

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»  
Балашовский институт (филиал)

Кафедра физики и информационных технологий

**ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО СПИРОМЕТРА «SPIRO USB»  
ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ  
ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**

**АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

студентки 4 курса 143 группы  
направления 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии», профиля  
«Биомедицинская инженерия»,  
факультета математики, экономики и информатики  
Кульковой Анастасии Игоревны

Научный руководитель  
доцент кафедры ФиИТ \_\_\_\_\_ А.С. Первушов  
(подпись, дата)

Зав. кафедрой ФиИТ  
кандидат педагогических наук,  
доцент \_\_\_\_\_ Е.В.Сухорукова  
(подпись, дата)

**Балашов 2018**

## ВВЕДЕНИЕ

В медицинской практике на сегодняшний день существует ряд способов для определения состояния дыхательной системы. К ним относятся флюорография и бронхоскопия, которые определяют физические отклонения в органах дыхательной системы. Флюорография позволяет выявить наличие патологий на стадии, когда отсутствует клиническая симптоматика. Бронхоскопия применяется для уточнения изменений, выявленных при рентгенологическом исследовании. А для определения функциональных показателей дыхательной системы применяют спирометрию. Стоит отметить, что спирометрический метод исследования является одним из самых эффективных и безопасных методов оценки состояния дыхательной системы. На сегодняшний день этот метод широко используется в клинической практике для диагностики легочных заболеваний и определении тяжести их течения.

Этим обосновывается актуальность выбранной темы работы «Применение компьютерного спирометра «Spiro USB» для изучения функционального состояния дыхательной системы».

**Объектом** исследования является функциональная диагностика, а **предметом** – функциональное состояние дыхательной системы.

**Цель работы:** определение параметров дыхательной системы спирометрическим методом с помощью спирометра «Spiro USB».

### **Задачи исследования:**

1. Рассмотреть основные показатели, характеризующие состояние дыхательной системы.
2. Изучить устройство и характеристики компьютерного спирометра «Spiro USB».
3. Определить параметры дыхательной системы спирометрическим методом.

При выполнении работы использовались следующие методы исследования: теоретический (сравнительный анализ), моделирование и эмпирический (эксперимент).

Работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованных источников и приложений.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**В первой главе** рассмотрены основные методы исследования дыхательной системы, основные показатели, характеризующие дыхательную систему, а также общие сведения о спирографическом исследовании.

Флюорография – рентгенография органов грудной клетки. Она служит для выявления заболеваний дыхательной системы и определения показаний к дальнейшей операции.

Томография — рентгенографический метод, с помощью которого получают серию рентгенограмм, представляющих собой срез легкого на разной глубине.

Бронхоскопия – осмотр внутренней поверхности трахеи и бронхов и, при необходимости, проведение биопсии ткани из очага предполагаемого или очевидного поражения.

Спирография — метод графической регистрации изменений легочных объемов при выполнении естественных дыхательных движений и волевых форсированных дыхательных маневров.

Спирография позволяет получить ряд показателей, которые описывают вентиляцию легких.

При форсированном выдохе измеряют: объем форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ1) — объем воздуха, который выдыхается за первую секунду при максимально быстром выдохе, он измеряется в мл и высчитывается в процентах к ФЖЕЛ, здоровые люди за первую секунду выдыхают не менее 70 % ФЖЕЛ; пробу или индекс Тиффно— соотношение  $\text{ОФВ1(мл)}/\text{ЖЕЛ(мл)}$ , умноженное на 100 %, в норме он составляет не менее 70—75 %; максимальную объемную скорость воздуха на уровне выдоха 75 %

ФЖЕЛ (МОС75), оставшаяся в легких; максимальную объемную скорость воздуха на уровне выдоха 50 % ФЖЕЛ (МОС50), оставшаяся в легких; максимальную объемную скорость воздуха на уровне выдоха 25 % ФЖЕЛ (МОС25), оставшаяся в легких; среднюю объемная скорость форсированного выдоха, вычисленную в интервале измерения от 25 до 75 % ФЖЕЛ (СОС25–75); пиковую объемную скорость (ПОС).

**Во второй главе** рассмотрены общие сведения о современных спирометрах, а также датчики, используемые в спирометрах. Рассмотрены технические характеристики спирометра «Spiro USB».

На сегодняшний день широко применяются компьютерные спирометры. Однако компьютерный спирометр может работать только подключенным к компьютеру, где установлено специальное программное обеспечение для данного спирометра. В современных компьютерных спирометрах чаще всего используют датчик турбинного типа.

В спирометре «Spiro USB» используется турбинный датчик. Разрешение спирометра 10 мл для объема, 0,03 л/сек для потока. Вес спирометра составляет 130 г. Точность спирометра «Spiro USB» составляет  $\pm 3\%$  согласно стандартам ATS (1994 г.). Также спирометр имеет современный USB интерфейс и автоматическую установку. Потребляемый ток спирометра составляет 5В, 0,1А. Рабочая температура спирометра составляет от 0°C до 40°C, влажность – от 30 % до 90%. Температура хранения спирометра составляет от -20°C до 70°C, а влажность хранения от 10% до 70%. Прогнозируемые значения зависят от национальных настроек. «Spiro USB» – портативная многофункциональная спирометрическая система на базе ПК, с возможностями проведения спирометрического тестирования в полном объеме у детей и взрослых и создания большой базы данных.

Определение спирометрических показателей производится с помощью программы PC Spirometry, она принимает, визуализирует, анализирует и сохраняет полученные данные. Для работы спирометра необходимо просто

подключить «Spiro USB» к свободному порту USB компьютера или ноутбука, на котором установлено необходимое программное обеспечение.

**В третьей главе** определяются показатели дыхательной системы спирометрическим методом с помощью спирометра «Spiro USB». Описывается методика проведения спирометрического обследования с помощью этого спирометра. Производится анализ графиков и данных в таблице, полученных в результате обследования.

При спокойном дыхании определялась жизненная емкость легких. Вначале, чтобы измерить ЖЕЛ и получить кривую «объем–время» в спирометр производился максимально глубокий выдох, при спокойном вдохе по команде медсестры. Затем был сделан максимально глубокий вдох и форсированный выдох, с максимальным усилием, продолжая его до полного опорожнения лёгких, в спирометр. С помощью маневра форсированного выдоха измерили форсированную жизненную емкость легких (ФЖЕЛ) и показатели объемной скорости воздушного потока.

В результате спирометрического обследования получили несколько графиков и таблицу, которая заполнялась программой PC Spirometry на основе полученных графиков и распечатывалась для составления заключения врачом. Кривая «объем – время» фиксировалась во время спокойного выдоха после полного вдоха, а кривая «объем – время» фиксировалась во время форсированного выдоха

Кривая «объем – время» находится выше оси абсцисс и получается при обычном выдохе. В распечатанных результатах обследования график «объем – время» был в виде, показанном на рисунке 1.

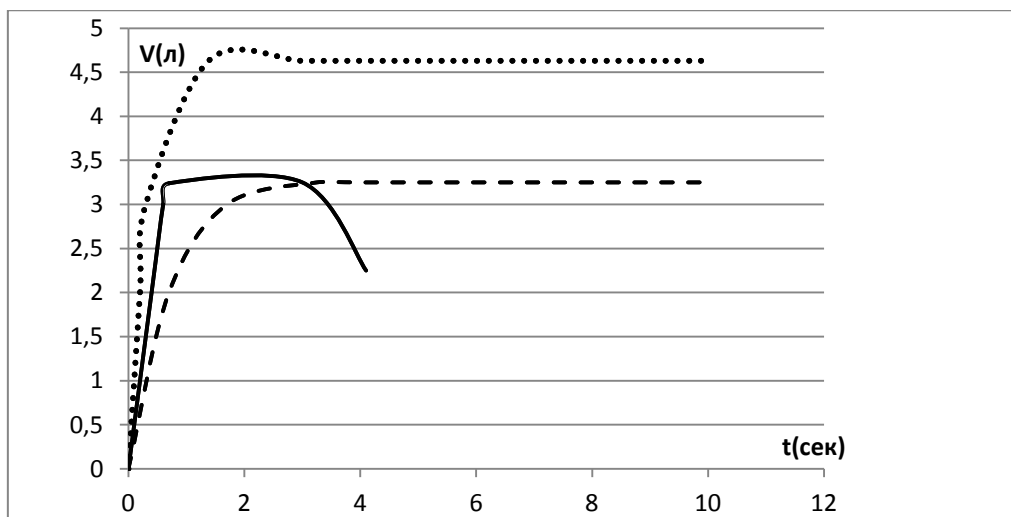


Рисунок 1 – График «объем – время»

На рисунке 1 сплошной линией обозначена фактическая кривая, полученная в результате обследования, пунктиром обозначены верхняя и нижняя граница нормальных показателей, они автоматически строятся программой спирометра. Границы нормальных показателей строились программой спирометра на основе нормального процентного отклонении результатов спирометрического обследования от должных величин.

По кривой «объем – время», сделанной во время спокойного выдоха, определяют показатель ЖЕЛ. ЖЕЛ на полученной кривой нашли и зафиксировали, как точку максимального объема (рисунок 2).

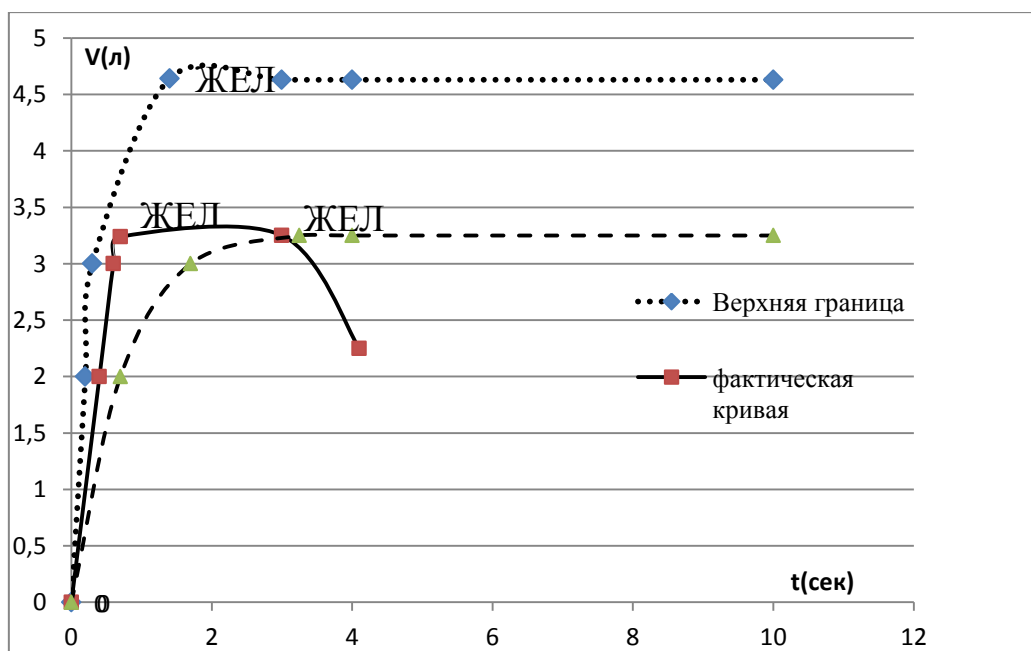


Рисунок 2 – ЖЕЛ на кривой « объем – время»

Показатели, определяющиеся во время форсированного выдоха по кривой «поток – объём», являются наиболее важными для определения состояния функций внешнего дыхания. Среди них выделяют: ФЖЕЛ, ОФВ1, МОС75, МОС50, МОС25, СОС25–75, ПОС.

Все перечисленные показатели программа автоматически определяет по экспираторному графику. В распечатанных результатах обследования экспираторный график был представлен в виде, показанном на рисунке 3.

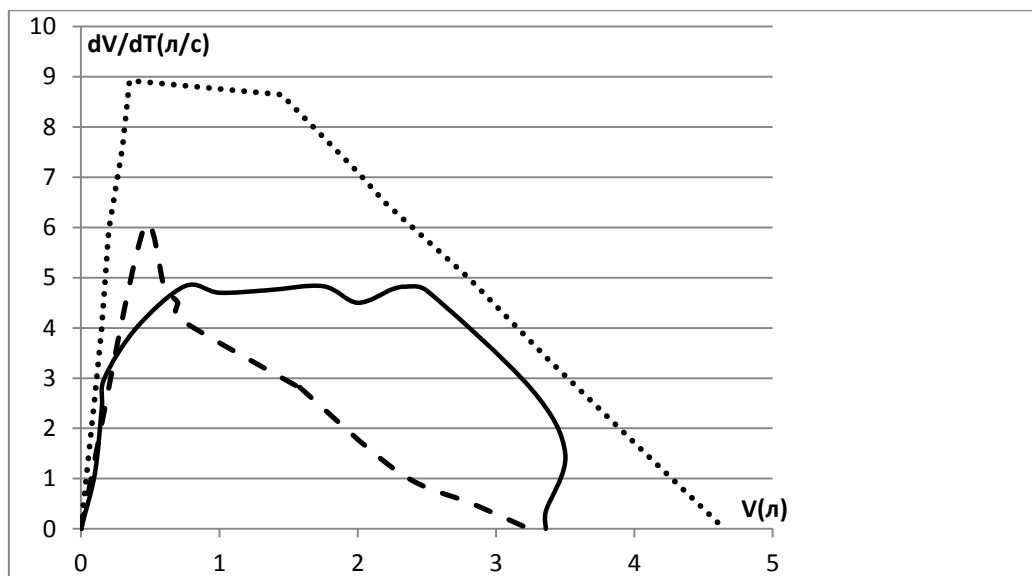


Рисунок 3 – Кривая «поток – объём»

На рисунке 3 сплошной линией обозначена фактическая кривая, полученная в результате обследования, пунктиром обозначены верхняя и нижняя граница нормальных показателей.

На основе фактических данных из таблицы 1 на фактической кривой были найдены и обозначены соответствующие координаты скоростных и объёмных показателей (МОС25, МОС50, МОС75, ПОС, СОС25–75, ОФВ1) на рисунке 4.

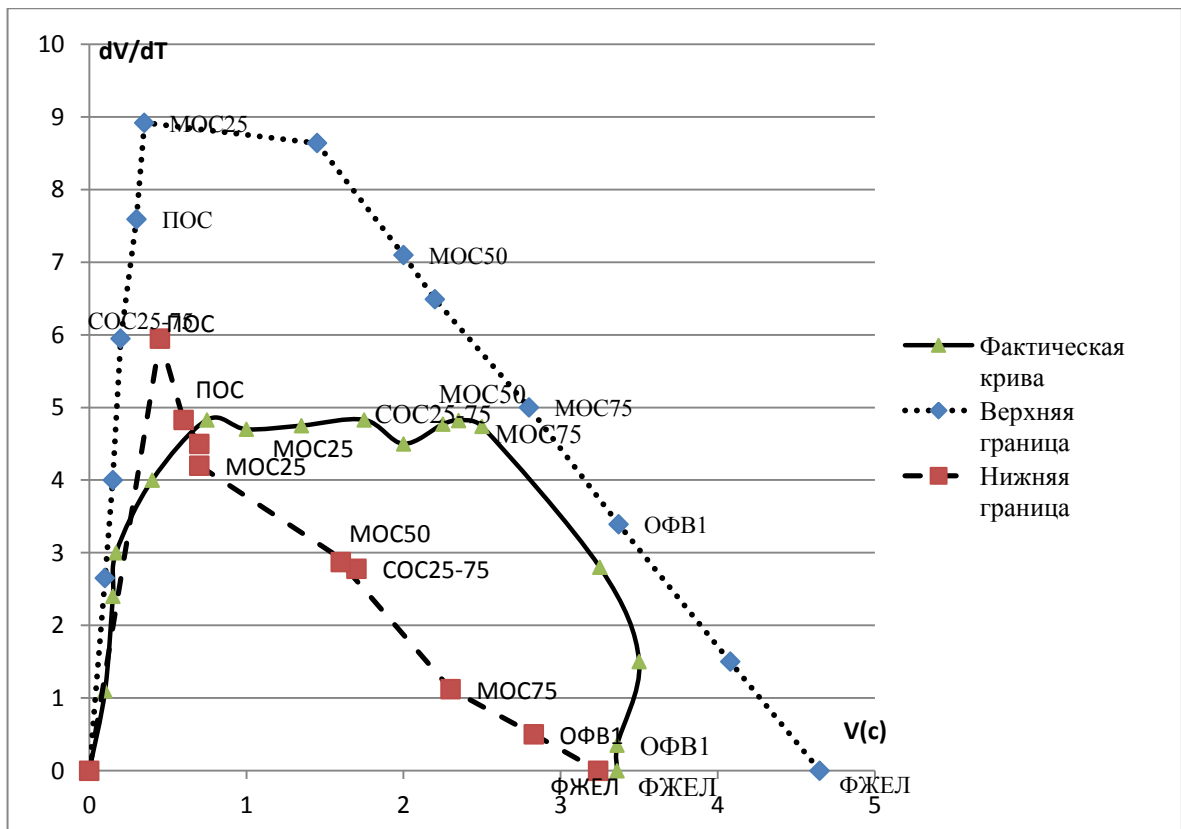


Рисунок 4– Обработанная кривая «поток – объём»

Все границы нормальных показателей не отображались на графиках в распечатанных результатах обследования, они были найдены и обозначены на основе соответствующих координат из таблицы 1 на рисунке 4.

Таблица 1 – Спирометрические показатели, полученные в результате обследования.

Показатель	Факт	%	Ниж. гр	Норма	Верх.гр	Ед.
ЖЕЛ	3,31	84	3,25	3,95	4,64	л
ОФВ1	3,36	97	2,83	3,45	4,08	л
ФЖЕЛ	3,36	85	3,24	3,95	4,65	л
ПОС	4,83	65	5,95	7,44	8,92	л/с
Индекс Тиффно	100	114	74	84	95	%
МОС25	4,75	74	4,2	6,42	8,64	л/с
МОС 50	4,82	103	2,87	4,68	6,49	л/с
МОС75	4,74	210	1,12	2,26	3,39	л/с
СОС 25-75	4,77	114	2,78	4,18	5,58	л/с



Индекс Тиффно является наиболее важным показателем для разграничения типов нарушения. Его автоматически рассчитывала и зафиксировала в таблице 1 программа PC Spirometry, используя формулу:

$$\text{Индекс Тиффно} = \frac{\text{ОФВ}_{1(\text{мл})}}{\text{ЖЕЛ}} * 100\% \quad (1).$$

Разница между нормальными и фактическими значениями была выражена в процентах и зафиксирована программой PC Spirometry в таблице 1.

Оценку отклонений рассчитали по системе оценки отклонений показателей внешнего дыхания, разработанной Р.Ф.Клементом. По результатам данного анализа выявили, что отклонение ФЖЕЛ, которое равно 3,36 л, оценивается, как нормальное. Отклонение ОФВ1, которое равно 97% от нормы, оценивается, как нормальное. Фактическая ЖЕЛ, равная 3,31 л, имеет отклонение 84% от нормы и оценивается, как нормальное. Так как ОФВ1 и ЖЕЛ имеют одинаковые значения, отсюда Индекс Тиффно имеет отклонение 114% от нормы. Процент отклонения индекса Тиффно оценили, как нормальный. Показатель пиковой объёмной скорости имеет отклонение 65% и оценивается, как нормальное. МОС25(2,75л/с) – нормальное отклонение. Такие показатели, как МОС50(4,01л/с), МОС75(2,24л/с), МОС25–75(3,39л/с), принимают нормальные значения.

Из таблицы 1 рассчитали, что программа спирометра PC Spirometry строит нижнюю границу спирометрических значений с отклонением от нормы ОФВ1 на 18%, ФЖЕЛ – 18%, ПОС – 20,1%, МОС25 – 34,6%, МОС50 – 39%, МОС75 – 50,5 %, МОС 25–75 – 33, 5%. Верхнюю границу программа строит с отклонением от нормы ОФВ1 на 18,3%, ФЖЕЛ – 17,7%, ПОС – 19,9%, МОС25 – 34,5%, МОС50 – 38,7%, МОС75 – 50 %, МОС 25–75 – 33, 5%.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе данной работы была достигнута поставленная цель – определены параметры дыхательной системы спирометрическим методом с помощью спирометра «Spiro USB».

Были выполнены следующие задачи:

1. Рассмотрены основные показатели, характеризующие состояние дыхательной системы.
2. Изучено устройство и характеристики компьютерного спирометра «Spiro USB».
3. Определены параметры дыхательной системы спирометрическим методом.

В результате спирометрического обследования было получено медицинское заключение, сделанное врачом, об отсутствии нарушений функций внешнего дыхания. Также программой PC Spirometry был рассчитан и распечатан предположительный возраст лёгких – 24 года. Однако во время спирометрического обследования на нос не был надет зажим, что не предотвращает выпускание воздуха из носа во время выдоха. Поэтому присутствует вероятность ложно – положительных результатов и полученное заключение может иметь недостоверный характер. Для уточнения данного заключения необходимо проходить дополнительные обследования.

Работа будет полезна студентам, обучающимся по направлению подготовки «Биотехнические системы и технологии», и медицинским работникам, осуществляющим свою профессиональную деятельность в области пульмонологии.