Ю.Р. Агапова, В.В. Темников

РАЗРАБОТКА ПОРТАТИВНОГО ГАЗОАНАЛИЗАТОРА ДЛЯ АНТИСМОКИНГОВЫХ ПРОГРАММ

МУЗ Горбольница «Свободный сокол», Липецкий государственный технический университет, г. Липецк

Резюме. Разработано устройство, предназначенное для ношения на теле человека, позволяющее на основе регистрации факта повышения концентрации монооксида углерода регистрировать и предоставлять лечашему врачу сведения о количестве выкуриваемых сигарет для коррекции тактики лечения от никотиновой зависимости.

Ключевые слова: табакокурение, никотиновая зависимость, регистарция актов курения, коррекция тактики лечения.

Актуальность. Самой распространенной вредной привычкой является табакокурение. На данный момент Россия занимает первое место по потреблению табака в мире, а также первое место по подростковому курению. Согласно последним данным Всемирной Организации Здравоохранения, курение в России ежегодно убивает 332.000 человек. Оно, как свидетельствует статистика, является большим злом по сравнению с несчастными случаями, вроде авиа- или автокатастроф.

Сейчас в России регулярно курят 75% мужчин и 21% женщин и это несмотря на то, что в нашей стране идет пропаганда антикурения.

Курение сигарет в 25% случаев является причиной заболеваний сердца, в 75% случаев — причиной бронхита, и в 90% - причиной смерти от рака лёгких. Болезни сердца и лёгких находятся на первом месте по заболеваемости в нашей стране.

Процент мужчин в возрасте 35 лет, которые могут умереть в возрасте до 65 лет: некурящие — 15%; курящие 1—14 сигарет в день—20%; курящие 15—24 сигареты в день — 25%; курящие более 25 сигарет в день — 40%.

В среднем человек, выкуривающий в день 25 сигарет, не доживает 5 лет (данные исследований, проведенных в США и Англии за последние 10 лет). Риск развития рака полости рта или гортани у курильщиков в 5—10 раз выше, чем у некурящих. У курильщиков также чаще встречается рак поджелудочной железы, почек и мочевого пузыря.

Во многих цивилизованных странах основной причиной смертности является ишемическая болезнь сердца (ИБС). Около 30% случаев ИБС в Англии можно считать результатом курения. В возрасте до 65 лет курильщики умирают от ИБС в 2 раза чаще, чем некурящие, а злостные курильщики в 3,5 раза чаще. Увеличиваются число курящих женщин и смертность среди них от ИБС. Внезапная смерть может оказаться первым проявлением ИБС, особенно у мужчин молодого возраста, она тесно коррелирует с числом выкуриваемых сигарет. Курение может спровоцировать приступ стенокардии, снижает способность переносить большие физические нагрузки.

У курящих значительно повышается степень атеросклеротического сужения наиболее мелких коронарных артерий. Около 95% лиц, страдающих болями в ногах,

возникающими при ходьбе, являются курильщиками. У многих из них развивается гангрена и появляется необходимость в ампутации. В сосудах повышается адгезивность тромбоцитов, что способствует тромбообразованию. Карбоксигемоглобинемия у привычных курильщиков выражена в такой степени, что вызывает полицитемию, в результате чего увеличивается вязкость крови.

У курильщиков почти в 5 раз выше частота смертных случаев от аневризмы аорты. Существует также зависимость между частотой инсульта и курением.

При прекращении курения снижается риск ИБС у лиц в возрасте до 65 лет. Если человек воздерживается от курения на протяжении 10 лет, риск ИБС становится близким к таковому у некурящих. У курящих, страдающих гипертензией, заболевание достоверно прогрессирует с переходом в злокачественную форму с осложнениями.

Побочные эффекты длительного курения проявляются в двух разных формах заболевания легких - хроническую гиперсекрецию слизи, сопровождающуюся стойким приступообразным кашлем с мокротой, называют простым хроническим бронхитом и хроническое обструктивное заболевание легких сопровождается затруднением дыхания вследствие сужения главным образом мелких воздухоносных путей, обусловлено степенью выраженности патологических изменений легочной ткани. В последнем случае развивается эмфизема, которая отличается прогрессирующим течением, практически необратима и может приводить к инвалидизации и смерти.

Зависимость от курения делится на 2 вида: психологическую и физическую. Физическая зависимость наступает при длительном воздействии никотина и смол на организм и лечится с применением специальных средств в клиниках. Но человек, выходя из клиники, чаще всего не может самостоятельно справиться с желанием курить.

В последние годы наметилась тенденция увеличения значимости проблемы курения. В стране развернута борьба с использованием различным методик отказа и замены сигарет на менее вредные электронные сигареты, никотиновые жвачки и пластыри. Вот уже несколько лет проходит международный конкурс «Брось курить и выиграй» при содействии НИИ Пульмонологии МЗ РФ и ГНИ Центра профилактической медицины МЗ РФ. Кроме того, стали появляться специализированные антисмокинговые кабинеты, где можно получить консультацию врача и рекомендации для отказа от курения, развиваются антисмокинговые программы, но всё это неэффективно если человек не желает отказываться от курения.

В рамках антисмокинговых программ преимущественно за рубежом используются газоанализаторы, способные регистрировать концентрацию монооксида углерода в выдыхаемом альвеолярном воздухе, что позволяет зафиксировать факт курения, что используется с целью содействия отказу от курения (контроль динамики состояния, демонстрация опасности курения и эффективности здорового образа жизни). Относительными «недостатками» известных приборов являются: прежде всего, высокая рыночная стоимость, обусловленная их полифункциональностью

(способны определять содержание карбоксигемоглобина при отравлении угарным газом и др. функции), размеры не менее 10 см в длину, что затрудняет суточное мониторирование, и самое главное - необходимость пациенту специально выполнять выдох в загубник (что не позволит фиксировать скрытое курение).

Целью данного проекта являлась разработка портативного газоанализатора для регистрации актов курения.

Материал и методы исследования. Разрабатываемое устройство должно отвечать следующим требованиям:

- факт курения должен фиксироваться не зависимо от желания пациента, т.е. не требовать специальных манипуляций и отвлечения внимания от повседневной жизни;
- быть универсальным, т.е пригодным для применения и внутри помещений и на улице;
- малогабаритным;
- неинвазивным;
- удобным и простым в использовании;
- быть надёжным и недорогим;
- датчик должен не раздражать кожу и не оставлять после себя заметных следов даже при регулярном и длительном использовании.

Для прибора был использован корпус для ручных приборов серии ERGO-CASE фирмы OKW. Корпуса Ergo разработаны для приборов, которые предназначены для ношения на теле человека, обладают эргономичной формой. В корпусе имеется батарейный отсек. Плоская торцевая часть удобна для размещения разъемов и индикаторов. Материал – безопасный акрилонитрил-бутадиен-стирол (ABS).

Блок-схема прибора представлена: датчик, микроконтроллер, блок питания и блок индикации.

На торце прибора расположен датчик MQ-7. Определение концентрации CO основано на изменении сопротивления чувствительного элемента. Он состоит из чувствительного слоя оксида олова SnO2 расположеноого на пластине Al2O3, на керамической подложке, окруженной стальной оболочкой. Внизу имеется выводы питания и сигнала, а также нить накала.

При разработке проекта был выбран контроллер фирмы Atmel, ATmega8. Микроконтроллер Atmega8 оснащен внутрисистемно программируемой Flash памятью емкостью 128 Кбайт, 4 Кбайт EEPROM и 4 Кбайт SRAM. В систему команд этого микроконтроллера включена команда ELPM, необходимая для обеспечения непрерывного табличного поиска в старшей половине адресов Flash памяти. Файл регистров быстрого доступа, содержит 32 8-разрядных рабочих регистра общего назначения связанных непосредственно с ALU. За один тактовый цикл из файла регистров выбираются два операнда, выполняется операция, и результат вновь возвращается в файл регистров. Шесть из 32 регистров могут быть использованы как три 16-разрядных регистра указателя косвенной адресации адресного пространства

данных, обеспечивающие эффективное вычисление адресов. Один из этих указателей адреса используется, также как указатель адреса для функции непрерывного просмотра таблиц. Эти 16-разрядные дополнительные регистры обозначаются X-регистр, Y-регистр и Z-регистр.

ALU поддерживает арифметические и логические операции между регистрами или - между константой и регистром. Выполняются в ALU и операции с отдельными регистрами. На рисунке 9 показана AVR расширенная RISC архитектура микроконтроллеров ATmega8. Все пространства памяти AVR архитектуры линейны и регулярны.

Блок защиты от обнуления данных представлен в виде ibutton ключа. Этот ключ работает по 1-wire протоколу. 1-Wire - двунаправленная шина связи для устройств с низкоскоростной передачей данных (обычно 15,4 Кбит/с, максимум 125 Кбит/с в режиме overdrive), в которой данные и питание передаются по одной линии (то есть всего используются два провода — один для заземления, а второй для питания и данных; в некоторых случаях используют и отдельный провод питания). Разработана корпорацией Dallas Semiconductor и является её зарегистрированной торговой маркой.

В устройстве используется питание от одного литиевого-полимерного аккумулятора напряжение 1.5 вольта и током 1500 миллиампер в час. Для питания датчика и контроллера требуется не менее 5 вольт и током 150 миллиампер в час. Для преобразования тока/напряжения будем использовать импульсный dc/dc конвертор.

Полученные результаты и их обсуждение. Портативный прибор для регистрации сигаретного дыма необходим для контроля и быстрой регистрации превышения концентрации монооксида углерода в окружающем человека воздухе и свидетельствующий о нарушении рекомендаций антисмокинговой программы. Пассивное курение также будет расценено как акт курения, что мотивирует уход из мест курения.

Прибор закрепляют на шее пациента при помощи свободной тесьмы, при этом датчик должен быть расположен в направлении подбородка.

При выдохе сигаретного дыма из лёгких человека вокруг него повышается концентрация монооксида углерода. На датчике оседают частицы монооксида углерода и как следствие возникает разность потенциалов. Микроконтроллер записывает в энергонезависимую память превышение пределов напряжения поступающего с датчика. Пределы выбираются при калибровке устройства. Калибровка производится с заданным интервалом времени. Это требуется для нивелирования вероятности ложных срабатываний устройства.

На семисигментном индикаторе мы можем наблюдать количество превышений предела концентрации монооксида углерода – собственно актов курения за определенный промежуток времени – рекомендуемая величина -1 сутки.

Для того чтобы снизить количество срабатываний прибора несколько раз на один и тот же раздражитель установлена задержка по времени 5 минут от последнего срабатывания (примерное время одного акта курения).

Чтобы исключить вероятность обнуления пациентом данных, полученных в ходе лечения, используется ключ, работающий по 1-wire протоколу. Этот ключ идёт в комплекте с прибором и находится только у лечащего врача.

В процессе использования прибора датчик может накапливать ошибку и решение этой проблемы выглядит следующим образом: подавая на датчик с заданными интервалами времени различное питание, мы обнуляем его значения, соответственно ошибка не накапливается.

Питание прибора происходит от одного аккумулятора в форм-факторе AA напряжением 1.5V. Максимальное время работы полностью заряженного аккумулятора – 48 часов. Зарядка аккумулятора происходит вне прибора в специальном зарядном устройстве.

По окончанию исследования пациент отдаёт врачу прибор, врач регистрирует наличие (или отсутствие) фактов нарушения рекомендаций по отказу от курения и выносит решение о продолжении или прекращении мониторирования поведения пациента.

Выводы. В результате проведенной работы был впервые разработан компактный прибор пассивной регистрации актов курения. Прибор не требует подключения к сети и может применяться в любых условиях. Устройство надежно в применении, безопасно и имеет относительно невысокую себестоимость (около 1500 рублей).

Литература:

1. Чучалин А.Г. Болезни органов дыхания и табакокурение. Терапевтический архив. 2009. Т. 81. № 3. С. 5-8.
2. Бабанов С.А. Социальный портрет курящего. Экология человека. 2007. № 6. С. 44-48.

Abstract

R. Y. Agapova, V.V. Temnikov

DEVELOPMENT OF PORTABLE GAS ANALYZER FOR ANTISMOKING PROGRAMS

MUSES city hospital "Svobodny Sokol", Lipetsk state technical University, Lipetsk

Summary. Developed device, designed to be worn on the human body, allowing on the basis of registration of the fact of increase in the concentration of carbon monoxide to register and provide luchshemu doctor data on number of cigarettes smoked for the correction of the tactics of treatment of nicotine addiction.

Key words: Smoking, nicotine dependence, registarse acts of Smoking, correction of treatment tactics.

References:

1. Chuchalin A. G. Diseases of the respiratory system and Smoking. Therapeutic archive. 2009. T. 81. No. 3. P.5-8.

2. Babanov S. A. the Social profile of smokers. Human ecology. 2007. No. 6. P. 44-48.