

$$[t_{1Sj}, t_{2Sj}] = [t_{1S1} + \Delta_{ij}, t_{2S1} + \Delta_{ij}],$$

$$[t_{3Sj}, t_{4Sj}] = [t_{3S1} + \Delta_{ij}, t_{4S1} + \Delta_{ij}],$$

где  $\Delta_{ij} = \tau_j - \tau_1$ . Если для какой-либо пары спутников, принадлежащих различным орбитальным плоскостям, опасные отрезки времени перекрываются, то при выбранном проектном решении возможны механические конфликты, и необходимо его скорректировать.

Предложенный подход позволяет анализировать возможность конфликтных ситуаций на несколько порядков быстрее по сравнению с исследованием изменения расстояния между спутниками при моделировании их движения, так как при моделировании на каждом шаге по времени выполняется ряд вычислений с применением численных методов, а в рассматриваемом случае для анализа конфликтов между спутниками двух орбитальных плоскостей

один раз и только для одной пары спутников этих плоскостей решаются системы уравнений (2)–(5) и далее рассматриваются опасные отрезки времени

Представленная методика может быть использована для анализа «многоспутниковых» систем на начальных этапах проектирования.

1. Охочимский Д. Е., Сихарулидзе Ю. Г. Основы механики космического полета. — М.: Наука, 1990.—448 с.

#### CONSTRUCTING NON-CONFLICT ORBITAL SATELLITE CONSTELLATION

*A. V. Kuznetsov, V. A. Larin, T. V. Labutkina*

A method for «quick» checking of the possibility of mechanical conflicts (collisions) between satellites of a constellation is proposed. The method is suitable for the analysis of multi-satellite constellations in the early stages of their design.

УДК 612.82

## ЗВУКОВЫЕ ВЛИЯНИЯ НА ДВИГАТЕЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ ПАЛЬЦЕВ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

© Е. А. Ильченко

Дніпропетровський національний університет

Досліжується характер взаємодії структур, що керують рухом м'язів, скорочення яких приводить до дії пальців руки людини. У проведених дослідах були отримані механограми скорочення пальців руки під впливом на слуховий аналізатор звукових подразнень різної частоти.

Анализ таких біологіческих систем, как пальцы, которые можно рассматривать как отдельные физиологические единицы в составе более сложной системы кисти руки, позволяет определить оптимальные условия работы этой системы [1—4].

Внешними воздействиями, ведущими к сдвигу «рабочего диапазона» пальца, могут служить: отягощение, длительная работа [5], изменение кровоснабжения работающих мышц [4], различные травматические нарушения верхних конечностей [1]. Именно анализ таких воздействий позволяет выяснить условия, обеспечивающие оптимальное сгибание пальцев руки человека.

Предметом работы было исследование воздействия звуковых влияний на двигательную активность пальцев верхних конечностей.

Звук может изменять конечный эффект двигательной реакции за счет изменения соотношения между отдельными звенями двигательного аппарата [1—4].

Для физиологических реакций важное значение имеет сила внешних раздражителей.

В наших исследованиях регистрировались механограммы пальцев руки человека, вызванные стимуляцией активных точек предплечья на фоне звукового раздражителя различной силы и высоты.

Для изучения возможного влияния звуковых колебаний на двигательную реакцию пальцев верхней конечности использовался низкочастотный генератор сигналов Г3-118. Испытуемый надевал головные телефоны, к которым подавали различные по частоте и уровню интенсивности электрические звуковые колебания. Использовались частоты 1, 5, 10, 15 кГц при уровне интенсивности звуковых колебаний 60 дБ.

Был также разработан и использован модулятор, посредством которого периодически (с частотой 1–2 Гц) изменялась амплитуда звуковых колебаний.

Было обнаружено, что звуковые колебания оказывают различные влияния на динамику амплитуд-космічна наука і технологія. додаток.—2003.—9, № 1

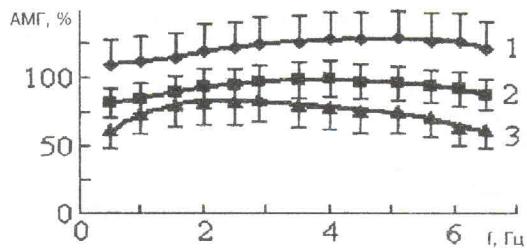


Рис. 1. Зависимость амплитуды механограммы среднего пальца от частоты стимуляции и типа ВНД. По оси абсцисс — частота стимуляции в Гц, по оси ординат — АМГ в %. Доверительные интервалы соответствуют уровню значимости 0.05. Кривые 1, 3 — на фоне воздействия звукового раздражителя (10 кГц); кривая 2 — контрольная группа (без воздействия звукового раздражителя); кривая 1 — холерик; кривая 2 — флегматик

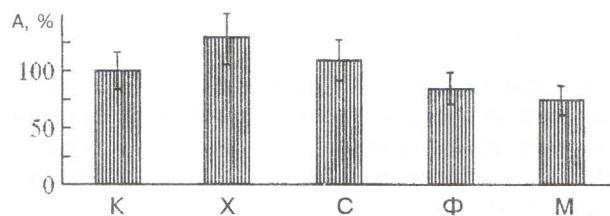


Рис. 2. Зависимость максимальной амплитуды механограммы среднего пальца от частоты звуковых генерированных колебаний. На графиках — усредненные результаты 26 опытов. По оси абсцисс — тип ВНД (Х — холерик; С — сангвиник; Ф — флегматик; М — меланхолик) (К — контрольная группа, без воздействия звуковых колебаний); по оси ординат — средняя относительная величина максимальной амплитуды механограммы в %. Доверительные интервалы соответствуют уровню значимости 0.05

но-частотных зависимостей сгибания пальцев руки человека. В связи с этим в дальнейшем исследования проводились с определением типов ВНД испытуемых (таблицы Амфимова и тесты психологического анализа), то есть при анализе характера полученных зависимостей в дальнейшей работе учитывалось влияние на них различных типов ВНД.

Из рис. 1 видно, что для типа ВНД «холерика» амплитуда увеличивалась под воздействием звуковых колебаний (кривая 1) по сравнению с контрольной группой испытуемых (кривая 2 — без воздействия звукового раздражителя на слуховой анализатор). При увеличении частоты стимуляции амплитуда механограммы возрастала, достигая своего максимума (130 %) при частоте стимуляции 5 Гц.

Противоположная картина наблюдалась для флегматика. У него под воздействием звуковых колебаний амплитуда была значительно снижена по сравнению с амплитудой без таковых (кривая 3 на рис. 1). При этом максимум амплитуды меха-

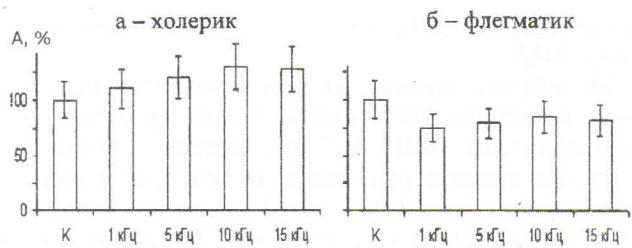


Рис. 3. Зависимость максимальной амплитуды механограммы среднего пальца от частоты звуковых генерированных колебаний. На графиках — усредненные результаты 26 опытов. По оси абсцисс — частота звуковых колебаний в кГц (К — контрольная группа, без воздействия звуковых колебаний); по оси ординат — средняя относительная величина максимальной амплитуды механограммы в %. Доверительные интервалы соответствуют уровню значимости 0.05

нограммы смещался в сторону более низких частот и составлял 85 % при частоте стимуляции 2.5 Гц.

Из рис. 2 видно, что для холериков и сангвиников под воздействием звуковых генерированных колебаний максимальная амплитуда механограммы повышалась, а для флегматика и меланхолика — понижалась по сравнению с контрольной группой испытуемых (без воздействия звукового раздражителя на слуховой анализатор).

На рис. 3, а показано, что при воздействии звукового раздражителя различной частоты на слуховой анализатор испытуемых холериков максимальная амплитуда механограммы достигает больших значений по сравнению с контрольной группой испытуемых (без воздействия звукового раздражителя на слуховой анализатор).

На рис. 3, б показана противоположная закономерность. Видно, что под воздействием звукового раздражителя различной частотой на слуховой анализатор максимальная амплитуда ответной реакции снижается по сравнению с контрольной группой испытуемых. Наименьшая максимальная амплитуда механограммы (АМГ) под воздействием звука для этого типа ВНД была на частоте звуковых колебаний 1 кГц и уровне интенсивности звуковых колебаний в 60 дБ (АМГ составляла 75 % при частоте раздражения активной точки 3 Гц).

При частоте модуляции 1 Гц наблюдались более низкие значения амплитуды механограммы при более низких частотах стимуляции, чем при тех же частотах звуковых генерированных колебаний. Увеличение частоты модуляции звуковых колебаний вело к еще большему уменьшению амплитуды механограммы и смешению ее максимума в сторону более низких частот.

Было установлено, что различные музыкальные

произведения по-разному оказывают влияния на типы ВНД.

Воздействие музыки на работу пальца для холерика повышало АМГ. Так, если для нагрузки 20 г максимальная АМГ без воздействия музыки на слуховой анализатор составляла 100 % при частоте раздражения активной точки 4 Гц, то под влиянием «тяжелой» музыки — составляла 110 % при частоте раздражения 4.5 Гц, тогда как при прослушивании классической музыки достигала своего максимума (АМГ составляла 120 % при частоте 5 Гц).

Нагрузка 40 г вела к снижению АМГ для этого типа ВНД, однако общая тенденция повышать АМГ у холерика сохранялась. Подобная картина наблюдалась и для сангвиника.

Совершенно противоположная картина наблюдалась для остальных типов ВНД. У меланхолика и флегматика под воздействием музыки АМГ снижалась. Причем максимальная АМГ среди этих типов соответствовала флегматику (нагрузка на палец 20 г, классическая музыка — максимальная АМГ составляла 90 % при частоте 3.3 Гц; «тяжелая» музыка — 80 % при 3 Гц); у меланхолика при той же нагрузке под воздействием классической музыки максимальная АМГ стремилась к 80 % при частоте 2.5 Гц, тяжелой музыки — 70 % при 2.3 Гц. Увеличение нагрузки с 20 до 40 г снижало АМГ.

Таким образом, опыты показали, что сдвиг амплитудно-частотных характеристик зависит не только от «чисто» внешних раздражителей (силы звука, модуляции), но и от индивидуальных особенностей — типа ВНД. Как было обнаружено исследованиями, одно и то же музыкальное произведение может по-разному оказывать влияние на двигательную активность с различными типами ВНД. У холерики, у которого преобладают возбуждающие процессы над тормозящими, прослушивание музыкальных произведений приводит к увеличению амплитуды двигательных реакций. У флегматиков, наоборот, прослушивание музыкальных произведений вызывает заметное снижение АМГ, что явно свидетельствует о хорошо выраженных тормозных процессах.

В ранее проведенных опытах [1—4] обнаружено, что любой подсистеме соответствует собственная «резонансная» частота, которая может изменяться вследствие изменения внешних условий. Очевидно, что появление дополнительного звукового раздражителя послужило причиной к изменению амплитудно-частотных характеристик двигательной реакции.

Из рис. 4 видно, что импульсы на звуковой раздражитель с помощью проводникового отдела слухового анализатора приходят в проекционные

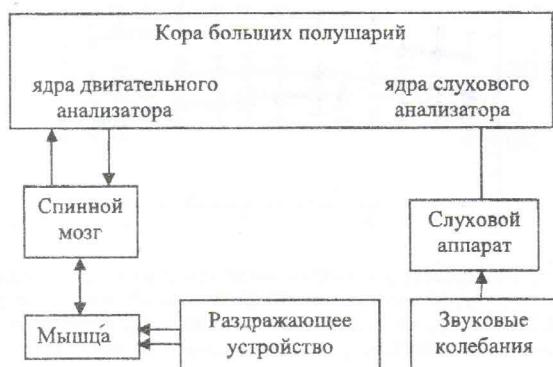


Рис. 4. Функциональная схема

зоны коры больших полушарий (височная доля). Здесь они взаимодействуют с корковым представительством двигательного анализатора (Роландова борозда), раздражающее воздействие которого вызвано электростимуляцией предплечья. Далее в результате сложной комбинации возбуждающих и тормозных процессов импульсы спускаются по нисходящим путям спинного мозга (кортикоспинального, руброспинального, вестибулоспинального и ретикулоспинального), осуществляя супраспинальную регуляцию деятельности мотонейронов, ответственных за генерацию собственной частоты двигательной реакции пальцев, что и отмечалось в наших опытах.

Итак, для каждой из подсистем (пальцев) характерна собственная частота, при которой может воспроизводиться механическое движение. Исследования показали, что наиболее высока она для среднего пальца. Увеличение нагрузки от 20 до 40 г ведет к смещению частоты, при которой воспроизводится движение. Предположительно любой подсистеме соответствует собственная резонансная частота, которая может изменяться вследствие влияния (внешнего) звукового раздражителя.

Предполагается, что звуковые воздействия (музыка, шумы) в определенной мере могут оказывать влияние на характер двигательной активности человека, в частности в условиях космических полетов.

1. Ефанова С. Г., Шугуров О. А. Исследования мышечной активности в различных условиях управления стимуляцией // Биологические и технические системы регулирования: Сб. научн. тр. — Днепропетровск: ДГУ, 1995.—С. 49—53.
2. Ефанова С. Г., Шугуров О. А., Ильченко Е. А. Сравнительная характеристика двигательной реакции различных пальцев рук // Регуляция в живых системах: Сб. научн. тр. — Днепропетровск: ДДУ, 1998.—С. 59—61.

3. Єфанова С. Г., Руденко Н. П., Лільченко Є. А. Амплітудно-частотна характеристика рухів пальців верхньої кінцівки // Фізіологічний журнал.—1998.—44, № 3.—С. 80.
4. Ільченко Е. А. О сгибании пальцев руки человека, вызванных стимуляцией предплечья с различной частотой. // Зб. тез Всеукраїнської молодіжної науково-практичної конференції «Людина і космос». — Дніпропетровськ, 1999.—С. 217.
5. Шугуров О. А., Ефанова С. Г., Власова Н. П. Исследования мышечной активности при утомлении: Сб. науч. тр. — Днепропетровск: ДГУ. 1997.

#### SOUND IMPACTS ON MOTION ACTIVITY OF UPPER LIMB FINGERS

E. A. Il'chenko

We investigate the character of the interaction of the structures operating the motion of muscles reduction of which results in the action of human hand fingers. Some mechanograms of the reduction of hand fingers under the effect of sound irritants of different frequencies on aural analysers were obtained in the experiments carried out.

УДК 541.8.002, 521.49, 519.6

## НОВЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ПРОДУКТЫ ДЛЯ РАКЕТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

© А. Ю. Жилин, А. С. Козлов, М. А. Илюшин, И. В. Целинский

Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)

Розглядаються перхлоратні тетраамінні координаційні сполуки  $\text{Co}^{+3}$ , що містять у внутрішній сфері поліазотисті гетероциклічні ліганди — похідні тетразолу. Вивчено фізико-хімічні та вибухові властивості, показано можливість їхнього застосування у засобах ініціювання, зокрема лазерних.

Во второй половине XX века энергоемкие металло-комплексы нашли практическое применение как взрывчатые вещества (ВВ) [4]. Одной из причин возникшего в последние годы интереса к энергоемким координационным соединениям является повышение требований к безопасности систем пироавтоматики космических аппаратов. Любая взрывная технология содержит объект воздействия, заряд ВВ, детонатор, линию передачи энергетического импульса, генератор энергии (подрыва).

Любое применение ВВ потенциально опасно. Опасность значительно увеличивается после установки капсюля-детонатора и подключения к нему линии передачи энергии. Она может реализоваться в аварийных ситуациях. Риск аварийного взрыва во взрывных сетях связан, во-первых, со сверхпороговым воздействием на ВВ (падение, пожар) и, во-вторых, с появлением в линии передачи энергии ложного импульса природного или техногенного происхождения.

Безопасность взрывных сетей повышается при замене в капсюлях-детонаторах высокочувствительных штатных инициирующих ВВ на менее чувствительные энергоемкие соединения, при увеличении надежности детонатора и линии передачи энергии, при использовании линии связи генератора энергии с детонатором, не передающей и не генерирующей ложные инициирующие импульсы при возникновении аварийных ситуаций [6].

В связи с увеличением требований ракетно-космической техники к безопасности средств инициирования и увеличению их мощности в ряде стран, в том числе и в России, были проведены работы по получению и изучению свойств комплексных солей с внешней сферой общей формулы  $M_x(L)_y(An)_z$ , где  $M$  — катион металла,  $L$  — лиганд,  $An$  — анион кислоты, чаще окислителя. Химическая структура координационных соединений позволяет в широких пределах регулировать их физико-химические, энергетические и эксплуатационные характеристики, создавая энергоемкие вещества, обладающие инициирующей способностью, и в то же время относительно безопасные в обращении.

Перхлорат тетрааммин-цис-бис(5-нитро-2Н-тетразолато- $N^2$ )кобальта(III) (вещество BNCP) (I) впервые был предложен в 1986 г. как одно из наиболее эффективных взрывчатых веществ для средств инициирования [5].

Заряды BNCP в капсюлях-детонаторах распадаются в режиме перехода горения в детонацию (ПГД) и выполняют роль как первичного, инициирующего, так и вторичного, бризантного ВВ [5].

Плотность монокристаллов BNCP 2.05 г/см<sup>3</sup>, расчетная скорость детонации при плотности 1.97 г/см<sup>3</sup> около 8.1 км/с, температура начала интенсивного разложения 269 °С, минимальный заряд по гексогену в гильзе КД № 8 составляет около 50 мг, время ПГД порядка 10 мкс, теплота