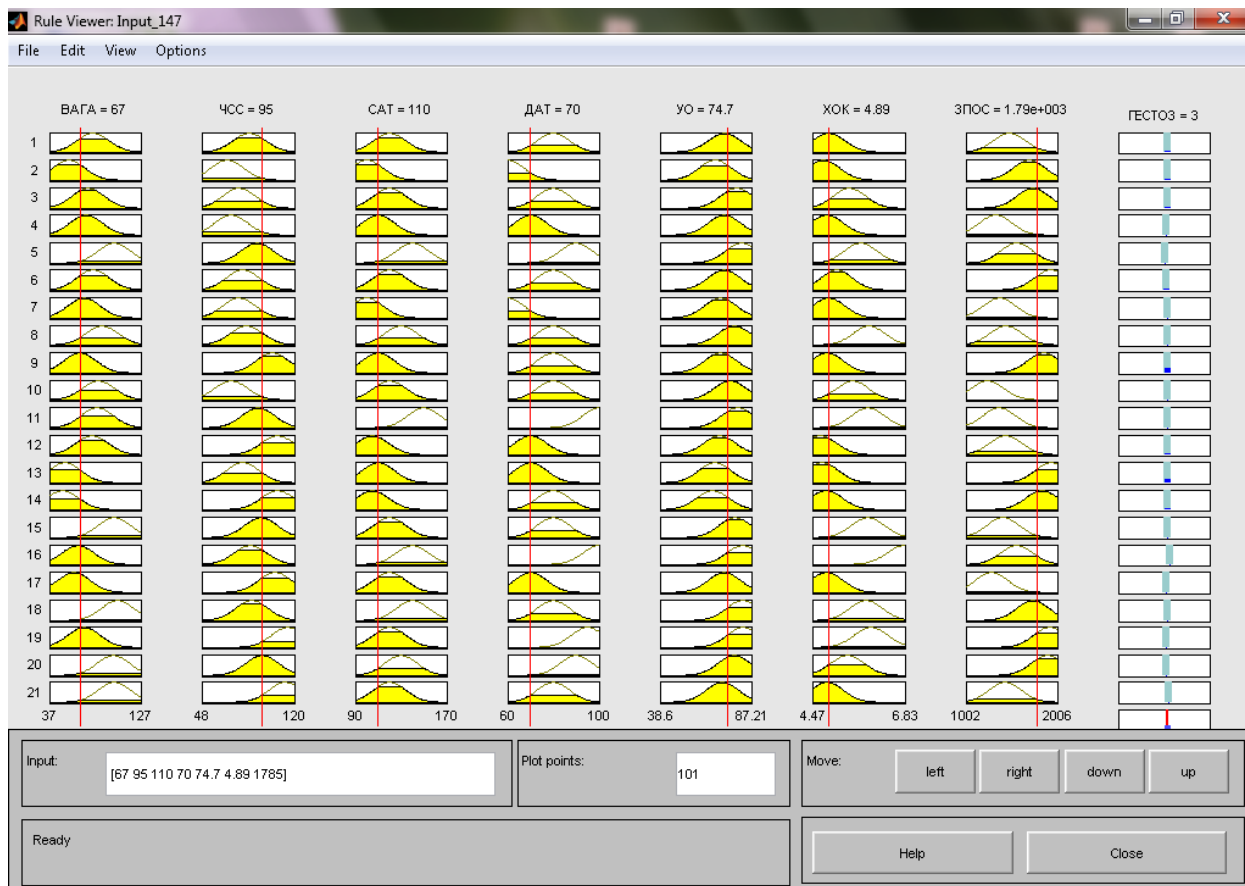
Додаток В

Графік залежності помилки навчання від кількості циклів

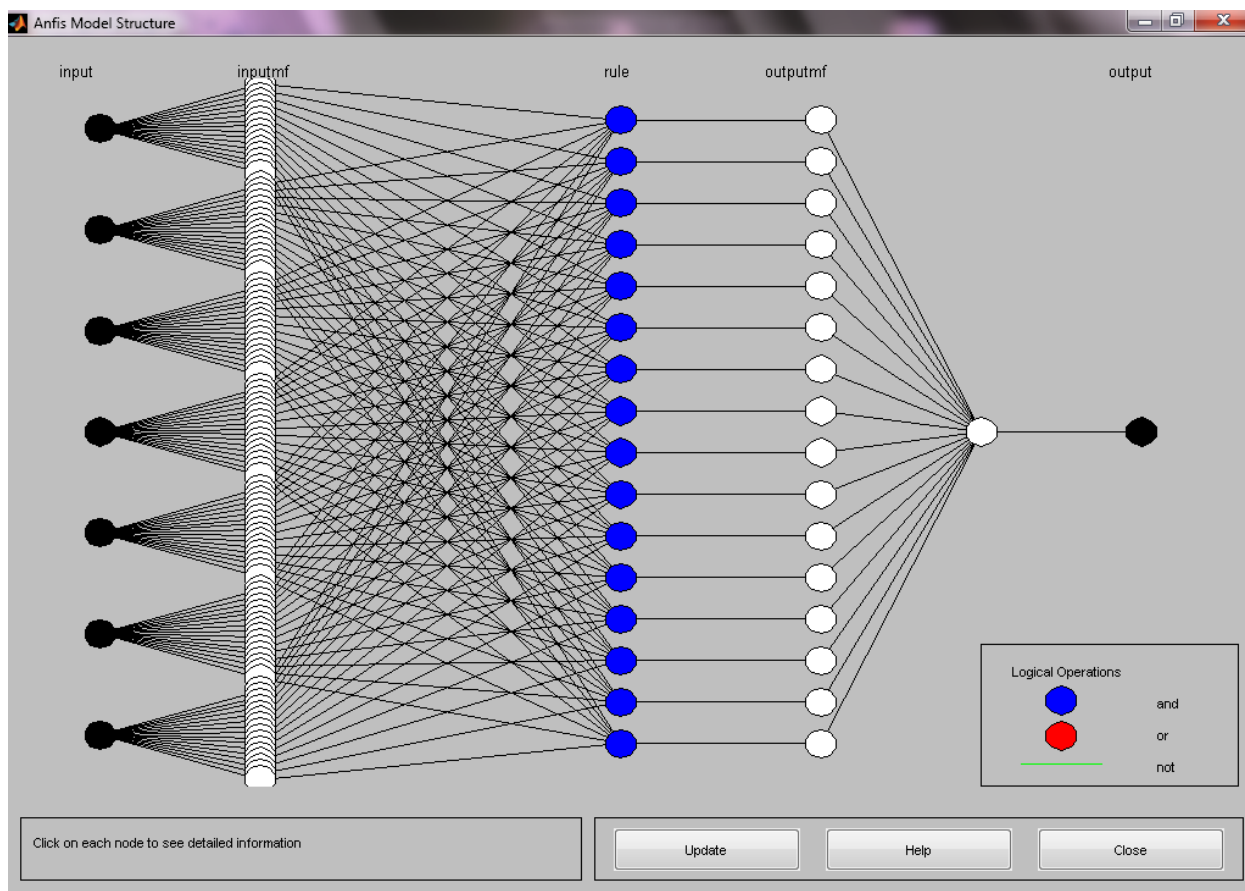


Додаток Г

Графічний інтерфейс перегляду правил згенерованої системи нечіткого
ВИВЕДЕННЯ

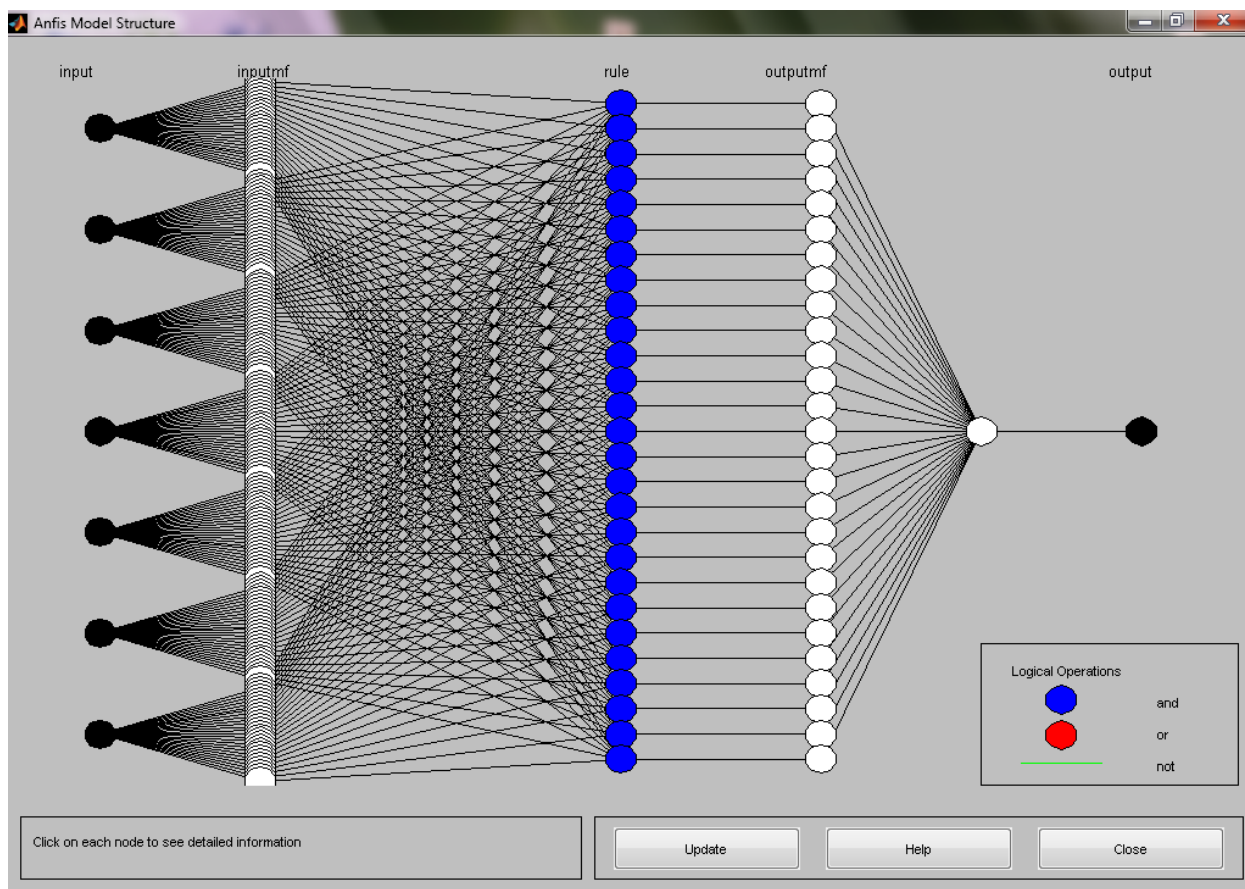


Додаток Д
Нейро-нечітка мережа пацієток I триместру вагітності



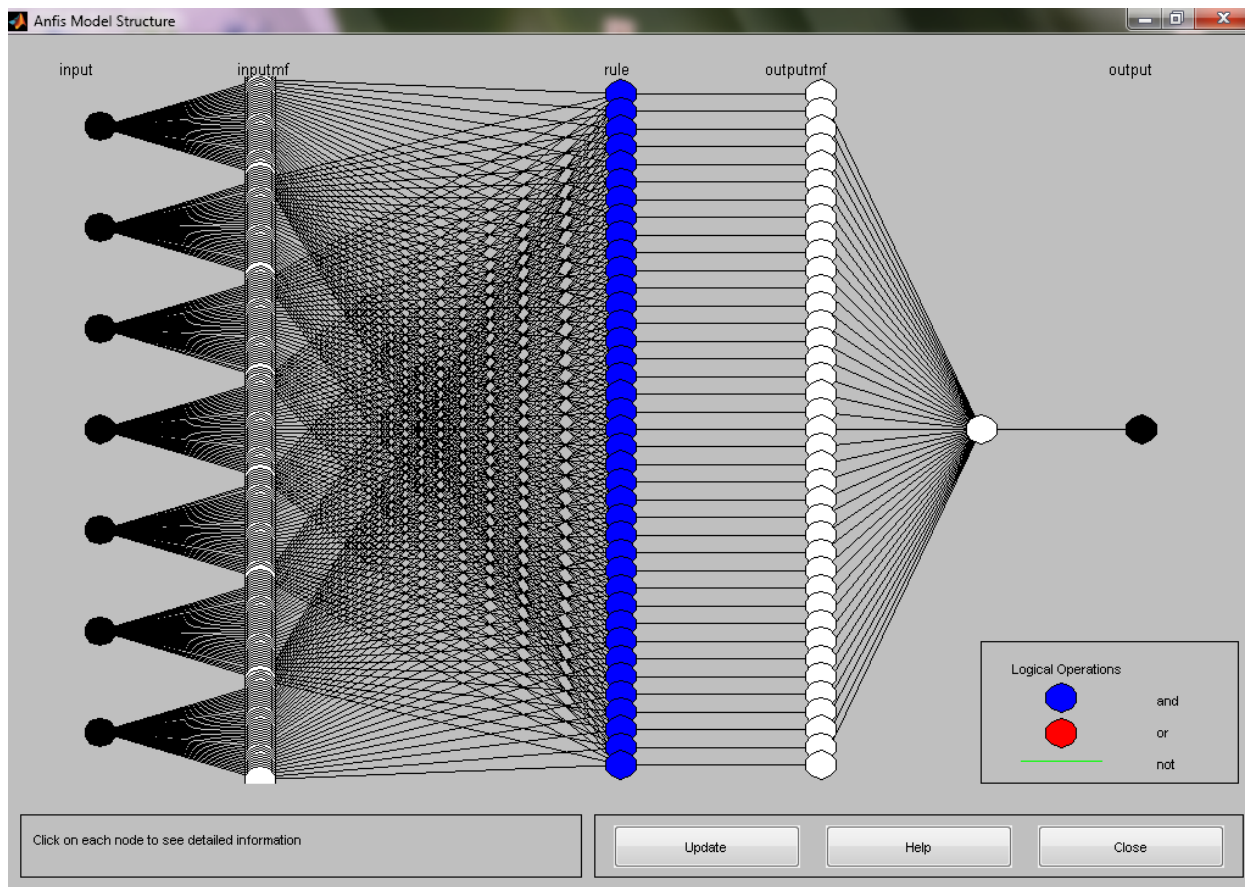
Додаток Е

Нейро-нечітка мережа пацієнок II триместру вагітності



Додаток Ж

Нейро-нечітка мережа пацієток ІІІ триместру вагітності



Додаток К

Результати розрахунку індекса напруги регуляторних систем

у вагітних з гестозом

№ п/п	Mo (с)	MxDMn (с)	AMo(%)	In (y.o.)
1	2	3	4	5
1	0,64	0,20	44,5	172,75
2	0,65	0,20	44,7	169,28
3	0,51	0,16	45,5	275,55
4	0,53	0,16	44,5	257,34
5	0,79	0,25	49,3	126,07
6	0,72	0,22	49,8	154,56
7	0,79	0,25	45,8	118,62
8	0,52	0,16	44,9	261,64
9	0,62	0,19	49,3	204,54
10	0,61	0,19	44,5	189,48
11	0,63	0,20	45,8	187,60
12	0,66	0,21	46,5	172,36
13	0,65	0,20	25,8	98,61
14	0,66	0,21	28,0	103,47
15	0,75	0,24	26,0	73,17
16	0,64	0,20	26,4	103,77
17	0,56	0,18	45,6	231,00
18	0,85	0,26	40,0	89,21
19	0,63	0,20	27,8	112,78
20	0,52	0,16	44,0	262,37
21	0,67	0,21	45,0	158,49
22	0,70	0,22	43,0	142,44
23	0,83	0,26	46,0	108,14
24	0,63	0,20	25,8	105,00
25	0,83	0,26	49,3	114,78
26	0,57	0,18	45,4	220,47
27	0,68	0,21	41,7	145,14
28	0,64	0,20	42,3	166,27
29	0,66	0,21	45,8	168,74
30	0,66	0,21	47,2	174,96
31	0,56	0,18	45,8	230,37
32	0,53	0,16	44,0	255,42
33	0,52	0,16	44,5	266,38
34	0,69	0,22	76,2	253,14

1	2	3	4	5
35	0,98	0,31	44,0	73,30
36	0,82	0,26	76,1	179,33
37	0,67	0,21	25,4	91,90
38	0,65	0,20	27,4	104,73
39	0,51	0,16	44,7	272,83
40	0,76	0,24	44,8	124,76
41	0,63	0,20	45,8	187,60
42	0,77	0,24	30,0	81,17
43	0,75	0,23	28,9	82,64
44	0,69	0,21	42,8	145,09
45	0,66	0,21	25,6	94,60
46	0,53	0,17	44,9	253,83
47	0,79	0,25	24,5	62,97
48	0,51	0,16	45,2	275,88
49	0,89	0,28	42,0	85,80
50	0,65	0,20	45,6	174,29
51	0,52	0,16	45,7	267,32
52	0,55	0,17	46,0	245,08
53	0,63	0,20	45,8	185,22
54	0,79	0,25	43,2	111,31
55	0,63	0,20	45,1	179,52
56	0,75	0,23	22,0	62,91
57	0,52	0,16	45,0	269,37
58	0,68	0,21	25,7	87,89
59	0,62	0,19	45,6	190,42
60	0,83	0,26	25,8	60,07
61	0,51	0,16	44,7	270,71
62	0,67	0,21	45,8	162,27
63	0,79	0,25	28,7	73,76
64	0,52	0,16	45,8	275,22
65	0,82	0,26	79,3	187,78
66	0,66	0,21	44,2	162,84
67	0,63	0,20	25,4	103,05
68	0,52	0,16	44,7	267,58
69	0,76	0,24	45,9	127,82
70	0,78	0,25	30,0	78,09
71	0,52	0,16	45,3	273,28
72	0,63	0,20	45,2	182,79
73	0,82	0,26	26,1	61,95
74	0,89	0,28	42,3	86,41
75	0,62	0,19	45,8	191,87
76	0,64	0,20	46,7	182,99

1	2	3	4	5
77	0,95	0,30	75,8	133,26
78	0,52	0,16	45,8	274,16
79	0,52	0,16	46,2	278,71
80	0,52	0,16	43,8	257,19
81	0,76	0,24	42,0	116,65
82	0,86	0,27	46,1	100,43
83	0,73	0,23	45,7	135,72
84	0,83	0,26	49,3	115,61
85	0,83	0,26	45,0	103,51
86	0,82	0,25	41,2	99,24
87	0,81	0,25	47,5	114,98
88	0,78	0,25	43,2	112,45
89	0,52	0,16	45,7	269,38
90	0,82	0,26	42,0	100,68
91	0,79	0,25	41,3	106,96
92	0,80	0,25	45,8	115,94
93	0,65	0,20	25,1	93,89
94	0,69	0,22	44,7	149,79
95	0,79	0,25	42,0	107,40
96	0,55	0,17	45,0	240,63
97	0,61	0,19	45,8	198,23
98	0,86	0,27	69,8	149,61
99	0,63	0,20	46,1	183,50
100	0,68	0,21	24,8	86,58
101	0,76	0,24	30,0	83,54
102	0,64	0,20	25,9	101,81
103	0,89	0,28	32,0	65,37
104	0,98	0,31	73,8	123,20
105	0,84	0,26	74,0	166,61
106	0,62	0,20	45,8	188,20
107	0,62	0,19	44,7	184,86
108	0,63	0,20	45,9	182,71
109	0,62	0,19	44,7	186,66
110	0,89	0,28	42,4	85,45
111	0,66	0,21	35,4	131,22
112	0,89	0,28	68,7	140,03
113	0,74	0,23	44,8	129,49
114	0,63	0,20	44,0	178,51
115	0,63	0,20	25,9	106,09
116	0,65	0,20	45,8	174,52
117	0,83	0,26	45,0	103,51
118	0,89	0,28	42,1	86,00

1	2	3	4	5
119	0,69	0,22	24,7	82,05
120	0,64	0,20	46,1	180,64
121	0,98	0,31	76,5	127,71
122	0,91	0,28	48,7	94,51
123	0,52	0,16	45,0	271,47
124	0,89	0,28	69,8	139,73
125	0,98	0,31	65,4	109,18
126	0,65	0,20	28,9	110,12
127	0,66	0,21	27,5	101,93
128	0,88	0,27	48,5	100,66
129	0,79	0,25	43,2	112,17
130	0,66	0,21	26,4	97,56
131	0,51	0,16	44,2	267,68
132	0,88	0,28	45,1	92,34
133	0,71	0,22	24,7	77,96
134	0,51	0,16	44,7	270,71
135	0,71	0,22	26,9	84,43
136	0,69	0,22	46,9	158,53
137	0,63	0,20	45,9	188,01
138	0,69	0,22	45,1	149,82
139	0,79	0,25	48,9	126,97
140	0,69	0,21	44,7	151,54
141	0,77	0,24	38,0	103,89
142	0,85	0,26	79,0	177,02
143	0,54	0,17	45,1	252,11
144	0,91	0,28	79,3	153,89
145	0,92	0,29	75,2	142,16
146	0,69	0,22	74,8	248,49
147	0,52	0,16	45,1	272,07

Додаток Л

Параметри артеріального тиску при ДМАТ для вагітних з гестозом

№ п/п	САТ	ДАТ	Середній АТ	Стандартне відхилення АТ	Коефіцієнт варіації
1	2	3	4	5	6
1	110	70	83,3	14,2	17,04
2	110	60	76,7	13,1	17,09
3	120	80	93,3	15,6	16,71
4	135	80	98,3	15,4	15,66
5	120	80	93,3	14,7	15,75
6	130	80	96,7	14,5	15,00
7	110	70	83,3	12,8	15,36
8	130	80	96,7	15,5	16,03
9	110	70	83,3	10,6	12,72
10	140	100	113,3	16,3	14,38
11	100	60	73,3	11	15,00
12	130	90	103,3	15,8	15,29
13	100	70	80,0	11,2	14,00
14	140	100	113,3	18,1	15,97
15	125	80	95,0	13,2	13,89
16	120	80	93,3	12,9	13,82
17	105	80	88,3	11,7	13,25
18	110	80	90,0	10,6	11,78
19	110	70	83,3	10,5	12,60
20	110	80	90,0	11,4	12,67
21	130	80	96,7	13,4	13,86
22	110	70	83,3	12,3	14,76
23	140	80	100,0	16	16,00
24	130	80	96,7	15,9	16,45
25	100	70	80,0	9,5	11,88
26	120	70	86,7	10,9	12,58
27	120	80	93,3	11,2	12,00
28	120	80	93,3	10,3	11,04
29	150	95	113,3	17,5	15,44
30	130	100	110,0	16,9	15,36
31	120	80	93,3	13,8	14,79
32	120	90	100,0	15,3	15,30
33	110	70	83,3	10,7	12,84
34	120	80	93,3	13,8	14,79

1	2	3	4	5	6
35	100	60	73,3	9,8	13,36
36	120	80	93,3	11,1	11,89
37	140	80	100,0	15,7	15,70
38	120	80	93,3	14,5	15,54
39	105	80	88,3	11,8	13,36
40	120	80	93,3	10,4	11,14
41	120	80	93,3	11,9	12,75
42	120	80	93,3	12,6	13,50
43	130	100	110,0	17,3	15,73
44	120	70	86,7	14,7	16,96
45	130	90	103,3	14,2	13,74
46	140	70	93,3	17,7	18,96
47	105	60	75,0	11,9	15,87
48	110	70	83,3	12,3	14,76
49	95	70	78,3	9,4	12,00
50	135	85	101,7	16,8	16,52
51	150	95	113,3	17,3	15,26
52	120	80	93,3	12	12,86
53	140	90	106,7	16,8	15,75
54	100	70	80,0	10	12,50
55	100	80	86,7	11	12,69
56	150	100	116,7	17,9	15,34
57	130	80	96,7	13,9	14,38
58	125	90	101,7	13,2	12,98
59	90	70	76,7	9,8	12,78
60	115	70	85,0	10,3	12,12
61	170	100	123,3	19,4	15,73
62	135	95	108,3	14,8	13,66
63	90	60	70,0	9,7	13,86
64	120	80	93,3	15,3	16,39
65	100	70	80,0	9,3	11,63
66	105	70	81,7	10,1	12,37
67	120	80	93,3	11,2	12,00
68	120	80	93,3	12,6	13,50
69	120	80	93,3	13,9	14,89
70	115	85	95,0	14,7	15,47
71	120	70	86,7	15,1	17,42
72	100	60	73,3	10,4	14,18
73	100	60	73,3	10,9	14,86
74	100	60	73,3	11	15,00
75	120	80	93,3	12,3	13,18
76	120	80	93,3	13,7	14,68

1	2	3	4	5	6
77	140	95	110,0	16,9	15,36
78	130	90	103,3	15,9	15,39
79	110	80	90,0	11,8	13,11
80	170	100	123,3	17,9	14,51
81	130	90	103,3	13	12,58
82	110	70	83,3	10	12,00
83	100	80	86,7	9,6	11,08
84	100	60	73,3	10	13,64
85	120	80	93,3	11,7	12,54
86	120	80	93,3	12,4	13,29
87	140	80	100,0	14,9	14,90
88	130	95	106,7	16,3	15,28
89	120	80	93,3	13	13,93
90	110	70	83,3	10,3	12,36
91	120	90	100,0	15,9	15,90
92	120	80	93,3	12,7	13,61
93	105	70	81,7	10,9	13,35
94	110	80	90,0	11,2	12,44
95	125	90	101,7	15,8	15,54
96	140	100	113,3	13,1	11,56
97	120	100	106,7	16,8	15,75
98	110	90	96,7	11,9	12,31
99	120	80	93,3	13,8	14,79
100	120	80	93,3	12,3	13,18
101	105	75	85,0	9,9	11,65
102	140	100	113,3	17,9	15,79
103	130	80	96,7	14	14,48
104	110	60	76,7	10,7	13,96
105	150	100	116,7	17	14,57
106	140	85	103,3	13,5	13,06
107	120	70	86,7	12	13,85
108	140	90	106,7	16,8	15,75
109	120	70	86,7	13	15,00
110	100	60	73,3	10,3	14,05
111	145	95	111,7	17,9	16,03
112	100	60	73,3	10,2	13,91
113	100	60	73,3	10,8	14,73
114	145	70	95,0	15	15,79
115	135	80	98,3	16,3	16,58
116	110	70	83,3	11,2	13,44
117	110	80	90,0	12,9	14,33
118	100	60	73,3	10,7	14,59

1	2	3	4	5	6
119	110	80	90,0	11,9	13,22
120	120	80	93,3	12	12,86
121	90	60	70,0	10,3	14,71
122	110	80	90,0	12,7	14,11
123	120	70	86,7	13,8	15,92
124	110	70	83,3	11,4	13,68
125	120	80	93,3	12,9	13,82
126	120	80	93,3	10,7	11,46
127	105	70	81,7	8,3	10,16
128	120	80	93,3	9,2	9,86
129	110	70	83,3	11,1	13,32
130	150	65	93,3	14,3	15,32
131	130	80	96,7	15,2	15,72
132	110	60	76,7	11,6	15,13
133	130	90	103,3	16,3	15,77
134	140	100	113,3	16,9	14,91
135	105	80	88,3	10,5	11,89
136	120	80	93,3	11,1	11,89
137	120	80	93,3	12,2	13,07
138	150	100	116,7	18,1	15,51
139	115	80	91,7	15,4	16,80
140	130	100	110,0	17,3	15,73
141	105	70	81,7	10,2	12,49
142	130	90	103,3	14,3	13,84
143	120	95	103,3	16,2	15,68
144	130	80	96,7	15,1	15,62
145	105	80	88,3	10,4	11,77
146	135	90	105,0	16,1	15,33
147	105	70	81,7	12,2	14,94

Додаток М

Акти впровадження результатів дисертаційного дослідження

ЗАТВЕРДЖУЮ

Головний лікар
 КЗОЗ Харківський
 міський клінічний
 пологовий будинок № 7
 Коровай В.І.

« 25 » _____ 2017

Акт впровадження пропозиції

1. Найменування пропозиції «Експрес-діагностика стану серцево-судинної системи під час вагітності».
2. Автор: аспірант кафедри біомедичної інженерії Харківського національного університету радіоелектроніки Баган С.О.
3. Форма впровадження: вивчення можливостей експрес-діагностики стану серцево-судинної системи під час вагітності.
4. Кількість хворих на яких випробовувалася система: 147 пацієнток з патологією серцево-судинної системи.
5. Термін впровадження: серпень-вересень 2017 р.
6. Ефективність впровадження: система, що пропонується дозволить підвищити якість медичної діагностики в цілому. Особливо слід відмітити ефективність методу інтерпретації результатів дослідження гемодинамічних показників в перинатальний період на базі нейронної мережі, який дозволяє об'єктивно встановити тип патогенетичного варіанту порушень системного кровообігу і ступень важкості захворювання.
7. Економічний ефект: впровадження системи в цілому буде мати соціально-економічний ефект за рахунок підвищення якості діагнозу.
8. Переваги методу: головною перевагою запропонованої методики експрес-діагностики є антропоцентричний підхід: який дозволяє максимально використовувати можливості лікаря і комп'ютерних засобів одночасно при формуванні діагнозу.
9. Пропозиції до використання: запропонований підхід буде сприяти більш ефективному використанню можливостей технічних засобів в медицині, та сприятиме підвищенню якості медичної діагностики.

Завідуюча
 гінекологічним відділенням

Лікар акушер-гінеколог I кат.,
 лікар УЗІ

Остапова І.С.

Зламанець В.Й.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з НМР
Харківського національного
університету радіоелектроніки
проф. Рубан І.В.

« 23 » 05 2018

Акт

Комісія у складі проф. Авруніна О.Г. (голова комісії), доц. Величко О.М., доц. Дацок О.М., доц. Перова І.Г., у результаті розгляду матеріалів, представлених у дисертаційній роботі Баган С.О. зробила висновок про те, що:

- результати дисертаційного дослідження, а саме експрес-діагностика гестозу під час вагітності, можуть використовуватись при викладанні у розділі «Діагностичні системи» курсу «Біотехнічні системи» для студентів спеціальностей «Фізична та біомедична електроніка (ФБЕ)», «Біологічні та медичні апарати і системи (БТМАС)»;
- система діагностики гестозу на базі нейронної мережі з використанням показників гемодинаміки може бути використана при постановці лабораторних робіт по курсу «Біотехнічні системи» та «Комп'ютерні технології в медицині» для студентів спеціальностей ФБЕ і БТМАС.

Акт складено для представлення в спеціалізовану вчену раду К.64.052.05 по захисту дисертації Баган С.О. за спеціальністю 05.11.17 – біологічні та медичні прилади та системи.

Голова комісії



Аврунін О.Г.

Члени комісії



Величко О.М.

Дацок О.М.

Перова І.Г.

Додаток Н

Список наукових праць за темою дисертації

1. Мустецов Н.П., Баган С. А. Возможности диагностики гестоза беременных с использованием нейросетевых технологий. *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука»*: зб. наук. пр. Київ, 2017. №10. С. 46-48.
2. Мустецов Н.П., Баган С. А. Система диагностики гестоза с учетом исследования гемодинамики в перинатальный период. *Системи обробки інформації*: зб. наук. пр. Харків, 2017. Випуск 4 (150). С. 245-249.
3. Дацок О.М., Красникова С. А. Обработка гемодинамических параметров беременных. *Системи обробки інформації*: зб. наук. пр. Харків, 2010. Випуск 9 (90). С. 205-209.
4. Дацок О.М., Красникова С.А. Современный подход к диагностике гемодинамики беременных с нарушениями работы сердца. *ВІСНИК Національного технічного університету "ХПИ". Випуск: "Інформатика і моделювання"*: зб. наук. пр. Харків, 2010. № 31. С.80-86.
5. Дацок О.М., Витанова С.О. Обработка фонокардиографического сигнала на основе wavelet технологий: *ВІСНИК Національного технічного університету "ХПИ". Випуск: "Інформатика і моделювання"*: зб. наук. пр. Харків, 2008. № 24. С.36-41.
6. Дацок О.М., Витанова С.О. Особенности коррекции фазочастотных искажений биомедицинских сигналов: *«Прикладная радиоэлектроника»*: зб. наук. пр. Харків, 2007. № 1. С. 67- 72.
7. Витанова С.А. Особенности применения вейвлет-базисов при обработке фонокардиографического сигнала. *12-й Молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь в ХХІ столітті»*: тези доп. (м. Харків, 1-3 квітня 2008 р.). Харків: ХНУРЕ, 2008. С. 259.
8. Витанова С.А. Вейвлет-технологии обработки фонокардиографического сигнала. *16-та Міжнародна науково-практична конференція*

“Застосування лазерів у медицині та біології»: тези доп. (м. Харків, 21-24 травня 2008 р.). Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2008. С.252.

9. Витанова С.А. WAVELET-технологии в аппаратах функциональной диагностики. *3-й Міжнародний радіоелектронний форум «Прикладна радіоелектроніка. Стан і перспективи розвитку»*: тези доп. (м. Харків, 22-24 жовтня 2008 р.). Харків: ХНУРЕ, 2008. С.60-61.

10. Красникова С.А. Особенности применения WAVELET-технологий в аппаратах функциональной диагностики. *21-а Всеросійська науково-технічна конференція «Біомедсистеми 2008»*: тези доп. (м. Рязань, 4-5 грудня 2008 р.). Рязань: РГРТУ, 2008. С. 207-209.

11. Красникова С.А. Особенности экспресс-диагностики состояния сердечно-сосудистой системы беременных. *13-й Молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь в ХХІ столітті»*: тези доп. (м. Харків, 30 березня-1 квітня 2009 р.). Харків: ХНУРЕ, 2009. С. 251.

12. Краснікова С.О. Підвищення інформативності при діагностиці стану вагітних. *8-а Всеукраїнська науково-технічна конференція “Фізичні процеси та поля технічних і біологічних об’єктів”*: тези доп. (м. Кременчук, 6-8 листопада 2009 р.). Кременчук: КрНУ, 2009. С. 152.

13. Красникова С.А. Технические средства комплексной оценки гемодинамических параметров у беременных. *22-а Всеросійська науково-технічна конференція «Біомедсистеми 2009»*: тези доп. (м. Рязань, 2-5 грудня 2009 р.). Рязань: РГРТУ, 2009. С. 200-201.

14. Мустецов М.П., Дацок О.М., Краснікова С.О. Оптимізація діагностики гемодинамічних параметрів вагітних. *18-а Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології: Наука, техніка, технологія, освіта, здоров’я»*: тези доп. (м. Харків, 12-14 травня 2010 р.). Харків: НТУ ХПІ, 2010. С.89.

15. Красникова С.А. Анализ эффективности применения синхронной регистрации ЧСС и ЧДД у беременных. *10-а Міжнародна науково-технічна*

конференція "Проблеми інформатики та моделювання": тези доп. (м. Харків - м. Ялта, 27-29 вересня 2010 р.). Харків: НТУ ХП, 2010. С.51.

16. Красникова С.А. Анализ влияния изменений гемодинамических параметров на давление малого круга кровообращения при беременности. Конференція з міжнародною участю «Медицина та біологічна інформатика та кібернетика: віхи розвитку»: (м. Київ, 20-23 квітня 2011 р.). Київ: НМАПО імені П.Л. Шупіка, 2011. С.87.

17. Дацок О.М., Краснікова С.О. Оцінка стану кровотоку системи «мати-плацента-плід». 19-а Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології: Наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я»: тези доп. (м. Харків, 01-03 червня 2011 р.). Харків: НТУ ХП, 2011. С.104.

18. Мустецов Н.П., Дацок О.М., Красникова С.А. Особенности функционирования и оценка состояния системы «мать-плацента-плод». 11-а Міжнародна науково-технічна конференція "Проблеми інформатики та моделювання": тези доп. (м. Харків - м. Ялта, 26-28 вересня 2011 р.). Харків: НТУ ХП, 2011. С.36.

19. Дацок О.М., Красникова С.О. Возможности медицинской техники при диагностике гемодинамики беременных. 4-й Міжнародний радіоелектронний форум «Прикладна радіоелектроніка. Стан і перспективи розвитку»: тези доп. (м. Харків, 18-21 жовтня 2011 р.). Харків: ХНУРЕ, 2008. С.27-29.

20. Дацок О.М., Краснікова С.О. Фізико-математичні закономірності гемодинаміки в перинатальний період. 20-а Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології: Наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я»: тези доп. (м. Харків, 15-17 травня 2012 р.). Харків: НТУ ХП, 2012. С.92.

21. Дацок О.М., Красникова С.О. Математические аспекты анализа гемодинамических параметров в перинатальный период. XII Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих учених, аспірантів та студентів

«Стан, досягнення і перспективи інформаційних систем і технологій»: тези доп. (м.Одеса 11-12 квітня 2012 р.). Одеса: ОНАХТ, 2012. С.11.

22. Mustetsov N. P., Bahan S. A. The possibilities of neural network technologies in solving medical problems. //15th International scientific conference, «European Conference on Innovations in Technical and Natural Sciences», Vienna, 2017 y. P.111-116.