

рассматриваемой методологии, можно предложить дальнейшее развитие архитектуры мультиверсионной программной системы, которая строится на основе базовых моделей при синтезе отказоустойчивого программного обеспечения.

Предлагаемая модель формирования оптимального состава модулей многофункциональной мультиверсионной программной системы с введением избыточности предполагает, что разрабатываемая программная система будет состоять из нескольких программ, каждая из которых выполняет свою функцию. Каждая программа содержит ряд модулей. Программы могут вызываться соответствующими функциями программной системы, а модули – любой программой. Поскольку предполагается введение программной избыточности, то для каждого модуля программной системы возможен выбор более чем одной версии.

Цель предлагаемой модели состоит в определении оптимального набора модулей для программ с использованием избыточности таким образом, чтобы надежность программной системы была максимальна при заданных ограничениях по стоимости.

Из-за наличия ограничений по бюджету, и так как мы имеем дело с  $K > 1$  функциями программного обеспечения для решения этой задачи требуется использовать новый подход. Кроме того, целевая функция рассматриваемой модели нелинейная, и невозможно решить задачу непосредственно как задачу целочисленного программирования. Однако эта проблема может быть решена с использованием целочисленного программирования при определенной модификации целевой функции. Определяя нелинейную целевую функцию двумя линейными функциями, можно получить оптимальное решение задачи формирования многофункциональной мультиверсионной

программной системы с введением избыточности при определенных ограничениях по стоимости.

При решении реальных задач практического применения, отличающихся большой размерностью постановок, алгоритмически заданными ограничениями и функционалами и т. п., когда применение традиционных методов не позволяет получить приемлемый результат за реальное время, предлагается применять модификации методов многоатрибутивного принятия решений, которые позволяют избежать недостатков базовых схем решения.

Итак, представлена надежная оптимизационная модель для программной системы, разрабатываемой с использованием методологии мультиверсионного программирования. Различные модели формирования структур мультиверсионного программного обеспечения, как однофункциональных, так и многофункциональных систем позволяют более адекватно выбирать соответствующую модель для реальной ситуации при проектировании. Возможность выбора модели формирования мультиверсионного программного обеспечения обеспечивает эффективное решение задачи оптимизации программной составляющей систем управления и обработки информации.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ковалев, И. В. Оптимальное проектирование мультиверсионных систем управления / И. В. Ковалев, А. А. Попов, А. С. Привалов // Докл. НТК с международным участием «Информационные технологии в инновационных проектах». Ижевск: ИЖГТУ, 2000. – С. 24–29.
2. Царев, Р. Ю. Многоатрибутивное принятие решений в мультиверсионном проектировании: Монография / Р. Ю. Царев // Красноярск: КГТУ, 2004. – 157 с.

#### *Космические и авиационные технологии*

#### **СИЛА СОКРАЩЕНИЯ, ПЛОЩАДЬ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ (ППС), ВОЗБУДИМОСТЬ МОТОНЕЙРОННОГО ПУЛА ТРЕХГЛАВОЙ МЫШЦЫ ГОЛЕНИ (ТМГ) У ЧЕЛОВЕКА И ИХ ИЗМЕНЕНИЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ РАЗГРУЗКИ МЫШЕЧНОГО АППАРАТА**

Коряк Ю.А., Козловская И.Б., Бурлачкова Н.И.,  
Асланова И.Ф., Киренская А.В., Бравава Д.Ю.\*  
ГНЦ РФ - Институт медико-биологических  
проблем РАН, Москва, \*РГУФК, Москва

Неупотребление (иммобилизация, космический полет и/или условия его моделирующие) мышечного аппарата вызывает структурные/функциональные изменения мышц, что может быть обусловлено изменениями в моторном контроле управления движениями [Kozlovskaya et al., 1981; Коряк, Козловская, 1992; Jaweed et al., 1999; Kozlovskaya, Burlachkova, 1999; Коряк, 1995-2004]. Несмотря на многочисленные исследования проблема механизмов, определяющих снижение функциональных свойств мышечного аппа-

рата остается дискуссионной. При обсуждении нервных механизмов, обуславливающих изменения сократительных свойств мышц в результате неупотребления, обычно обсуждаются изменения в афферентах мышцы мотонейрона (МН) пула [Delwaide, 1973; Robinson et al., 1982; Etnyre, Abraham, 1986]. Возбудимость МН пула у человека может быть оценена через регистрацию раннего ответа (Н-рефлекса) мышцы [Hoffman, 1918; Paillard, 1955]. Мы постулируем, что снижение максимальных произвольных силовых сократительных возможностей скелетных мышц в условиях 120-суточной антиортостатической гипокинезии (АНОГ), в основном, предопределяется центральным фактором. **Цель работы** - исследовать влияние АНОГ на силовые сократительные свойства, ППС и возбудимость мотонейронного пула ТМГ у человека. **Методика.** В исследовании приняли участие 6 мужчин в возрасте 31-45 лет не страдающих нейромышечными заболеваниями. Изометрическое сокращение ТМГ, вызываемое либо произвольным усилием самого испытуемого (максимальная произвольная сила - МПС), либо электрическим раздраже-

нием (максимальная сила -  $P_0$ ) *n. tibialis* супрамаксимальной силой прямоугольными импульсами длительностью 1 мс и частотой 150 Hz [Коряк, 2004], регистрировали тендометрическим динамометром [Коряк, 1992]. Силовой дефицит ( $P_d$ ), показатель количественно оценивающий степень совершенства центрального управления мышечным аппаратом, рассчитывали как дельта между  $P_0$  и МПС [Коц, 1985; Коряк, 1986]. Методом ультразвуковой эхолокации [Болховских, Коц, 1972] определяли ППС ТМГ и кожно-жировой слой (КЖС) над ней. Рефлекторную возбудимость  $\alpha$ -МН пулов ТМГ оценивали методом моносинаптического испытания с регистрацией позднего (М-ответа) и раннего (Н-рефлекса) ответов на электрическое раздражение *n. tibialis* прямоугольными импульсами длительностью 1 мс. Максимальную амплитуду  $H_{max}$  и  $M_{max}$ , а также их соотношение ( $H_{max}/M_{max}$ ) оценивали в момент «закладки» испытуемого, а затем на 30- и 120-сутки пребывания в условиях АНОГ. **Результаты.** После АНОГ МПС,  $P_0$  и ППС уменьшились на 45.5, 33.7 и 16.7%, соответственно, ( $p < 0.05-0.001$ ) и незначительно (6.5%) увеличилась величина КЖС ( $p < 0.05$ ). Показатель  $P_d$  увеличился на 60.2% ( $p < 0.001$ ). В условиях АНОГ отмечается существенное снижение рефлекторных и прямых ответов мышцы, но существенно больше рефлекторных. Так, амплитуда  $H_{max}$  и  $M_{max}$  ответов на 30- и 120-сутки АНОГ уменьшилась на 18.6, 50.5, 18.8 и 41.0%,

соответственно, ( $p < 0.01-0.001$ ). Отношение  $H_{max}/M_{max}$ , позволяющее судить о доле рефлекторно возбужденных МН (двигательных единиц) из общего их числа у данной мышцы, также претерпевает существенное изменение. На 30- и 120-сутки в условиях АНОГ отношение  $H_{max}/M_{max}$  уменьшилось на 50.6 и 24.4%, соответственно, ( $p < 0.01$ ). **Заключение.** Полученные экспериментальные данные показывают на тесную, интимную, связь между показателями, характеризующими максимальные произвольные силовые возможности мышцы в условиях АНОГ, и степенью возбудимости МН пулов, оцениваемых по моносинаптическому электрически вызванному рефлекторному ответу ТМГ. Снижение рефлекторной возбудимости спинальных МН ядер ТМГ может быть как следствие «неупотребления» супраспинальных нервных образований, ответственных за включение спинальных механизмов в задаче «развить МПС». В пользу последнего указывает существенное увеличение  $P_d$  (на 60%) после «выхода» из условий жесткой постельной АНОГ. Триггером, инициирующим снижение в активности спинальных МН ядер ТМГ может быть измененный и/или уменьшенный общий поток импульсации от мышечных веретен первичных афферентов [Бернштейн, 1966], а также сниженный объем проприоцептивной импульсации с опорных зон (механорецепторов) мышц [Козловская и др., 1986].

### *Новые материалы и химические технологии*

#### **МЕСТО И РОЛЬ АЛИФАТИЧЕСКИХ СПИРТОВ СРЕДИ ЭКСТРАГЕНТОВ ТАНТАЛА И НИОБИЯ**

Глубоков Ю.М., Травкин В.Ф., Коваль Е.В.

Трудно представить современное производство и науку без применения ниобия и тантала. Высокая тугоплавкость и устойчивость к агрессивным средам, ряд специфических особенностей физических свойств, высокая легирующая способность определяют широкое использование этих металлов.

Нейтральные кислородсодержащие соединения позволяют решить многие вопросы, связанные с извлечением, разделением и очисткой ниобия и тантала. К этой группе относятся как типичные кислородсодержащие реагенты (эфир, кетоны, спирты), так и некоторые полифункциональные реагенты (антипин и его производные).

К наиболее широко применяемым и изученным представителям этой группы относятся фосфорсодержащие соединения, представляющие собой различной степени замещенности эфиры и амиды фосфорной кислоты. Типичным и наиболее известным их примером является ТБФ. Его широко используют как в чистом, так и разбавленном виде для извлечения и разделения тантала и ниобия из фторидных и фторидно-сульфатных растворов после вскрытия минералов и рудных концентратов, при очистке от примесей и т.д. Однако ТБФ обладает и существенными недостатками, он токсичен, имеет высокую плотность, ухудшающую расслаивание фаз. Кроме того, ТБФ

подвергается гидролизу при контакте с технологическими растворами, что ведет к загрязнению готовой продукции фосфором(V).

Кетоны также находят применение для выделения, разделения и очистки ниобия и тантала. На практике обычно для этих целей используют МИБК и циклогексанон. Общим недостатком указанных экстрагентов является их высокая растворимость в водной фазе, довольно большая летучесть, пожароопасность. МИБК производится в нашей стране в ограниченных количествах, что делает его малодоступным.

Большой интерес для практического применения представляют длинноцепочные алифатические спирты, являющиеся продуктами основного органического синтеза. Проведенные нами исследования показали, что для спиртов нормального строения с увеличением длины алкилрадикала от  $C_5$  до  $C_{10}$  экстракционная способность, как правило, уменьшается. Наибольшее извлечение тантала и ниобия наблюдается для н-пентанола, однако этот спирт обладает большой растворимостью в воде и потому его применение нецелесообразно. Наиболее перспективны для широкого практического применения октанола. Из них наибольшей селективностью обладает октанол-2, а наибольшей экстракционной способностью - 2-метилоктанол-2. Для всех октанолов характерна невысокая растворимость в воде, устойчивость при длительном контакте со фторидно-сульфатными растворами. По своим экстракционным свойствам октанола не уступают как МИБК, так ТБФ.