

УДК 159.9:629.7+629.7.069:159.9

Биофизические предпосылки для задачи исследования влияния невесомости на параметры речи

Рулев Дмитрий Николаевич^{1(*)}

dmitry.rulev@rsce.ru

Зайцев Константин Иванович¹

konstantin.zaytsev@rsce.ru

Половнев Антон Леонидович¹

anton.polovnev@rsce.ru

Прокопьев Евгений Валерьевич¹

evgeniy.prokopev1@rsce.ru

Сорокин Виктор Николаевич²

vns@iitp.ru

¹ ПАО «РКК «Энергия», Королёв, Московская обл., Россия² Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН, Москва, Россия

Аннотация. Биофизические предпосылки для задачи исследования влияния невесомости на процессы речеобразования заключаются в особенностях систем управления артикуляцией и голосовым источником. Критерий оптимальности работы этих систем требует минимизации расхода энергии на формирования команд управления, представляющих собой поток электрических импульсов. Измерения электрической активности мышц, управляющих движениями нижней челюсти и губ при изменении темпа речи, показали, что при этом происходит не только изменение длительности сегментов речи, но и существенное изменение партитуры команд управления. Сделан вывод, что при оценке влияния невесомости на параметры речи необходимо обратить внимание на изменения темпа речи, соотношения длительности сегментов в слитном потоке речи, изменения динамики артикуляции и формы импульса голосового возбуждения.

Ключевые слова: невесомость, речевой сигнал, критерий оптимальности, голосовые складки, артикуляция

Введение. Биофизические предпосылки для задачи исследования влияния условий пребывания человека в космическом пространстве на процессы речеобразования [1–3] заключаются в особенностях систем управления артикуляцией и голосовым источником. Критерий оптимальности работы этих систем требует минимизации расхода энергии на формирования команд управления, представляющих собой поток электрических импульсов. Измерения электрической активности мышц, управляющих движениями нижней челюсти и губ при изменении темпа речи, показали, что при этом происходит не только изменение длительности сегментов речи, но и существенное изменение партитуры команд управления. Этот эффект адекватно описывается энергетическим критерием оптимальности [4].

Материалы и методы; результаты. В отличие от гладких мышц кишечника, мышцы, управляющие движением артикуляторов и голосовых складок, являются поперечно-полосатыми, и для поддержания заданной степени сокращения мышцы требуется непрерывная электрическая импульсация. Такая импульсация сопровождается расходом определенных веществ, поступаю-

щих из крови. Скорость распространения управляющих импульсов зависит от степени утомления мышцы вследствие длительного напряжения, кровоснабжения, температуры, возраста человека.

Снижение скорости распространения импульсов управления мышцей приводит к увеличению задержки в системе с обратной связью и изменению динамики сокращения мышцы вплоть до возникновения неконтролируемых автоколебаний. Пребывание в космосе неизбежно связано с психологическим стрессом [5, 6], который сопровождается мышечным напряжением с последующим изменением динамики сокращения мышц. Это может повлиять на темп речи и соотношение длительности сегментов в слитном потоке речи.

Непосредственное влияние невесомости состоит в отсутствии вектора гравитационной нагрузки на артикуляторные органы и соответствующим снижением расхода энергии на артикуляцию. В соответствии с энергетическим критерием оптимальности, этот фактор должен привести к изменению распределения команд управления по мышцам артикуляторов и потенциально возможному изменению динамики артикуляции.

Невесомость сопровождается перераспределением жидкостей (крови и лимфы) в организме, которое влияет на вязкоупругие параметры тканей. Учитывая установленные эффекты влияния объема кровотока на характеристики голосового источника, можно ожидать изменения координации активности продольных мышц голосовых складок и мышц, управляющих движением черпаловидных хрящей, которые сводят и разводят задние концы голосовых складок. Такая возможность заставляет обратить особое внимание на оценку формы импульса голосового возбуждения в условиях гравитации и невесомости.

Заключение. Таким образом, при оценке влияния невесомости на процессы речеобразования необходимо обратить внимание на изменения темпа речи, соотношения длительности сегментов в слитном потоке речи, изменения динамики артикуляции и формы импульса голосового возбуждения.

Список источников

- [1] Газенко О.Г., Григорьев А.И., Егоров А.Д. *Физиологические проблемы невесомости*. Москва, Медицина, 1990, 286 с.
- [2] Лебедева С.А., Швед Д.М., Гуцин В.И. Возможности компьютерного анализа акустических характеристик речи человека-оператора в условиях космического полета. *Пилотируемые полеты в космос*, 2020, № 3 (36), с. 109–124.
- [3] Левченко А.В., Прокопьев Е.В., Сорокин В.Н., Конев А.А. Исследование влияния невесомости на параметры речевого сигнала. *XLIX Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых — пионеров освоения космического пространства: сб. тез.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2025, т. 2. с. 329–330.
- [4] Сорокин В.Н. *Речевые процессы*. Москва, ИД «Народное образование», 2012, 600 с.
- [5] Лебедева С.А., Швед Д.М., Гуцин В.И. Предварительные результаты изучения функционального состояния человека-оператора методом анализа акустических

характеристик речи в условиях моделируемых факторов космического полета. *Авиакосмическая и экологическая медицина*, 2019, т. 53, № 2, с. 50–56.

- [6] Лебедева С.А., Швед Д.М., Федяй С.О. Изучение психофизиологического состояния человека в условиях воздействия моделируемой микрогравитации методом анализа акустических характеристик речи. *Авиакосмическая и экологическая медицина*, 2020, т. 54, № 2, с. 45–51.