

## К ВОПРОСУ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГОЛОСОВОГО ТРАКТА ЧЕЛОВЕКА

Муқановская И.В., Дацок О.М.

Харьковский национальный университет радиозлектроники, Харьков, Украина

На сегодняшний день задача моделирования речевого тракта является одной из наиболее важной при создании новых методов реконструкции голоса и систем распознавания речи.

Речь возникает благодаря возбуждению речевого тракта, который с одной стороны ограничен губами, а с другой – голосовой щелью. Структурно речевой тракт состоит из трех основных частей: генератора – дыхательной системы, состоящей из воздушного резервуара (легких), где запасается энергия избыточного давления, мускульной системы и выводного канала (трахеи) со специальным аппаратом (гортанью), где воздушная струя прерывается и модулируется.

Акустическая модель позволяет описать физиологическое устройство речевого тракта конкретного человека, параметризовать процесс артикуляции во времени и отразить влияние данных параметров на воздушный поток, проходящий через речевой тракт. Часто физиологическое устройство речевого тракта изображают в виде рис. 1.

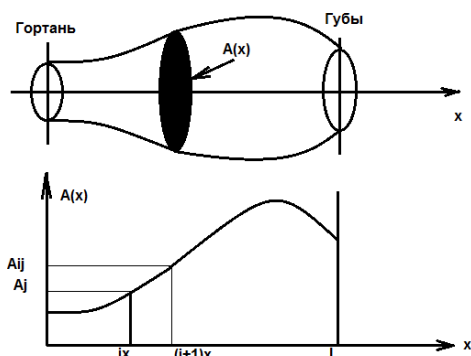


Рис. 1. Акустическая модель речевого тракта

При решении задач проектирования возникает необходимость проанализировать модель речевого тракта. Большинство современных моделей базируются на том, что одним из источников образования звуков является голосовой источник, который возникает при колебании голосовых связок. Этот источник участвует в образовании нескольких групп звуков (гласных и согласных). Физическая модель образования речи изображена на рис.2.

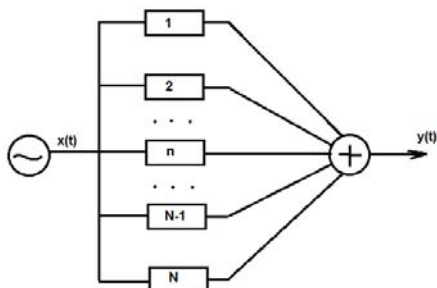


Рис. 2. Физическая модель голосового тракта

Входной сигнал  $x(t)$  поступает от голосовых связок (природный генератор колебаний), проходит через  $N$ -е количество параллельно соединенных резонаторов (характеризующих форму речевого тракта), с помощью суммирования поступающих сигналов на выходе формируется речевой сегмент  $y(t)$ . Голосовые связки сами по себе издадут очень слабый звук, который даже отдаленно не похож на голос человека. Необходимую окраску и силу голоса создают именно резонаторы.

Голосовая щель в гортани является «базовым» источником звука (с участием голосовых связок порождается вокализованный или невокализованный сигналы). При генерации вокализованного сигнала возбуждения, период смыкания и степень смыкания складок голосовой щели в гортани непрерывно меняется, что порождает изменение в длительности и в форме «гортанных» воздушных импульсов: как следствие, меняется интонация и интенсивность звука, эмоциональный окрас речи. При произнесении невокализованного звука голосовые складки не работают, и гортань является источником шумового сигнала. Разделение звуков на вокализованные и невокализованные позволит учесть различную физиологию создания этих звуков.

Резонаторы характеризуются частотой и шириной резонанса, а также сглаживающими КИХ-фильтрами одинаковыми для всех резонаторов. Элемент управления модели изменяет целевые параметры резонатора и импульсную характеристику сглаживающих фильтров при смене фонем.

Модель речевого тракта базируется на следующих принципах:

- деление непрерывной речи на элементарные единицы;
- учет специфики фрикативных и «взрывных» звуков (шумовая составляющая фрикативных звуков в значительной мере формируется уже в речевом тракте, а не только в гортани);
- учет резонанса дыхательных путей, легких и мышц, которые находятся в области живота и грудной клетки.

Учет и анализ большинства факторов, влияющих на процесс голосообразования позволит оптимизировать параметры технических средств замещения утраченных функций голосового аппарата человека.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сорокин В. Н. Фундаментальные исследования речи и прикладные задачи речевых технологий // Речевые технологии. 2008. № 1. С. 18–48.
2. S. Ramakrishnan "Speech Enhancement, Modeling and Recognition- Algorithms and Applications", ISBN 978-953-51-0291-5, Published: March 14, 2012.
3. Ролдугин С. В. Голубинский А. Н., Вольская Т. А. Модели речевых сигналов для идентификации личности по голосу // Радиотехника. 2002. № 11. С. 79–81.
4. Черанёв М. А., Перов Б. Г. Анализ математических моделей речевого тракта // Молодой ученый. – 2013. – №6. – С. 181-184.