

# ПРИБОР ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ НЕИНВАЗИВНОГО ИЗМЕРЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА ВНУТРИЧЕРЕПНОГО И АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ



## **БАЙКОВСКИЙ Юрий Викторович**

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (РГУФКСМиТ), Москва  
Проректор, доктор педагогических наук, кандидат психологических наук, профессор

### **BAVKOVSKY Yuri**

Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and Tourism

(RGUFKSMiT), Moscow, Vice Rector, Ed.D., Ph.D., Professor

## **БАТАЛОВ Алексей Григорьевич**

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (РГУФКСМиТ), Москва  
Кафедра теории и методологии лыжного и конькобежного спорта, фигурного катания на коньках, кандидат педагогических наук, профессор, тел. 8-495-166-11-45

### **BATALOV Alexei**

Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and Tourism (RGUFKSMiT), Moscow

Department of Theory and Methodology of ski and skating, figure skating, Ph.D., Professor, tel. 8-495-166-11-45

## **ГРУШИН Александр Алексеевич**

Олимпийский комитет России, Москва  
Руководитель Управления по научно-методическому обеспечению спортивной подготовки ОКР, заслуженный тренер СССР и России  
Кандидат педагогических наук, профессор

### **GRUSHIN Alexander**

Olympic Committee of Russia, Moscow

Head Office of Scientific and Methodological Support Athletic Training OCR, Honored Coach of the USSR and Russia  
Ph.D., Professor

## **САВОХИН Валерий Тихонович**

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (РГУФКСМиТ), Москва. Кафедра теории и методологии лыжного и конькобежного спорта, фигурного катания на коньках, ведущий инженер, тел. 8-499-166-11-45

### **SAVOKHIN Valery**

Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and Tourism (RGUFKSMiT), Moscow

Department of Theory and Methodology of ski and skating, figure skating, Chief Engineer, tel. 8-499-166-11-45

## **СТРЕЛЬЦОВ Александр Алексеевич**

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (РГУФКСМиТ), Москва. Заведующий лабораторией кафедры теории и методологии легкой атлетики

### **STRELTSOV Alexander**

Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and Tourism (RGUFKSMiT), Moscow. Head of the Laboratory of Theory and Methods of Track and Field Athletics

*Ключевые слова: неинвазивное измерение артериального давления (АД), неинвазивное измерение внутричерепного давления (ВЧД), фильтр верхних частот (ФВЧ), фильтр нижних частот (ФНЧ), микрофонный электретный датчик.*

**Аннотация.** В работе представлена инновационная разработка сотрудников ГЦОЛИФК получившая патент на полезную модель. Предложен новый способ измерения артериального и внутричерепного давления по звуковому давлению, создаваемому механическими колебаниями кровеносных сосудов тела и головы человека. В качестве преобразователя звукового давления в электрические сигналы использован микрофонный электретный датчик весом около 5,0 г. При измерении АД датчик устанавливается на запястье в области лучевой артерии. При измерении ВЧД этот же датчик устанавливается на медианную линию лобной кости.

## **DEVICE FOR INDIVIDUAL USE FOR NONINVASIVELY MEASURING THE SPECTRAL COMPOSITION OF INTRACRANIAL AND BLOOD PRESSURE**

*Keywords: non-invasive measurement of blood pressure (BP), non-invasive measurement intracranial pressure (ICP), the high-pass filter (HPF), low pass filter (LPF), electret microphone sensor.*

**Abstract.** The authors suggest a new method of measuring the blood and intracranial pressure sound pressure, generated mechanical fluctuations of the blood vessels of the body and human head. Microphone electret sensor weight of approximately 5.0, will be used as the converter of the sound pressure into electrical signals. When measuring the arterial pressure a sensor is located on the wrist in the field of the radial artery. When measuring ICP this sensor will be installed on the median line of the frontal bone.

**Актуальность.** Отсутствие на рынке медицинской техники, приборов индивидуального пользования для неинвазивного измерения ВЧД, а также приборов для спектрального измерения АД негативно сказывается как на своевременной постановке диагноза заболевания, так и на самом процессе лечения.

**Цель исследования.** Разработать прибор индивидуального пользования для неинвазивного измерения спектрального состава АД и ВЧД по звуковому давлению, создаваемому лучевой артерией при измерении АД, и диплоической веной, проходящей через медианную линию лобной кости головы – при измерении ВЧД.

**Решаемые задачи:** 1. Определиться с выбором типа микрофонного датчика, у которого нижняя граница полосы воспроизводимых частот звуковых колебаний была бы не более 2 герц. 2. С учетом выбранного типа датчика разработать входной каскад фильтра верхних частот (ФВЧ), согласованного со структурной схемой датчика.

**Организация исследования.** Для измерения ВЧД и АД в качестве базовой схемы был применен спектроанализатор по патенту РФ № 2458327, в котором полосовые фильтры получают каскадным объединением фильтров верхних (ФВЧ) и нижних частот (ФНЧ) с соответствующим выбором угловых частот среза  $\omega_{0в}$  и  $\omega_{0н}$ , приведенных в таблице № 1.

На рис.1 приведена схема образования одного из полосовых фильтров путем каскадного объединения ФВЧ с ФНЧ.

Заштрихованная область – область пропускаемых частот. Каждый полосовой фильтр назван по значению  $\omega_{0н}$ . Например, полосовой фильтр, образованный ФВЧ со значением  $\omega_{0в} = 7,0$  гц и ФНЧ со значением  $\omega_{0н} = 6,0$  герц, назван бтигерцевым. Сменяемость полосы пропускания в спектроанализаторе обеспечивается заменой сопротивлений R и конденсаторов C, которые распаиваются на платах с разъемом типа «вилка» и вставляются в разъемы типа «розетка», смонтированные на общей плате спектроанализатора с обозначением «R», куда вставляются платы с резисторами, и с обозначением «C» – куда вставляются платы с конденсаторами.

Таблица 1

$\omega_{0в}$ (ФВЧ) герц	2,6	4,8	7,0	8,86	11,3
$\omega_{0н}$ (ФНЧ) герц	2,5	4,5	6,0	8,0	10,0

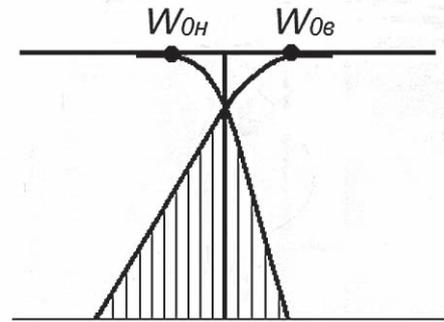


Рис. 1

В качестве первичного преобразователя звукового давления в электрический сигнал наиболее полно подходит электретный микрофонный датчик типа SG. Весит он около 5,0 г и чувствителен к звуковому давлению в полосе частот от 2-х герц до сотни герц. Этот тип датчика собран в паре с полевым транзистором – рис. 2, что значительно упрощает подбор сменных R и C – цепочек. С учетом схемы подключения датчика входной каскад спектроанализатора видоизменяется. Принципиальная схема его приведена на рис. 3.

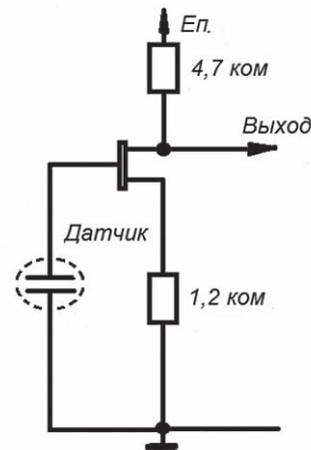


Рис. 2

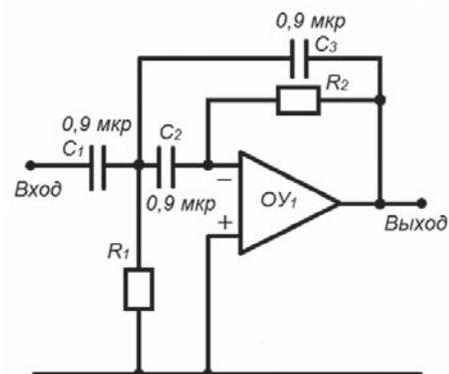


Рис. 3

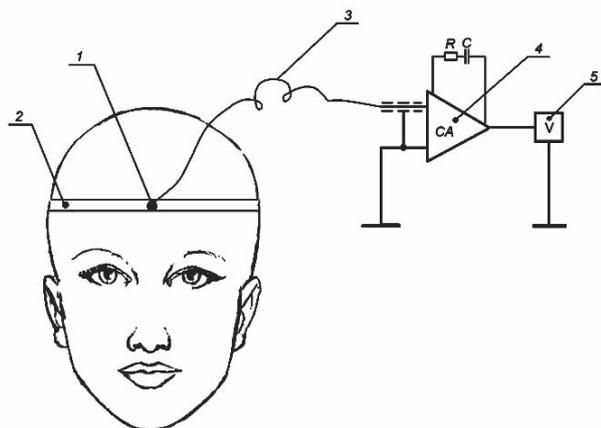


Рис. 4

На рис. 4 приведена блок-схема измерения ВЧД. Измерение АД производится по этой же схеме, меняется лишь место установки датчика, который переносится на лучевую артерию на запястье. Схема включает в себя микрофонный датчик 1, находящийся под резиновой лентой 2, которая одевается на голову. Датчик с помощью коаксиального кабеля 3 соединяют со входом спектранализатора 4 (СА), собранного по патенту РФ 2458327, с видеоизмененным входным каскадом как на рис. 3, к выходу которого подключен вольтметр 5 (V), являющийся индикатором давления. Перед тем, как приступить к измерению ВЧД, измеряется АД на главной 6-герцевой гармонике, для чего на лучевую артерию на запястье правой руки надевают резиновую манжету, под которую устанавливают датчик. При этом величина систолического и диастолического давления будет служить ориентиром при замере ВЧД на этой же гармонике. В норме она должна быть в 8 раз меньше.

Таким образом, порядок измерения спектрального состава ВЧД следующий:

1. На запястье правой руки надевается резиновая манжета, под которую подсовывается датчик.
2. Шкала вольтметра устанавливается на диапазон 2,5 В.
3. В спектранализаторе устанавливаются R и C – цепочки, формирующие полосу пропускаемых частот 6,0 гц.
4. В соответствующие разъемы, вмонтированные на боковой стенке корпуса прибора, вставляются штекеры от микрофонного датчика и вольтметра.
5. Включается питающее напряжение путем вставки вилки с подсоединенными к ней проводами в розетку, смонтированную в корпусе прибора. В этот же момент стрелка вольтметра будет

показывать с частотой ритма артериального давления величины систолического и диастолического давления в единицах напряжения. Чтобы убедиться, что показания максимальны, следует руку с датчиком поворачивать вокруг своей оси и оставить ее в том положении, в котором показания вольтметра будут максимальны.

Ориентировочные величины в норме: систолическое – 1500 мв, диастолическое – 500 мв. После замера АД на голову надевается резиновый ободок, а датчик перемещается под резиновый ободок на середину медианной линии лобной кости головы, как показано на рис. 4. После установки датчика стрелка вольтметра также будет показывать систолическое и диастолическое ВЧД, но уже в 8 раз меньше по амплитуде. Шкалу вольтметра можно будет переключить на диапазон 0,25 В. Так же, как и в случае измерения АД, чтобы убедиться, что показания вольтметра максимальны, датчик следует на один – два миллиметра сдвигать вверх-вниз. Когда такая точка будет найдена, следует записать показания вольтметра. На этом процесс замера АД и ВЧД на 6-герцевой гармонике заканчивается. После этого в той же последовательности процесс замера повторяется на остальных гармониках – 2,5 герц, 4,5 герц, 8,0 герц и 10,0 герц.

Полученные результаты замеров заносят в таблицу. Подобные результаты замеров, проведенные на мужчине 55 лет, представлены в таблице № 2. Как видно из этой таблицы, главная гармоника в спектре АД оказалось равной 6 герц. На ней показания систолического давления максимальны по отношению к другим гармоникам. Следовательно, она ближе всех остальных гармоник находится к интегральным показаниям, получаемым при замерах методом Короткова с фонендоскопом, или электронными приборами типа OMRON, которые, следует заметить, также откалиброваны по методу Короткова. Для перевода показаний АД из единиц напряжения (вольт) в единицы мм.рт.ст. на установленной 6,0-герцевой полосе пропускаемых частот делается два замера АД, получая значение, как это следует из таблицы № 2, 1110 x 240 мм.рт.ст и тут же этот замер делают с помощью прибора OMRON, по которому АД оказалось равным 120 x 71 мм.рт.ст.

По полученным замерам получают соотношение между единицами измерения – вольт и мм.рт.ст.:

1 мм.рт.ст. = 9,25 мв – для систолического давления;

Таблица 2

		f (Гц)									
		2,5 Гц		4,5 Гц		6,0 Гц		8,0 Гц		10,0 Гц	
		сист.	диаст.	сист.	диаст.	сист.	диаст.	сист.	диаст.	сист.	диаст.
АД		500 мВ	50 мВ	950 мВ	120 мВ	1110 мВ	240 мВ	850 мВ	240 мВ	650 мВ	120 мВ
		54 мм.рт.ст.	14,8 мм.рт.ст.	102,7 мм.рт.ст.	35,5 мм.рт.ст.	120 мм.рт.ст.	71 мм.рт.ст.	91,9 мм.рт.ст.	71 мм.рт.ст.	70,3 мм.рт.ст.	35,5 мм.рт.ст.
ВЧД		60 мВ	5,0 мВ	150 мВ	15 мВ	135 мВ	15 мВ	110 мВ	5,0 мВ	110 мВ	5,0 мВ
		6,49 мм.рт.ст.	1,49 мм.рт.ст.	16,2 мм.рт.ст.	4,44 мм.рт.ст.	14,6 мм.рт.ст.	4,44 мм.рт.ст.	11,9 мм.рт.ст.	1,49 мм.рт.ст.	11,9 мм.рт.ст.	1,49 мм.рт.ст.

1 мм.рт.ст. = 3,38 мВ – для диастолического давления.

На главной гармонике, как следует из таблицы № 2, систолическое ВЧД оказалось равным 14,6 мм.рт.ст. По данным [2] систолическое ВЧД в норме должно быть примерно 15 мм.рт.ст. Каким оно должно быть в норме на боковых гармониках – в литературе не приводится.

### Выводы

Для удовлетворительной повторяемости замеров давления следует манжету и резиновый ободок одевать соответственно на руку и голову заранее, минимум за полминуты до включения питающего напряжения.

Многочисленные измерения ВЧД показали большую надежность прибора (ни одного отказа),

простоту в эксплуатации, а главное – большую точность в измерениях. Прибор в дальнейшем будет совершенствоваться, расширять области своего применения. Здесь возможности прибора безграничны.

### Литература

1. Асеев В.В., Давыдов В.Ф., Савохин В.Т., Данов Г.А., Таранова И.Г. «Измеритель толчкового импульса спортсмена». Патент РФ 2458327, МПК: G01L5/00, дата подачи заявки 22.04.2011, дата публикации 10.08.2012.

2. Bray R.S., Sherwool A.M., Halter I.A. et al. Development of clinical monitoring system by means of ICP waveform analysis II In: Miller I.D., Teasdale G.M., Rowan I.O. et al, (eds): Intracranial pressure. VI Berlin, 1986. Springer – Verlag, p. 260 – 264.

