

## КУРГАК КӨЧМӨ СПИРОМЕТРДИ ЦИФРАЛЫК ШАЙМАНГА ТРАНСФОРМАЦИЯЛОО

Каримбаев Т.Т.<sup>1</sup>, Жамалова В.Ж.<sup>2</sup>, Муралева А.Ж.<sup>3</sup>, Сыябеков А.К.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> ЭИТУ СТПИ доценти [tkarimbaev@mail.ru](mailto:tkarimbaev@mail.ru)

<sup>2</sup> ЭИТУ СТПИ доцентинин милдетин аткаруучу [venera1808@mail.ru](mailto:venera1808@mail.ru)

<sup>3</sup> Н.Исанов атындагы КМКТАУнин Жаңы маалыматтык технологиялар институтунун 2 курсунун магистранты [a.janybekova@mail.ru](mailto:a.janybekova@mail.ru))<sup>3</sup>

<sup>4</sup> ЭИТУ СТПИ 2 курсунун магистранты [Argenchik@mail.ru](mailto:Argenchik@mail.ru)

**Аннотация:** Макалада ККС механикалык портативдик спирометрди санарип айкалыштырылган шайманга айландыруу жөнүндө сөз болот. Аппарат - .NET технологияларынын негизинде иштелип чыккан программалык камсыздоо аркылуу ноутбук менен өз ара аракеттенүүчү кабыл алуучу модуль жөнүндө жазылган.

**Өзөктүү сөздөр:** Трансформация, спирометр, спирограф, чоку өлчөгүч, компьютердик чыккан, программалык камсыздоо, интерфейс, MS Visual Studio.

## ТРАНСФОРМАЦИЯ СПИРОМЕТРА ССП В ЦИФРОВОЙ ПРИБОР

Каримбаев Т.Т.<sup>1</sup>, Жамалова В.Ж.<sup>2</sup>, Муралева А.Ж.<sup>3</sup>, Сыябеков А.К.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> доцент ИЦТП МУИТ [tkarimbaev@mail.ru](mailto:tkarimbaev@mail.ru)

<sup>2</sup> и.о.доцента ИЦТП МУИТ [venera1808@mail.ru](mailto:venera1808@mail.ru)

<sup>3</sup> магистрант 2 курса ИНИТ КГУСТА им.Н.Исанова, [a.janybekova@mail.ru](mailto:a.janybekova@mail.ru)

<sup>4</sup> магистрант 2 курса ИЦТП МУИТ [Argenchik@mail.ru](mailto:Argenchik@mail.ru)

**Аннотация.** В статье рассматривается трансформация механического портативного спирометра ССП в цифровой комбинированный прибор. Прибор представляет собой приемный модуль, взаимодействующий с ноутбуком посредством программного обеспечения, разработанного на основе .NET-технологий.

**Ключевые слова:** Трансформация, спирометр, спирограф, пикфлоуметр, компьютерная мышь, программное обеспечение, интерфейс, MS Visual Studio.

## SPIROMETER TRANSFORMATION DRY PORTABLE SPIROMETER INTO A DIGITAL DEVICE

T.T.Karimbaev<sup>1</sup>, V.Zh. Zhamalova<sup>2</sup>, A.Zh. Muraleva<sup>3</sup>, A.K. Syabekov<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Associate Professor, IDTP, IntUIT [tkarimbaev@mail.ru](mailto:tkarimbaev@mail.ru)

<sup>2</sup> Acting Associate Professor of the IDTP of the IntUIT [venera1808@mail.ru](mailto:venera1808@mail.ru)

<sup>3</sup> 2nd year undergraduate student of the Institute of New Information Technologies of KSUST named after N. Isanov, [a.janybekova@mail.ru](mailto:a.janybekova@mail.ru)

<sup>4</sup> 2nd year undergraduate student of the IDTP of the IntUIT [Argenchik@mail.ru](mailto:Argenchik@mail.ru)

**Annotation.** *The article discusses the transformation of a mechanical portable spirometer SSP into a digital combined device. The device is a receiving module that interacts with a laptop through software developed based on .NET technologies.*

**Key words:** *Transformation, spirometer, Spirograph, peak flow meter, computer mouse, software, interface, MS Visual Studio.*

**Введение.** Одним из наиболее важных жизненных процессов людей любого возраста является дыхание. Нарушения этого процесса могут оказать существенное влияние на работоспособность организма человека в целом [1, 2]. Особое значение состояние дыхательной системы имеет для людей, чья деятельность связана с высокими физическими нагрузками: спорт, ликвидация стихийных бедствий, спасательные работы и т.д. [3-6]. Состояние дыхательной системы оценивается по многим показателям, одной из наиболее важных из которых является жизненная емкость легких. Она измеряется спирометром. Несмотря на большое разнообразие спирометров, в медицинской практике широко используется созданный много лет назад спирометр сухой портативный ССП [7, 8]. Прибор надежен, имеет незначительные габариты и вес, долговечен, прост в эксплуатации, не требует каких-либо энергетических источников питания. Но данный прибор позволяет определить только жизненную емкость легких без регистрации всего процесса выдоха в графическом виде.

**Цель исследования** – трансформация портативного спирометра ССП в цифровой прибор, позволяющий регистрировать весь процесс выдоха на компьютере, а также расширение его функциональных возможностей.

**Задачи исследования:**

- преобразование показаний ССП в цифровые сигналы, подаваемые на входной порт компьютера;
- тарировка модернизированного спирометра;
- разработка и отладка программного обеспечения.

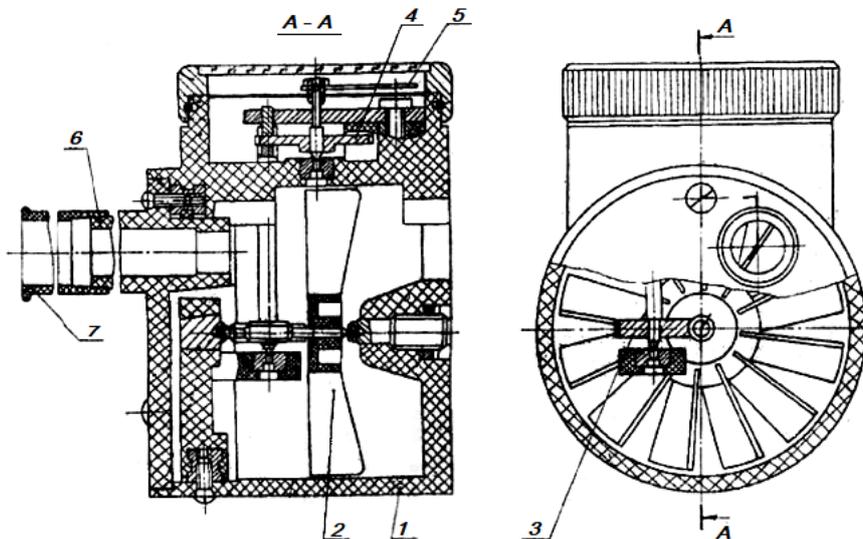
**Объект исследования** – комбинированный прибор, включающий спирометр ССП и компьютер.

**Реализация проекта:** Спирометр сухой портативный ССП (рис.1) предназначен для эксплуатации, главным образом, в спортивных учреждениях и применяется для измерения объема выдыхаемого воздуха с целью определения физического состояния спортсменов. Спирометр используется в интервале рабочих температур от 10 до 35°C при относительной влажности воздуха не более 80% при температуре 25 °C и при более низких температурах без конденсации влаги. Прибор отличается простотой, надежностью, автономностью, а его эксплуатация не требует наличия специальных медицинских знаний и навыков.



*Рис. 1. Общий вид портативного спирометра ССП*

Спирометр ССП состоит из корпуса 1 (рис.2), в котором установлена крыльчатка 2, закрепленная на валу с червяком, входящим в зацепление с червячным колесом 3 редуктора 4. На выходном валу редуктора 4 закреплена стрелка 5. На корпусе 1 закреплен фланец 6, на который в гигиенических целях надевается мундштук 7.



*Рис. 2. Схема портативного спирометра ССП*

*1 – корпус, 2 – крыльчатка, 3 – червячное колесо, 4 – редуктор, 5 – стрелка,  
6 – фланец, 7 - мундштук.*

Пациент выдыхает воздух через мундштук 7. Поток воздуха приводит во вращение крыльчатку 2, поворачивающую через редуктор 4 стрелку 5. Объем прошедшего воздуха, соответственно, жизненная емкость легких пациента считывается с циферблата прибора.

Как видим, данный спирометр прост в эксплуатации, имеет много преимуществ перед другими стационарными спирометрами с другим принципом действия, но функционал спирометра ССП ограничен определением жизненной емкости легких. Значительно большими возможностями диагностики заболеваний органов дыхания обладают спирографы [3-5], позволяющие производить графическую регистрацию процесса выдоха. Трансформацию портативного спирометра ССП в цифровой спирограф можно осуществить путем присоединения его к компьютеру. С целью повышения мобильности и автономности следует в качестве компьютера выбрать ноутбук или планшет и обеспечить беспроводное соединение через каналы Wi-Fi или Bluetooth.

Преобразование показаний спирометра ССП в цифровые данные для компьютера можно с помощью элементов компьютерной мыши с шаровым приводом. Такая мышь представляет собой двумерный аналогово-цифровой манипулятор. При движении мыши, нажатии и отпускании кнопок ее микроконтроллер посылает компьютеру соответствующие сигналы, которые обрабатываются драйвером мыши. Прикладные программы, взаимодействующие с мышью, обращаются к данному драйверу через его процедуры и функции. Датчики вертикального и горизонтального перемещения мыши с шаровым приводом представляют собой пары «ИК излучатель – ИК фотоприемник» (рис. 3), на схеме они показаны, как LE1, DUAL1, LE2, DUAL2.

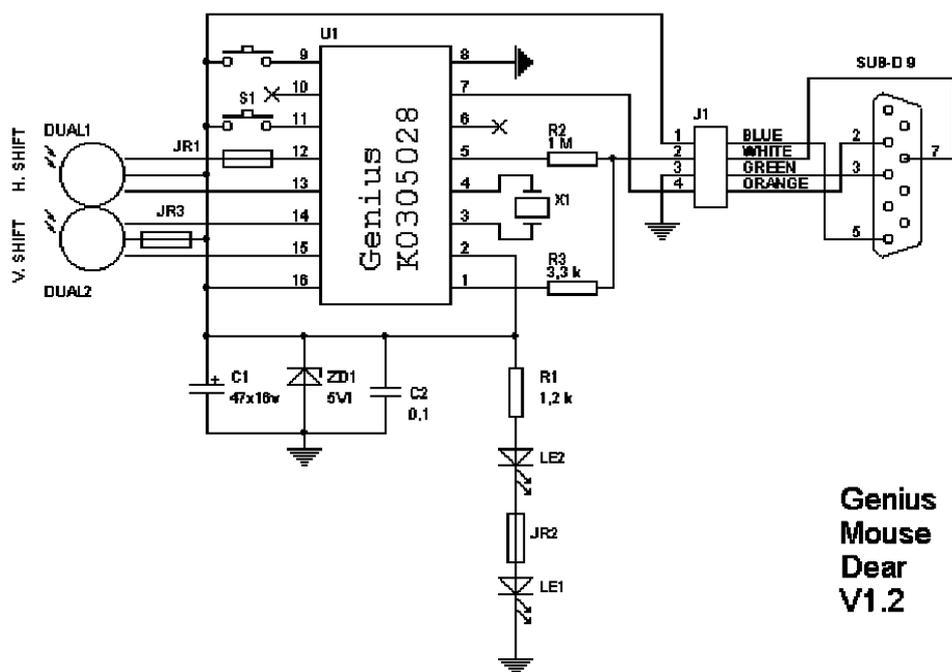


Рис. 3. Принципиальная схема компьютерной мыши с шаровым приводом

Перемещение мыши вызывает вращение шарика, который, в свою очередь, приводит во вращение связанных с ним колесиков-решеток. Спицы этих колесиков

перекрывают ИК-луч от излучателей к приемникам. На основе принятых от приемников сигналов контроллер формирует соответствующие цифровые данные для передачи драйверу на компьютере.

Учитывая наличие одной крыльчатки в создаваемом спирографе, достаточно одну пару «ИК излучатель – ИК фотоприемник» установить в корпус спирометра ССП и сделать только одну или несколько лопаток крыльчатки, расположенных на равных расстояниях друг от друга, прозрачными для ИК-волн.

При выборе в качестве регистрирующего устройства ноутбука целесообразна разработка программного обеспечения на объектно-ориентированном языке С# в среде MS Visual Studio. Графические возможности данного языка позволяют создать программное обеспечение, демонстрирующее на мониторе ноутбука график процесса выдоха и полученное значение жизненной емкости легких пациента.

При создании таких приборов важное значение имеет тарировка датчиков. В данном случае под тарировкой понимается определение соотношения между количеством оборотов крыльчатки спирометра ССП и количеством пикселей на графике « $V - t$ », отображающем процесс выдоха во времени, причем объем выдыхаемого воздуха измеряется в литрах, а время – в секундах.

Знание текущих значений объема выдыхаемого воздуха при малом интервале измерений позволяет допустить процесс выдоха в данном промежутке времени стационарным и вычислить среднюю скорость выдоха в этом интервале времени. По полученным таким образом данным можно построить график скорости выдоха от времени « $СВ - t$ ». Кроме того, анализ полученного графика позволяет найти предельную (максимальную) скорость потока воздуха (ПСВ), являющуюся одной из наиболее важных характеристик состояния дыхательной системы пациента. Для регистрации ПСВ созданы специальные приборы – пикфлоуметры.

На рисунке 4 представлен интерфейс разработанного программного обеспечения. Зеленым цветом показан график зависимости объема выдыхаемого воздуха от времени « $V - t$ », красным цветом – график изменения скорости выдоха от времени « $СВ - t$ ». Над графиками показаны значения жизненной емкости легких и предельной скорости потока воздуха.

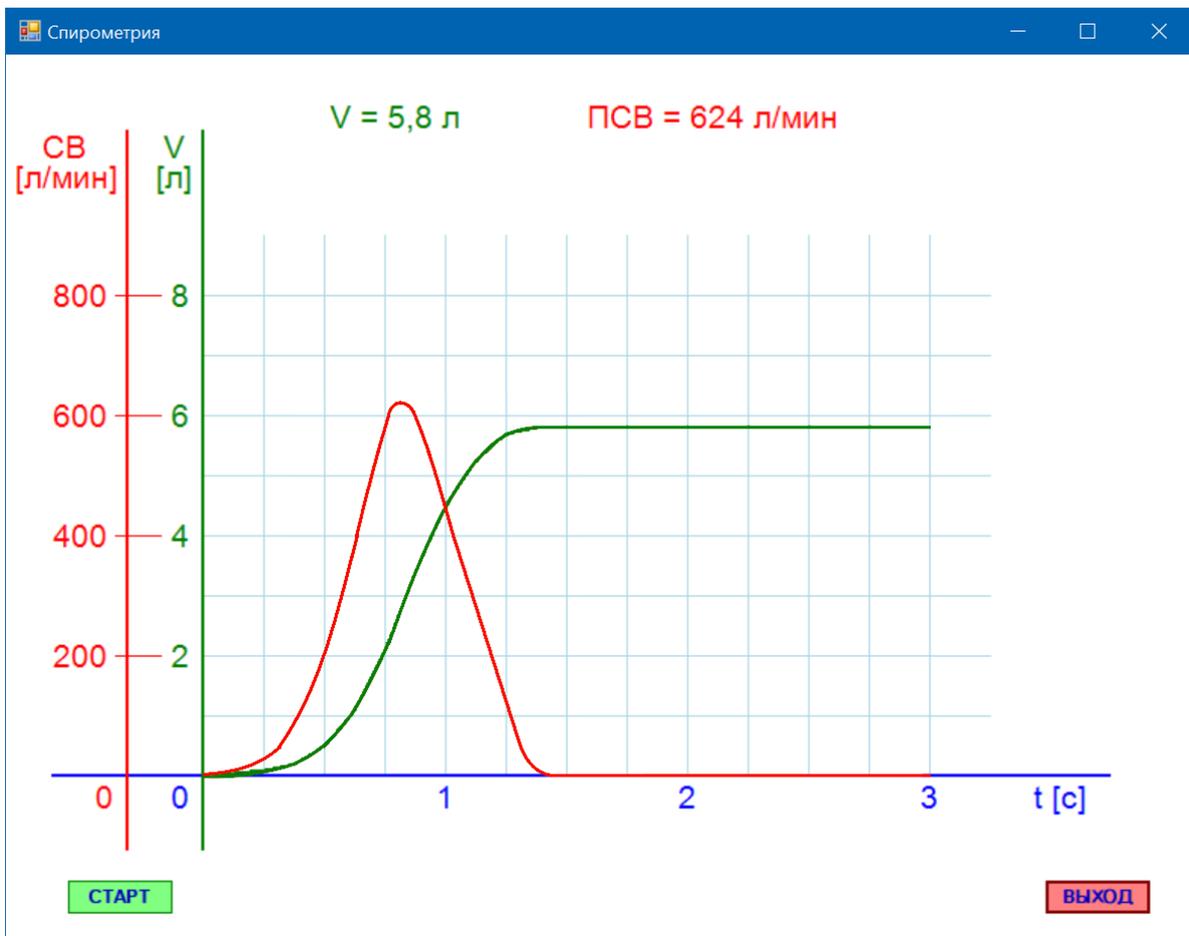


Рис. 4. Интерфейс программного обеспечения предлагаемого прибора

**Результаты исследования.** По результатам проведенной работы был разработан комбинированный прибор для измерения жизненной емкости легких, скорости выдоха и предельной скорости потока воздуха, включающий спирометр ССП и ноутбук, а также программное обеспечение для этого прибора на языке высокого уровня С#. Условия эксплуатации созданного прибора не отличаются от условий для спирометра ССП, за исключением начальных навыков работы на компьютере. Следует отметить, что при наличии ноутбука, используемого для удовлетворения служебных или личных потребностей использование комбинации «ССП – ноутбук» обуславливает значительное снижение стоимости прибора по сравнению с промышленными аналогами.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. **Чикина С. Ю., Черняк А. В.** Спирометрия в повседневной врачебной практике //Лечебное дело. — 2007. — №. 2.
2. **Новик Г. А., Боричев А. В.** Спирометрия и пикфлоуметрия при бронхиальной астме у детей //СПб.: ГПМА. — 2005.
3. **Годик М.А.** Состояние спортсмена и разновидности контроля. - В кн.: Спортивная метрология: Учебник для институтов физ. культ. - М.: Физкультура и спорт, 2008, с. 161 - 172.
4. **Годик М.А.** Спортивная метрология: Учебник для институтов физ. культ. - М.: Физкультура и спорт, 2008. - 192 с.
5. **Макарова Г.А., Локтев С.А.** Медицинский справочник тренера. - М.: Советский спорт, 2005. - 587 с.
6. <https://www.medrk.ru/shop/diagnosticheskoe-oborudovanie/medicinskaya-obschaya-diagnostika/id-22380>
7. <https://kip-expert.by/p122797055-spirometr-ssp.html>
8. **Павловская Т.А.** Программирование на языке высокого уровня С#. - М.: Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ". – 2016. – 246 с.
9. **Фленов В.И.** Библия С#. - СПб.: БХВ-Петербург. – 2016. – 544 с.
10. **Каримбаев Т.Т., Аскарлова Ч.Т., Сатаров Э.А., Раймжанова Ф.Р.** Разработка тестирующей программы на базе .NET-технологий. Наука и инновационные технологии. 2020. № 14 (14). С. 89-94.
11. **Бийбосунов Б.И., Ачекеев К.С., Курманбек У.Т., Уметалиев Т.М.** Теоретические основы разработки автоматизированной информационной системы для отраслей медицины. Современные проблемы механики. 2017. № 30 (4). С. 20-25.