

ДЕМИДОВА Е.Ю.

ИЗМЕРЕНИЕ ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ*

В настоящее время физиотерапию принято рассматривать как область практической медицины, изучающую действие на организм природных и искусственно создаваемых физических факторов, применяемых для лечения больных, профилактики заболеваний и медицинской реабилитации. При этом эффективность любого физиотерапевтического воздействия может быть оценена по реакции организма на это воздействие. В качестве физиологических показателей, которые в наибольшей степени реагируют на внешнее раздражение, обычно используют биоэлектрические потенциалы головного мозга, ритмы сердечнососудистой и дыхательной систем, артериальное давление и некоторые другие. Реакция сердечнососудистой системы при воздействии на организм теми или иными физическими факторами возникает, как правило, с минимальным запаздыванием, что позволяет, измеряя частоту сердечных сокращений (ЧСС), оценивать адекватность параметров воздействия в каждом конкретном случае.

Для оценки деятельности сердечнососудистой системы используется два вида ЧСС: текущее значение (определенное в течение одного периода сердечных сокращений) и среднее значение (определенное в течение некоторого временного интервала, составляющего, как правило, не менее десяти периодов сердечных сокращений). При разработке цифрового прибора для оценки адекватности параметров физиотерапевтического воздействия, была поставлена задача измерения среднего значения ЧСС с периодом обновления информации один раз в секунду.

Для решения этой задачи был проведен анализ различных методов преобразования частоты импульсной последовательности в цифровой код. Подобные преобразования принято называть импульсно-цифровыми или ИЦ-преобразованиями, а устройства, выполняющие такие преобразования – импульсно-цифровыми преобразователями (ИЦП). Наиболее часто для выполнения ИЦ-преобразований по частотно-импульсному закону используется три метода.

Классический метод последовательного счета состоит в том, что в течение периода $T_{И}$ следования входных импульсов $u_{ВХ}$ осуществляют подсчет тактовых импульсов $u_{ТИ}$, следующих с постоянным, строго определенным периодом $T_{ТИ}$. Количество подсчитанных тактовых импульсов будет пропорционально периоду следования входных импульсов $N = T_{И} / T_{ТИ} = T_{И} \cdot f_{ТИ}$. Для получения числа F , соответствующего частоте следования входных импульсов, необходимо выполнение дополнительной операции деления $F = f_{ТИ} / N$. Из сказанного следует, что этот метод ИЦ-преобразований

позволяет первоначально получить лишь текущее значение ЧСС (а не среднее, что соответствует поставленной задаче), а обновление информации о значении ЧСС возможно только по завершении процесса преобразований, равного периоду сердечных сокращений, который может изменяться в диапазоне от 0,25 до 3 с.

Классический метод интервального подсчета состоит в том, что в течение строго определенного временного интервала длительностью $\tau_{\text{пр}}$ осуществляют подсчет входных импульсов $u_{\text{вх}}$, следующих с некоторым периодом $T_{\text{И}}$. При этом количество подсчитанных входных импульсов будет пропорционально среднему значению частоты их следования $N = \tau_{\text{пр}} / T_{\text{И}} = \tau_{\text{пр}} \cdot f_{\text{И}}$. Число F , соответствующее среднему значению частоты входных импульсов, в этом случае может быть получено с использованием операции умножения $F = N \cdot 60 / \tau_{\text{пр}}$. Таким образом, классический метод интервального подсчета позволяет получить среднее значение ЧСС (что и нужно для решения поставленной задачи), но обновление информации о ее значении возможно лишь по истечении временного интервала $\tau_{\text{пр}}$, длительность которого обычно составляет от 10 до 60 с.

Модифицированный метод последовательного счета заключается в том, что подсчет тактовых импульсов $u_{\text{ТИ}}$, следующих с постоянным, строго определенным периодом $T_{\text{ТИ}}$, осуществляют в течение временного интервала, точно соответствующего заданному количеству M периодов $T_{\text{И}}$ входного сигнала $u_{\text{вх}}$. Количество подсчитанных при этом тактовых импульсов будет пропорционально среднему значению периода следования входных импульсов $N = M \cdot T_{\text{И}} / T_{\text{ТИ}} = M \cdot T_{\text{И}} \cdot f_{\text{ТИ}}$. Для получения числа F , соответствующего среднему значению частоты входных импульсов, здесь необходима дополнительная операция деления $F = M \cdot f_{\text{ТИ}} / N$. Как видно, модифицированный метод также позволяет получить среднее значение ЧСС, но обновление информации здесь может быть осуществлено лишь по истечении временного интервала преобразований, который (при рекомендованных $M = 10$) будет составлять от 2,5 до 30 с.

На основании проведенного анализа было установлено, что ни один из рассмотренных методов преобразования частоты импульсов в цифровой код не подходит для решения поставленной задачи. В докладе будет представлен метод преобразования частоты следования импульсов в цифровой код, обладающий возможностью обновления информации о среднем значении ЧСС с периодичностью один раз в секунду.

* Работа выполнена под руководством проф. Кипенского А.В.