

## Методы и средства диагностики и контроля заболеваний: совершенствование методов и средств анализа

### Аннотация

Дан краткий обзор основных направлений исследований, представленных в рамках секции «Методы и средства диагностики и лечения заболеваний» на XV Международной научной конференции «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии – ФРЭМЭ'2022», состоявшейся в июне 2022 года в г. Суздале.

### Введение

Открытие новых и совершенствование существующих методов диагностики в настоящее время является важным направлением медицинских исследований. Проблема поздней диагностики болезней до сих пор остается решающей для лечения и во многом определяет неблагоприятный исход заболевания. В то же время ранняя диагностика позволяет выявить заболевание на ранних стадиях, дает возможность вовремя оказать медицинскую помощь, избежать ошибочного диагноза и в целом улучшить качество жизни человека, а для многих заболеваний – и разработать эффективные методы их профилактики. В современной медицинской теории и практике наиболее перспективными считаются направления ранней диагностики и профилактики заболеваний с использованием современных информационных, аналитических, медико-технических подходов и технологий, что обуславливает необходимость активного междисциплинарного научно-практического взаимодействия ученых и специалистов техники и медицины.

В работе дан краткий обзор основных материалов, представленных на XV Международной научной конференции «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии – ФРЭМЭ'2022», которая прошла 28-30 июня 2022 года в г. Суздале. Секция № 1 «Методы и средства диагностики и лечения заболеваний» изначально была нацелена на реализацию сотрудничества специалистов в областях медицины и техники. Такая интеграция способствует развитию новых методов и средств ранней диагностики и перспективных методов лечения различных заболеваний.

### Материалы и методы

На секции было представлено 23 научных доклада, связанных с совершенствованием и развитием методов и средств выявления, терапии и профилактики заболеваний. Традиционно много работ посвящено вопросам заболеваний сердечно-сосудистой системы, совершенствованию методов диагностики заболеваний, в том числе с использованием лазерной доплеровской флоуметрии, современных информационно-аналитических технологий.

### Результаты

Тематика представленных авторами научных работ охватывает широкий спектр медицинских направлений.

В работе «Методика электрокардиографического контроля наступления искусственной ишемии на базе метода электрокардиографии сверхвысокого разрешения» предлагается методика, позволяющая проводить электрокардиографический контроль экспериментов по моделированию патологий в режиме реального времени [1]. Этот вопрос актуален в связи с тем, что подобные исследования являются дорогостоящими и трудоемкими. В работе подчеркивается необходимость контроля эксперимента, особенно этапа моделирования ишемии во время эксперимента. Как показала практика, это становится возможным осуществить за счет использования электрокардиографических сигналов, получаемых посредством метода ЭКГ СВР. Предложена специальная методика, позволяющая проводить электрокардиографический контроль экспериментов по моделированию патологии в режиме реального времени, применяя метод ЭКГ СВР.

В работе [2] показано применение метода вейвлет-обработки ЭКС, который позволяет сократить время анализа и повысить его точность. Большой интерес представляет использование акустооптических устройств для обработки ЭКС.

Исследованию влияния прямой оптической генерации СК на изменение параметров сосудистого русла посвящена статья [3]. Авторы представили экспериментальную установку генерации синглетного кислорода (СК) и визуализации сосудистого русла. Это, в свою очередь, позволяет оценить изменения кровенаполнения. Несмотря на то что выявлена важная роль СК в выключении питающих опухолевые ткани сосудов при фотодинамической терапии, высокая токсичность фотосенсибилизаторов не позволяет сделать вывод об исключительном влиянии СК на сосудистое русло. Предложенный метод позволяет изучить фотоиндуцированную генерацию синглетного кислорода на изменение параметров сосудистого русла.

Исследования, проведенные группой авторов и представленные в работе [4], посвящены рассмотрению примеров ошибок оценки электрической оси сердца (ЭОС), свойственных визуальным (ручным) методам анализа ЭКГ, к которым неизбежно добавляются субъективные ошибки считывания значений амплитуд с записи ЭКГ. При цифровом автоматическом анализе точность оценки значений амплитуд, а значит, точность расчетов всецело определяются только уровнем помех при регистрации ЭКГ, что позволяет избежать грубых ошибок в оценке.

Изучению нейрофизиологических закономерностей в электроэнцефалографических сигналах у пациентов с болезнью Паркинсона (БП) на первой стадии посвящена работа [5], в которой авторами предложен метод анализа всплескообразной электрической активности. Анализ корреляции между количеством всплесков в частотном диапазоне физиологического тремора и возрастом пациентов с БП выявил существенные различия между пациентами с правосторонним и левосторонним дебютом БП. БП обычно прогрессирует с возрастом. Фактором, способствующим прогрессированию БП, можно считать увеличение возраста. Было высказано предположение, что доминирующие и недоминирующие руки могут иметь разную специализацию. Гипотеза моторной латерализации предполагает, что когда правая рука доминирует, она специализируется на прогнозирующем контроле динамики плавных и эффективных движений. Напротив, недоминирующая левая рука специализируется на устойчивости к непредвиденным нарушениям. Авторы выявили закономерности в данных, полученных при помощи ЭМГ у пациентов с болезнью Паркинсона.

В нескольких научных работах представлены исследования при помощи лазерной доплеровской флоуметрии, что свидетельствует о широких возможностях ее применения. В работе [6] методами лазерной доплеровской флоуметрии и флуоресцентной спектроскопии изучались особенности микроциркуляции тканей матки при миомэктомии. В настоящее время идет активный поиск путей повышения качества оценки функционального состояния псевдокапсулы и окружающей мышечной ткани при лапароскопии для решения вопроса о целесообразности сохранения псевдокапсулы и предупреждения развития рецидивов в послеоперационном периоде. Применение оптических технологий, которые в настоящее время успешно внедряются в минимально инвазивную хирургию, является одним из путей решения этой задачи. Метод флуоресцентной спек-

троскопии (ФС) широко используется для оценки состояния биологических тканей в медицине, в том числе в гинекологической практике. Суммарное излучение содержит много информации, имеющей диагностическое значение, поскольку представляет собой сумму вкладов автофлуоресценции флуорофоров. Изменения, происходящие в состоянии клеток и тканей во время физиологических или патологических процессов, приводят к модификации количества и распределения эндогенных флуорофоров и химико-физических свойств их микроокружения.

Метод лазерной доплеровской флоуметрии предложен [7] для оценки состояния микроциркуляции крови кожи после проведения ультразвукового пилинга. Авторами дается оценка влияния процедуры ультразвукового пилинга, осуществляемого аппаратом для ультразвуковой чистки лица «BON-990 Gezatone» в домашних условиях, на состояние кожи лица. Ультразвуковая чистка лица является достаточно эффективной процедурой для улучшения кровообращения, при регулярном проведении данной процедуры можно улучшить местное кровообращение и состояние кожи лица даже в домашних условиях.

На секции был представлен ряд докладов, посвященных исследованиям новых, более точных методов диагностики с использованием современных информационных технологий.

В работе [8] рассматривается метод спектроскопии для диагностики локальной тканевой гемодинамики и сосудистого русла. Предложен метод спектроскопии с зондированием биологической ткани в красной и инфракрасной областях спектра [так называемый *time resolved (TR) near infrared spectroscopy (NIRS)*]. Применение спектрофотометрии позволяет контролировать приживление тканевых лоскутов, снабжение кислородом и васкуляризацию с целью предотвращения гипоксии и некроза тканей, что необходимо в послеоперационный период в реконструктивной и пластической хирургии. Авторы пришли к выводу, что спектрофотометрия биологических тканей в красной и ближней инфракрасной областях спектра является перспективным методом интраоперационной диагностики локального кровотока и сосудистых структур. Следующим шагом авторы видят разработку роботизированных систем интраоперационной диагностики для различных областей хирургии.

В работе [9] рассмотрены проблемы диагностики патологии внепеченочных желчных протоков на основе анализа реперных схем эталонных эндосонограмм. Одной из частых хирургических патологий является синдром механической желтухи. Основное место среди этиологии развития механического холестаза (около 80 %) занимают доброкачественные заболевания, развивающиеся на фоне желчнокаменной болезни. В 20 % случаев обструкция желчных протоков вызвана ростом опухолей. Предложена нечеткая гибридная модель дифференциальной диагностики обструктивной патологии внепеченочных желчных протоков периапулярной локализации, использующая признаки, получаемые путем анализа изображений, формируемых в ходе эндоскопической ультрасонографии. Математическая модель показала эффективность предложенного метода диагностики на уровне 0,93. Для повышения эффективности представленной модели рекомендуется учитывать характеристики не только патологических образований, но отношение их к магистральным сосудам, а также состояние лимфатических узлов.

В статье [10] обсуждается место донозологической диагностики в науке и медицине, функциональный и физиологический состав гармонических реакций организма. Автором предложен метод, который можно применять к ритмограммам донозологических состояний при малых отклонениях от нормы, т. е. для молодых здоровых людей в состоянии покоя. В своих последующих работах автор рассматривает значение нормального закона распределения фаз ритма сердца [11], предлагает методы по определению количественного вклада симпатического или парасимпатического влияний на ритм сердца, оценки динамики хода биоритмов человека. В развитии этого направления этим автором в работах [12], [13] рассмотрены воп-

росы действия усвоенных низкочастотных влияний на ритм сердца, распределения реальных ритмограмм сердца. Предложен гармонический механизм с разложением на гармоники (моды) базовой внешней длинноволновой компоненты, позволяющий внести понятия «гармоники болезни» и «гармоники здоровья». Показано, что разные механизмы параметрического восстановления, работающие с запаздыванием относительно друг друга, являются необходимым и достаточным условием для формирования результирующего автоколебательного характера параметрической нормализации ритма сердца.

В работе [14] автор проводит исторический анализ от первых методов диагностики колоректального рака до современных молекулярных методов, которые позволяют диагностировать заболевание на ранних стадиях. В современной медицине изучение опухоли на клеточном и субклеточном – молекулярном уровне открывает новые горизонты диагностики заболевания на ранних стадиях. Использование этих знаний позволяет своевременно и эффективно внедрять профилактические мероприятия и проводить образовательные проекты, защищающие население от злокачественных новообразований.

Экспресс-диагностика вирусных заболеваний, таких как COVID-19, корь, ветряная оспа и других, в настоящее время является чрезвычайно актуальной темой. Традиционные тесты, такие как ПЦР (полимеразная цепная реакция) и выявление антител в крови, недостаточно оперативны. В статье [15] показано, что с учетом широкого распространения вирусных заболеваний целесообразны разработка и использование мало-затратных способов, определяющих наличие у инфицированного человека активной фазы выделения вируса в реальном времени. В работе приводится способ экспресс-диагностики вирусных заболеваний в фазе активного выделения вируса, который включает в себя контроль параметров пациента, наличие заболевания диагностируют по фазе активного выделения пациентом вирусов, а контроль данной фазы осуществляют путем подсчета числа наночастиц в диапазоне 0,05...0,55 мкм в отобранной для тестирования порции воздуха из окружающего пациента воздушного пространства, преимущественно струи выдыхаемого им воздуха, и в случае превышения порогового значения принимают решение о наличии вирусного заболевания.

В работе [16] рассматриваются современные технологии для реализации эффективного функционирования системы здравоохранения. Главными задачами являются развитие превентивной медицины и повышение качества медицинской помощи, а также обеспечение эффективного управления и информированности населения путем активного внедрения в качестве инноваций цифровых технологий (ЦТ) и систем для реализации эффективного функционирования системы здравоохранения. Основными трендами развития цифровой медицины в России и в мире в настоящее время являются: искусственный интеллект (новые решения для диагностики и лечения); большие данные (облачное хранение и аналитика); телемедицина и приложения (решения в период эпидемии); блокчейн (безопасность и достоверность личных данных пациентов); медицинский интернет вещей (гаджеты на защите здоровья); VR в медицине (реальная помощь пациентам). При этом эффективное клиническое использование цифровых технологий заключается в снижении количества осложнений и неблагоприятных исходов, а также в социально-экономической выгоде и улучшении качества жизни.

В работе [17] автор обосновывает использование исследований сетчатки в качестве «универсальной модели» при междисциплинарном подходе в медицинских исследованиях, что также касается вопросов ограничения в применении технологий искусственного интеллекта при анализе изображений сетчатки и их систематизации.

В работе [18] представлены материалы по применению нейросетевой технологии для дифференциальной диагностики паразитарных заболеваний желудочно-кишечного тракта (ЖКТ). Показано, что применение нейросетевых технологий свидетельствует об их перспективности для дифференциальной диагностики паразитарных желудочно-кишечных заболеваний. Внедрение в практику нейронных сетей может оказать

помощь в принятии решений при охвате широкого спектра симптомов паразитарных заболеваний ЖКТ.

## Заключение

На XV Международной научной конференции «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии – ФРЭМЭ'2022» в секции «Методы и средства диагностики и лечения заболеваний» были рассмотрены вопросы решения актуальных медицинских проблем на основе современных достижений науки и техники. Дискуссия в рамках секции показала большой интерес участников конференции к современным подходам по оценке состояния организма человека, разработке новых методов и средств диагностики, лечения, профилактики заболеваний, определению наиболее перспективных направлений с использованием современных информационных, аналитических, медико-технических подходов и технологий исследований, способствующих получению важных теоретических и научно-практических результатов.

### Список литературы:

1. *Зайченко К.В., Кордюкова А.А.* Методика электрокардиографического контроля наступления искусственной ишемии на базе метода электрокардиографии / Труды XV Международной научной конференции «ФРЭМЭ'2022» с научной молодежной школой имени И.Н. Спиридонова. Владимир-Суздаль, 28-30 июня 2022 г. С. 38-42.
2. *Зайченко К.В., Гуревич Б.С., Rogov С.А., Кордюкова А.А.* Вейвлет-анализ электрокардиосигналов на акустооптических процессорах / Труды XV Международной научной конференции «ФРЭМЭ'2022» с научной молодежной школой имени И.Н. Спиридонова. Владимир-Суздаль, 28-30 июня 2022 г. С. 68-71.
3. *Новикова И.Н., Волков М.В., Ератова Л.В., Мяслицин Д.И., Дремлин В.В.* *In vivo* исследование влияния прямой оптической генерации синглетного кислорода на изменение параметров сосудистого русла / Труды XV Международной научной конференции «ФРЭМЭ'2022» с научной молодежной школой имени И.Н. Спиридонова. Владимир-Суздаль, 28-30 июня 2022 г. С. 75-79.
4. *Бритин С.Н., Бритина М.А., Власенко Р.Я.* Ошибки оценки электрической оси сердца / Труды XV Международной научной конференции «ФРЭМЭ'2022» с научной молодежной школой имени И.Н. Спиридонова. Владимир-Суздаль, 28-30 июня 2022 г. С. 83-87.
5. *Сушкова О.С., Морозов А.А., Габова А.В., Карабанов А.В., Иллариошкин С.Н.* Метод анализа всплескообразной электрической активности для исследования нейрофизиологических закономерностей болезни Паркинсона на первой стадии / Труды XV Международной научной конференции «ФРЭМЭ'2022» с научной молодежной школой имени И.Н. Спиридонова. Владимир-Суздаль, 28-30 июня 2022 г. С. 46-56.
6. *Крутикова В.Ю., Поленов Н.И., Закураева К.А., Голубова Н.В., Ярмолинская М.И., Коган И.Ю., Потапова Е.В.* Исследование особенностей микроциркуляции тканей матки при миомэктомии методами лазерной доплеровской флоуметрии и флуоресцентной спектроскопии / Труды XV Международной научной конференции «ФРЭМЭ'2022» с научной молодежной школой имени И.Н. Спиридонова. Владимир-Суздаль, 28-30 июня 2022 г. С. 50-54.
7. *Паршакова В.Е., Потапова Е.В.* Оценка состояния микроциркуляции крови кожи лица методом лазерной доплеровской флоуметрии после проведения ультразвукового пилинга / Труды XV Международной научной конференции «ФРЭМЭ'2022» с научной молодежной школой имени И.Н. Спиридонова. Владимир-Суздаль, 28-30 июня 2022 г. С. 58-61.
8. *Секменева С.А., Боровков П.В., Сафонова Л.П.* Диагностика локальной тканевой гемодинамики и сосудистого русла методом спектрофотометрии / Труды XV Международной научной конференции «ФРЭМЭ'2022» с научной молодеж-

ной школой имени И.Н. Спиридонова. Владимир-Суздаль, 28-30 июня 2022 г. С. 42-46.

9. *Белозеров В.А., Корневский Н.А., Стародубцева Л.В., Шевченко Н.И., Прокопов В.А., Комарицкий Д.А.* Диагностика патологии внепеченочных желчных протоков периапулярной локализации по данным эндоскопической ультрасонографии на основе анализа реперных схем эталонных эндосонограмм / Труды XV Международной научной конференции «ФРЭМЭ'2022» с научной молодежной школой имени И.Н. Спиридонова. Владимир-Суздаль, 28-30 июня 2022 г. С. 79-83.
10. *Кузнецов А.А.* Место донозологической диагностики в науке и медицине / Труды XV Международной научной конференции «ФРЭМЭ'2022» с научной молодежной школой имени И.Н. Спиридонова. Владимир-Суздаль, 28-30 июня 2022 г. С. 82-96.
11. *Кузнецов А.А.* О роли нормального закона распределения фаз ритма сердца / Труды XV Международной научной конференции «ФРЭМЭ'2022» с научной молодежной школой имени И.Н. Спиридонова. Владимир-Суздаль, 28-30 июня 2022 г. С. 96-100.
12. *Кузнецов А.А.* Об усвоенных низкочастотных влияниях на ритм сердца / Труды XV Международной научной конференции «ФРЭМЭ'2022» с научной молодежной школой имени И.Н. Спиридонова. Владимир-Суздаль, 28-30 июня 2022 г. С. 100-104.
13. *Кузнецов А.А.* Распределения реальных ритмограмм сердца / Труды XV Международной научной конференции «ФРЭМЭ'2022» с научной молодежной школой имени И.Н. Спиридонова. Владимир-Суздаль, 28-30 июня 2022 г. С. 104-108.
14. *Романова М.А.* Совершенствование методов и разновидности подходов ранней лабораторной диагностики колоректального рака / Труды XV Международной научной конференции «ФРЭМЭ'2022» с научной молодежной школой имени И.Н. Спиридонова. Владимир-Суздаль, 28-30 июня 2022 г. С. 79-83.
15. *Кирвичников А.П.* Способ экспресс-диагностики вирусных заболеваний в фазе активного выделения вируса / Труды XV Международной научной конференции «ФРЭМЭ'2022» с научной молодежной школой имени И.Н. Спиридонова. Владимир-Суздаль, 28-30 июня 2022 г. С. 111-115.
16. *Сушкова Л.Т.* Инновации в системе здравоохранения / Труды XV Международной научной конференции «ФРЭМЭ'2022» с научной молодежной школой имени И.Н. Спиридонова. Владимир-Суздаль, 28-30 июня 2022 г. С. 87-90.
17. *Сдобникова С.В.* Роль исследований сетчатки при междисциплинарном подходе к диагностике и лечению системной патологии / Труды XV Международной научной конференции «ФРЭМЭ'2022» с научной молодежной школой имени И.Н. Спиридонова. Владимир-Суздаль, 28-30 июня 2022 г. С. 108-111.
18. *Абдуллаев Н.Т., Мусеви У.Н.* Применение нейросетевой технологии для дифференциальной диагностики паразитарных заболеваний желудочно-кишечного тракта / Труды XV Международной научной конференции «ФРЭМЭ'2022» с научной молодежной школой имени И.Н. Спиридонова. Владимир-Суздаль, 28-30 июня 2022 г. С. 115-117.

*Владимир Николаевич Буренков,  
д-р мед. наук, профессор,  
кафедра теоретических и медико-биологических основ физической культуры,  
Людмила Тихоновна Сушкова,  
д-р техн. наук, профессор,  
кафедра электроники, приборостроения  
и биотехнических систем,  
ФГБОУ «Владимирский государственный  
университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых»,  
г. Владимир,  
e-mail: vlad-burenkov@yandex.ru*