

## ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ И ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ

*Ярмолинский В.И.,<sup>1</sup> Губкин С.В.,<sup>2</sup>*

*ООО «Компания ЭЛТА», Москва, Россия<sup>1</sup>*

*Белорусский государственный медицинский университет,  
Минск, Республика Беларусь<sup>2</sup>*

**Аннотация.** Развитие информационных технологий и приборов домашнего самоконтроля ведет к созданию удобных сервисов для дистанционного консультирования граждан, заботящихся о своем здоровье. Усилия разработчиков направлены в первую очередь на создание систем массовой кардиологической диагностики, в которой нуждается большая часть населения. Раскрывая растущий потенциал современной телемедицины, авторы обращают внимание на возможность внедрения систем дистанционной диагностики в учреждениях образования, на кафедрах физического воспитания и спорта, в вузовских профилакториях. Они могут приобрести удобный инструмент для круглогодичного мониторинга физического и функционального состояния учащихся и студентов, сотрудников, занимающихся оздоровительной физической культурой и спортом.

**Ключевые слова:** здоровье, физическая культура, цифровые технологии, телемедицина, носимая электроника, мобильные приложения, консультативный портал.

Качество и доступность медицинских и оздоровительных услуг сегодня все больше определяется научными достижениями и цифровыми технологиями, внедряемыми в различных устройствах и на разных стадиях диагностики: в носимых и стационарных приборах, умных часах и мобильных приложениях, компьютерных программах и облачном сервисе, телекоммуникациях и интернет-конференциях, управлении нанороботами и использовании систем искусственного интеллекта.

Телемедицина из профессиональной сферы постепенно трансформируется в сферу бытовую, давая возможность не только врачам издалека услышать мнение своих коллег, но и обычным гражданам – получить консультацию высококвалифицированного специалиста, переслать свои данные в удаленный медцентр и т.д. Главная задача разработчиков систем дистанционного контроля – обеспечить доступность такой услуги, ее оперативность, надежность, невысокую стоимость. Миссия врачей – дать достоверное заключение, ясные рекомендации, вовремя выявить ургентные и преморбидные состояния. Преследуется цель – клиент может обратиться в медицинский центр, когда угодно и откуда угодно, в идеале - круглосуточно, находясь дома, в офисе или на загородной даче, в местной командировке или заграничной поездке.

Для достижения этой цели необходимы три основные составляющие: приборы для точного и объективного измерения физиологических показателей, мобильное приложение или домашняя компьютерная программа для пересылки данных на консультативный портал, программное обеспечение, размещаемое

на удаленном сервере и собственно медицинский центр, занимающийся экспертизой присланных материалов. С развитием систем искусственного интеллекта разработчики предвидят полную автоматизацию приема и обработки больших потоков данных, однако в текущее время главными экспертами физиологических параметров остаются квалифицированные врачи.

С учетом названных составляющих активно развивается медицинская микроэлектроника, носимые приборы для контроля ЧСС, ЭКГ, АД, параметров дыхания, концентрации уровня глюкозы в крови, насыщения крови кислородом и др. Эти приборы становятся все более компактными, удобными и недорогими. Развиваются мобильные приложения для смартфонов, обеспечивая прием и первичный анализ параметров, измеренных приборами, их передачу на удаленный сервер. Усложняются программы самого сервера, позволяя собирать данные от приборов разных производителей, расширять структуру и содержание личного кабинета, автоматизировать анализ длинных записей, сортировать их в соответствии с заданными критериями, переадресовать сигналы узким специалистам. Связь с пациентом здесь возможна по мобильному телефону, через популярные мессенджеры, лечащего врача поликлиники и даже скорую помощь. Для мониторинга здоровья и оказания консультаций в ряде стран создаются специализированные центры, где постоянно дежурят операторы, инженеры, эксперты, представители служб спасения. Впрочем, те же цифровые технологии помогают многим участникам процесса выполнять свои функции, не выходя из дома или офиса.

Цель настоящей работы – отразить собственные достижения в области проектирования систем дистанционного кардиомониторинга и определить проблемы и направления их развития в сфере спорта и физической культуры.

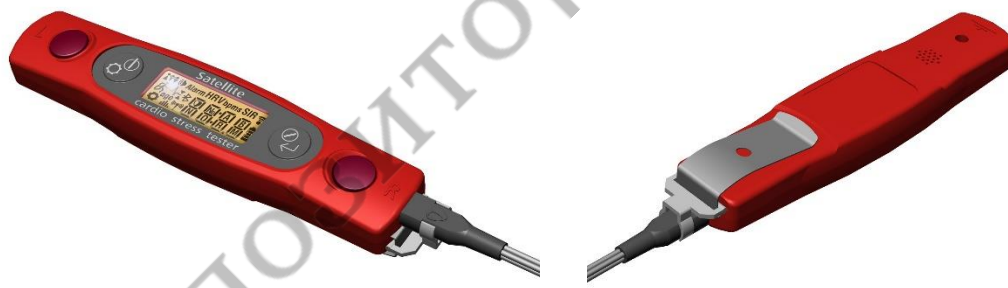
Центральной задачей внедрения такой системы здесь следует считать профилактику участвовавших случаев внезапной сердечной смерти (ВСС) молодых людей, переносящих физические нагрузки, а также содействие росту эффективности тренировок спортсменов. Учебные программы по дисциплине «Физическая культура», календари соревнований, вновь актуализированные физические нормативы, нормы ГТО пока напрямую не связываются с необходимостью функционального тестирования студентов, а потому несут известные риски.

Физиологическая стоимость физических усилий спортсменов не оценивается в первую очередь из-за отсутствия подходящих «для улицы» приборов, а во-вторых – из-за низки мотивации и неготовности тренеров такие приборы применять. «Измерения не должны подменять практические занятия, они обременительны, трудоемки, этого не требуют должностные инструкции» – таков примерный перечень доводов преподавателей физической культуры при отказе от систематических научных наблюдений. В то же время большинство из них признает полезность физиологической информации, приветствует обследование студентов в научной лаборатории. Однако пропуская

способность этих лабораторий невелика, и с их помощью невозможно организовать масштабный мониторинг здоровья.

Решением проблемы может стать разработанная нами система дистанционного кардиоконтроля «Ночной дозор», функционирующая как в режиме ближней радиотелеметрии, так и в режиме интернет-передачи данных. Ее можно применять перед началом учебных занятий, по ходу тренировки спортсменов, а также в условиях домашнего самоконтроля. На освоение методики измерений и мобильных приложений студентам и преподавателям достаточно одного-двух семинаров. База данных и программы группового телеметрического контроля размещаются на кафедральном компьютере, углубленный анализ сигналов производится медицинским центром через data-центр телеоператора мобильных средств связи.

Учитывая специфику возможных областей применения приборов, нами было принято решение не ограничиваться формальной передачей ЭКГ в интернет, как это делают многие производители. Созданный портативный телемедицинский кардиорегистратор-монитор «Сателлит» (рисунок 1-2) имеет встроенный дисплей, на котором сразу отображается предварительная оценка функционального состояния испытуемого и даются голосовые комментарии. На цифровом табло иллюстрируются три важнейших параметра ритма сердца: частота сердечных сокращений (HR, bpm), стресс-индекс (SI) и вариационный размах (HRV, ms), которые указывают на риски срыва адаптации при болезни или физической подготовке



**Рисунок 1-2. – Портативный телемедицинский кардиорегистратор-монитор «Сателлит»**

В отличие от известных фитнес-трекеров и умных часов, здесь снимается клинически значимая электрокардиограмма, которую можно просмотреть на компьютере, в мобильном телефоне или на планшете (рисунок 3-4).



**Рисунок 3-4. – Съем ЭКГ в I стандартном отведении и ее отображение на смартфоне**

При необходимости съема 12 общепринятых электрокардиографических отведений используется торцевой электрод или кабель с клеющимися электродами. В последнем случае прибор можно использовать как монитор непрерывного слежения и применять при велоэргометрических пробах, работе за компьютером, в ходе ночной записи ЭКГ.

Групповой контроль состояния студентов осуществляется, как правило, по встроенному радиоканалу, без подключения к сети интернет (рисунок 5-6). Данные могут собираться непосредственно в ноутбук преподавателя физической культуры.



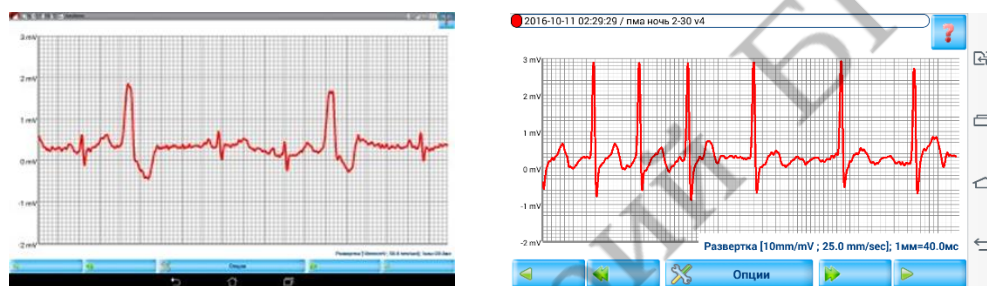
**Рисунок 5-6. – Групповой сбор данных по радиотелеметрии**

При выявлении тревожных симптомов у кого-либо из участников занятий ЭКГ по каналу Bluetooth записывается на мобильный телефон или планшет, где ее можно визуально сравнить с изначально записанным («эталонным») сигналом и обработать приложением (рисунок 7-8). В случае затруднений с анализом и интерпретацией запись пересылается через интернет в удаленный медцентр.



**Рисунок 7- 8. – Сравнительный визуальный анализ кардиоцикла, выполняемый с помощью в мобильного приложения (скриншоты)**

Отметим, что экспериментальные наблюдения за состоянием студентов в различных учебных отделениях нередко выявляли отклонения в работе сердца, что не было отражено в медицинских справках (рисунок 9-10). Выявлены случаи аритмии, тахикардии, брадикардии, экстрасистолии, синдрома WPW и др.

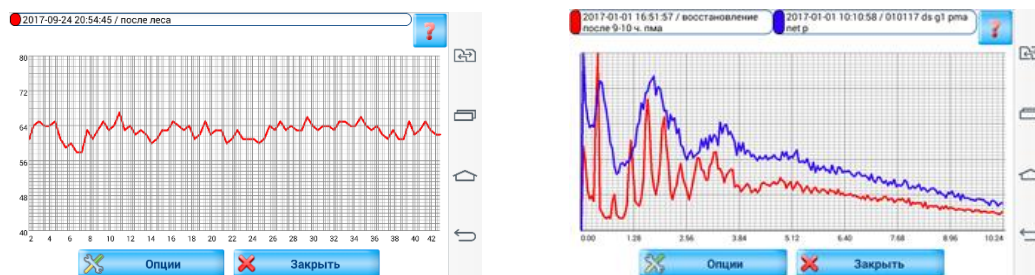


**Рисунок 9-10. – Экспериментальные материалы экспресс-контроля ЭКГ в учебных группах**

Это подчеркивает актуальность динамического наблюдения за всеми участниками учебно-тренировочного процесса - от специальных медицинских групп до спортивных секций.

Одна из важных особенностей прибора и мобильных приложений – возможность проведения самостоятельного тестирования в домашних условиях. Голосовые сообщения облегчают настройки и корректируют действия пользователя. В приборе предусмотрен режим пробы Руфье, с ним удобно выполнять активную ортопробу, степ-тест. Это позволяет разгрузить преподавателя от подобных тестов в ходе занятий. Видится такая модель организации кардиомониторинга: накануне занятий, тренировки студенты, обеспеченные приборами, дома выполняют необходимые измерения, тесты и высылают их результаты в базу данных. Сотрудник научной лаборатории обобщает материалы по учебной группе и представляет их преподавателю перед занятием. Он может также провести более глубокий анализ ЭКГ и сердечного ритма, используя дополнительные программные средства. Речь идет

об анализа variability ритма сердца, контурном и спектральном анализе, изучении трендов первой производной и др. (рисунок 11-12)



**Рисунок 11-12. – Контроль ритмокардиограммы и частотного спектра ЭКГ**

Подводя итог, можно сказать, что применение подобных приборов и приложений выполняет также образовательную функцию, расширяя круг знаний и навыков в вопросах самоконтроля у самих студентов и их преподавателей.

Сегодня функции и назначение систем дистанционного мониторинга быстро расширяются. Развитие интернета вещей и категории «умный дом» дополняется созданием постоянно носимых гаджетов для контроля здоровья человека, которые будут функционировать по технологии IoT (статус которой выше, чем WiFi), непрерывно передавая физиологические сигналы пользователей электронных «липучек» или браслетов в сеть интернет. Это крайне важно для кардиобольных, операторов ответственных производств, водителей, спасателей. Несомненно, такая технология получит признание и в образовательной, и в спортивной сфере, где также следует снижать риски и исключать перенапряжение.

#### Литература

1. Ярмолинский, В. И. Современный взгляд на телемедицину / В. И. Ярмолинский, А. В. Морозов, С. В. Губкин // Кардиология Беларуси. – 2017. - № 3. - С. 28-29.
2. Ярмолинский, В. И. Высокие технологии самоконтроля / В. И. Ярмолинский // Наука и инновации. – 2016. - № 12. – С. 28-29.
3. Ярмолинский, В. И. Функциональный контроль в физическом воспитании студентов: опыт, инновации, перспективы / В. И. Ярмолинский, А. Я. Луневич, Ю. Ф. Глухов // Научно - педагогические школы в сфере спорта и физического воспитания: материалы I Всерос. науч.-практ. конф. – М.: РГУФКСМиТ, 2016. – С. 157-170.
4. Ярмолинский, В. И. Авторские методики и технические разработки для сферы физической культуры и спорта / В. И. Ярмолинский // Вопросы

физического воспитания студентов вузов : сб. науч. ст., вып.12. / редкол. В.А. Коледа (отв. ред.) [и др.]. - Мн.: БГУ, 2016 – С.180-200.

5. Ярмолинский, В. И. Развитие e-health технологий и носимых гаджетов для самоконтроля функций кардиореспираторной системы в покое и при физических нагрузках / В. И. Ярмолинский, А. Я. Луневич, Ю. Ф. Глухов // Ритм сердца и тип вегетативной регуляции в оценке уровня здоровья населения и функциональной подготовленности спортсменов: матер. VI Всерос. симпозиума / отв. ред. Н. И. Шлык., Р. М. Баевский. – Ижевск : Удмурт. ун-т, 2016. - С. 301-305.

Репозиторий БГМУ