во многих известных инструментальных средствах. Для задания функций принадлежности используются следующие зависимости:

– треугольная (trimf):

$$\mu_{w_j^i}(u,a,b,c)=\begin{cases}0, & u\le a;\\ \dfrac{u-a}{b-a}, & a<u<b;\\ \dfrac{c-u}{c-b}, & b\le u<c;\\ 0, & u\ge c;\end{cases}$$

– трапециевидная (tramf):

$$\mu_{w_j^i}(u,a,b,c)=\begin{cases}0, & u\le a;\\ \dfrac{u-a}{b-a}, & a<u<b;\\ 1, & b\le u<c;\\ \dfrac{d-u}{d-c}, & c\le u<d;\\ 0, & u\ge d;\end{cases}$$

– гауссова (gauss):

$$\mu(u)=e^{-(\frac{u-c}{\sigma})^2}.$$

Оценку эффективности инновационных проектов электроэнергетического предприятия на основе качественных показателей $w=\{w_1, w_2,...,w_k\}$, описываемых нечёткими множествами $T(w_i)=\{t_1^i, t_2^i,...,t_\alpha^i\}$, предложено осуществлять посредством применения математического аппарата нечёткой логики. При этом составляется набор продукционных правил нечёткого вывода, описывающих знания специалистов-профессионалов, следующего вида:

$$P_\Omega : if\ w_\varepsilon\ is\ t_\varepsilon^i\ \text{ и }\ w_\phi\ is\ w_\phi^j\ then\ Now_\beta\ is\ t_\lambda .$$

Количество правил $\Omega=\overline{1,z}$ определяется решаемой задачей. Результатом нечёткого вывода является чёткое значение переменной w_β^ω на основе заданных чётких значений переменных $w_\varepsilon, w_\phi, w_\lambda$. Механизм логического вывода состоит из четырёх этапов: фазификация (задание нечёткости), осуществление нечёткого вывода по продукционным правилам, дефазификация (приведение к чёткости). В следствие того, что процесс инновационной деятельности является многоаспектным, для формирования инструментария оценки эффективности инновационной деятельности предложено использовать комплекс показателей, включающий экономическую, экологическую, социальную составляющие. Такая комплексная оценка эффективности инновационной деятельности с учетом качественных и количественных критериев приведёт к возникновению синергетического эффекта, приводящего к значительному повышению эффективности инновационной деятельности электроэнергетических предприятий.

Список литературы

1. Катков Е.В., Бородин А.И., Стрельцова Е.Д. Нечеткая логика в оценке инвестиционной привлекательности проектов // Прикладная информатика. – 2013. – №46 (4). – С. 19-24. (0,9 п.л./ 0,5 п.л.).

«Компьютерное моделирование в науке и технике»
ОАЭ (Дубай), 16-23 октября 2014 г.

Технические науки

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЛАВНОГО (СЛУЖЕБНОГО) ТОРМОЖЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Песошин А.А.

ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ», Казань, e-mail: pesoshin@gmail.com

Одной из наиболее частых операций по управлению автотранспортным средством (АТС) является плавное (служебное) торможение, которое применяется водителем в штатных дорожно-транспортных ситуациях для снижения скорости движения и останова АТС в заранее выбранном положении [3]. Неправильный выбор усилия торможения или нестабильность навыка плавного торможения вызывают ощущение дискомфорта у пассажиров, а также могут вызвать дорожно-транспортное происшествие, связанное как с экономическими потерями, так и с ущербом здоровью человека.

Для исследования процесса полного плавного торможения АТС перед неподвижным объектом, находящимся на пути следования АТС, проведено имитационное моделирование движения АТС. Имитационная модель разработана на основе предложенной ранее математической модели, опубликованной в работе [2], моделирование проводилось с применением разработанного программного обеспечения.

Структурная схема имитационной модели приведена на рис. 1, под блоками которой приведены множества констант, причем константы блока «Генератор управляющих действий» соответствуют параметрам торможения, а константы блока «Математическая модель» соответствуют условиям моделируемой дорожной ситуации. Выход *P* блока математической модели принимает значение «ЛОЖЬ» в процессе вычислительного эксперимента и значение «ИСТИНА», когда он окончен; выход *D* принимает значение «ИСТИНА», если было допущено столкновение, и значение «ЛОЖЬ» в обратном случае; выход *L* соответствует текущему значению расстояния от АТС до неподвижного объекта.

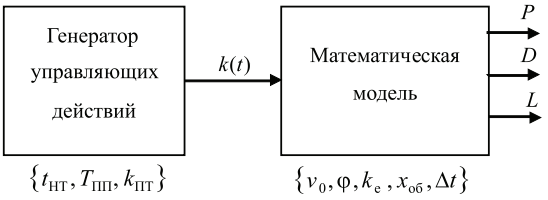

Рис. 1. Структурная схема имитационной модели. Обозначения величин в тексте

Зададим зависимость углового положения педали тормоза, прямо пропорционального усилию торможения и замедлению АТС, от времени t как функцию нормированного коэффициента $k(t)$, принимающую значения от 0 (педаль отпущена) до 1 (педаль нажата полностью). Анализ рассматриваемого процесса показывает, что функция $k(t)$, соответствующая выполнению водителем АТС полного плавного торможения без корректировки усилия торможения, имеет вид, приведенный на рис. 2, где $k_{пт}$ – уровень углового коэффициента k, соответствующий выбранному водителем замедлению АТС в ходе плавного торможения; $T_{ПП}$ – время переходного процесса, во время которого коэффициент k изменяется от 0 до значения $k_{пт}$, $t_{НТ}$ – момент времени начала торможения; $t_{ост}$ – момент времени останова АТС.

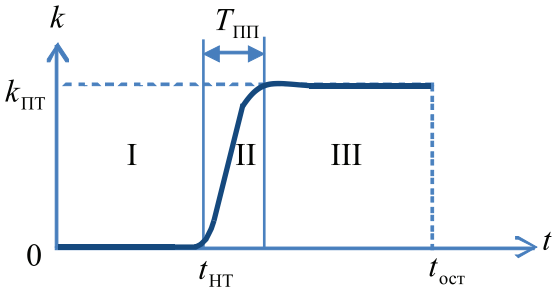

Рис. 2. Вид функции $k(t)$, характерной для плавного торможения без корректировки усилия торможения. Обозначения в тексте

Блок «Генератор управляющих действий» через равные промежутки времени Δt, подает на вход математической модели дискретные значения коэффициента k, формирующие совокупность значений функции $k(t)$, которые вычисляются в зависимости от текущего значения модельного времени t и соответствующего ему участка I-III (рис. 2), по формуле:

$$k = \begin{cases} 0, \ t \le t_{НТ}; \\ \dfrac{k_{ПТ}}{T_{ПП}}(t - t_{НТ}), \ t_{НТ} < t < t_{НТ} + T_{ПП}; \\ k_{ПТ}, \ \ t_{НТ} + T_{ПП} \le t \le t_{ост}. \end{cases}$$

Отметим, что на участке II функция $k(t)$ аппроксимируется линейно.

Зададим условия моделируемой дорожной ситуации, в соответствие с которыми начальная скорость v_0 принимается равной максимальной разрешенной в населенном пункте – 60 км/ч; тип дорожного покрытия – сухому асфальтобетонному; категория АТС – легковому автомобилю M_1; коэффициент φ сцепления колеса с опорной поверхностью – 0,8 [5]; коэффициент k_e эффективности торможения – 1,28 [5]; положение $x_{об}$ неподвижного объекта – 145 м; интервал времени Δt, на величину которого происходит дискретное изменение времени t модели – 10 мс [1].

Ввиду детерминированности рассматриваемой имитационной модели, моделирование выполним путем перебора значений параметров $t_{НТ}$, $T_{ПП}$, $k_{ПТ}$ функции $k(t)$. Обозначим интервалы и соответствующие им шаги изменения параметров в ходе моделирования:

$$t_{НТ} \in [0 \text{ с}; 7{,}34 \text{ с}], \ \Delta = 0{,}01 \text{ с},$$

где левая граница интервала соответствует моменту начала отсчета, а правая – значению величины максимального момента времени, начало торможения в который и после которого приводит к столкновению, независимо от дальнейших управляющих действий водителя АТС.

$$k_{ПТ} \in (0; \ 0{,}49], \ \Delta = 0{,}01,$$

где правая граница принята равной значению коэффициента k, соответствующему замедлению АТС, равному 3 м/с^2 [4].

$$T_{ПП} \in (0 \text{ с}; 15{,}29 \text{ с}], \ \Delta = 0{,}01 \text{ с},$$

где правая граница соответствует максимальному значению времени нажатия педали тормоза, вычисленному в начальный момент времени при изменении коэффициента k от нуля до максимального рассматриваемого значения величины $k_{пт}$, равного 0,49.

Перебор каждого параметра внутри соответствующего интервала начинается с левой границы, если она входит в интервал, и с первого значения, большего левой границы на величину шага Δ, в обратном случае. Значение параметра последовательно увеличивается на шаг Δ до достижения правой границы рассматриваемого интервала включительно. С каждым набором параметров проводится вычислительный эксперимент, целью которого ставится определение наличия или отсутствия столкновения (величина D) АТС с неподвижным объектом и вычисление расстояния $L_{ост}$ между остановившимся АТС и неподвижным объектом в результате торможения.

Результаты вычислительных экспериментов, в которых расстояние $L_{ост}$ сравнительно велико (условно выбран порог, равный 30 м), исключаются из рассмотрения, поскольку они отражают процессы торможения, приводящие к преждевременному останову АТС, что не соответствует рассматриваемой дорожной ситуации.

Получены следующие результаты имитационного моделирования движения АТС в процессе полного плавного торможения:

• всего вычислительных экспериментов – 55066935;

• из них экспериментов без столкновений АТС с неподвижным объектом – 7119668;

• из них экспериментов без столкновений АТС с неподвижным объектом, в которых $L_{ост} \le 30$ м – 4401532;

• максимальное значение момента времени $t_{НТ}$ начала торможения, при котором водитель имеет возможность выполнить плавное торможение, с – 5,91;

• минимальное значение коэффициента $k_{ПТ}$ углового положения педали тормоза, при котором водитель имеет возможность избежать столкновения – 0,16.

Рассмотрим частный случай, когда момент времени начала торможения совпадает с началом отсчета ($t_{НТ} = 0$ с). На рис. 3 представлена область значений параметров торможения $k_{пт}$ и $T_{ПП}$ при $t_{НТ} = 0$ с, на которой различными цветами показаны диапазоны соответствующих значений расстояния $L_{ост}$.

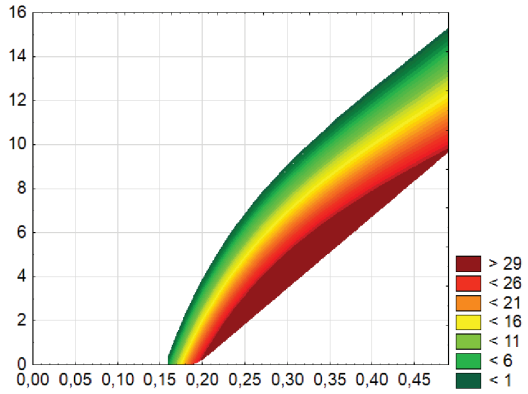

Рис. 3. Область значений параметров торможения $k_{пт}$ и $T_{ПП}$ при $t_{НТ} = 0$ с. По горизонтальной оси – значения параметра $k_{пт}$, безразмерные единицы; по вертикальной оси – значения параметра $T_{ПП}$, с. Различными цветами показаны диапазоны соответствующих значений расстояния $L_{ост}$ (пояснение справа)

Аппроксимация данных имитационного моделирования выполнялась по методу наименьших квадратов полиномиальными функциями степени не выше 2.

Получена система неравенств, описывающая в 96,1 % случаев область значений параметров плавного торможения $k_{пт}$ и $T_{ПП}$ при $t_{НТ} = 0$ с, представленной на рис. 3, записанная следующим образом:

$$\begin{cases} 0{,}16 \le k_{ПТ} \le 0{,}49; \\ T_{ПП} \le -76{,}268\,k_{ПТ}^2 + 91{,}089\,k_{ПТ} - 11{,}461; \\ T_{ПП} \ge -66{,}037\,k_{ПТ}^2 + 76{,}262\,k_{ПТ} - 12{,}086; \\ T_{ПП} > 0. \end{cases}$$

На рис. 4 приведена область значений параметров торможения $t_{НТ}$, $T_{ПП}$, $k_{ПТ}$. Для наглядности представленной диаграммы шаги изменения параметров были увеличены до значений 0,1 с, 0,1 с и 0,05 соответственно.

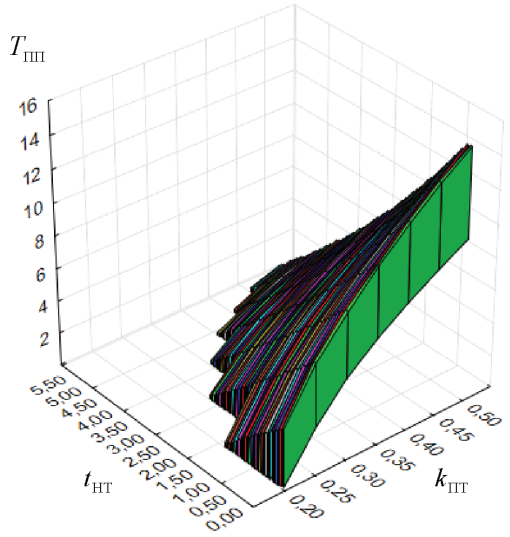

Рис. 4. Область значений параметров торможения $t_{НТ}$, $T_{ПП}$, $k_{ПТ}$. На обозначенных осях приведены значения параметров $t_{нт}$ и $T_{ПП}$ в секундах, параметра $k_{пт}$ – в безразмерных единицах. Различными цветами показаны разрезы области значений по плоскостям, параллельным плоскости, проходящей через оси параметров $k_{пт}$ и $T_{ПП}$, при различных значениях параметра $t_{нт}$

Получена система неравенств, описывающая в 97,3 % случаев область значений параметров плавного торможения $t_{нт}$, $k_{пт}$ и $T_{ПП}$, представленной на рис. 4, записанная следующим образом:

$$\begin{cases} T_{ПП} \le -64{,}583\,k_{ПТ}^2 + 0{,}085\,t_{НТ}^2 - 3{,}044\,k_{ПТ}\,t_{НТ} + 81{,}65\,k_{ПТ} - 1{,}579\,t_{НТ} - 9{,}703; \\ T_{ПП} \ge -55{,}351\,k_{ПТ}^2 + 0{,}072\,t_{НТ}^2 - 2{,}087\,k_{ПТ}\,t_{НТ} + 68\,k_{ПТ} - 1{,}613\,t_{НТ} - 10{,}562; \\ T_{ПП} \ge 0{,}01; \\ t_{НТ} \ge 0; \\ k_{ПТ} \le 0{,}49. \end{cases}$$

Таким образом, в результате имитационного моделирования движения АТС построена область значений параметров полного плавного торможения, не приводящих к столкновению АТС с неподвижным объектом с ограничением на расстояние между ними. Получена информа-

ция о соответствии параметров результату плавного торможения (расстоянию $L_{ост}$), которая может быть использована для оценки плавности выполняемого водителем АТС торможения путем сравнения значений индивидуальной функции $k(t)$ с аналогичной, на основе которой был выполнен вычислительный эксперимент.

Список литературы

1. Исследование путей исключения неустойчивости процесса численного моделирования в задачах динамики движения автомобиля / А.П. Федин, В.М. Зотов, Т.Н. Зотова, В.В. Бумагин // Известия волгоградского государственного технического университета. – 2007. – Т. 8. – № 2. – С. 36–39.

2. Песошин А.А. Метод контроля навыка плавного торможения водителя автотранспортного средства // Вестник казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2013. – Т. 2. – №. 2. – С. 177–183.

3. Савельев Б.В., Белякова А.В. Тренажер для обучения служебному торможению: обоснование информационной модели // Автотранспортное предприятие. – 2013. – № 1. – С. 20–23.

4. Селифонов В.В., Хусаинов А.Ш., Ломакин В.В. Теория автомобиля: Учебное пособие. – М.: МГТУ «МАМИ», 2007. – 102 с.

5. Туренко А.Н. Сараев А.В. Исследование тормозной динамики автомобиля при анализе дорожно-транспортного происшествия // Харьков: Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет. – Автомобильный транспорт. – 2010. – № 26. – С. 17–22.

«Фундаментальные и прикладные проблемы медицины и биологии» ОАЭ (Дубай), 16-23 октября 2014 г.

Медицинские науки

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ СЕНСОРНОЙ АФФЕРЕНТАЦИИ И КООРДИНАЦИИ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ИГРОКОВ В ДАРТС

Новиков Е.А., Понкратов В.И., Кривоносов П.В.

ГБОУ ВПО КГМУ Минздрава России, Курск, e-mail: rolawm@ya.ru

Произвольная двигательная активность человека является одной из наиболее сложных функциональных систем и изучение ее особенностей, способов изменения мануальной координации движений является базисом для ряда направлений, в том числе – спортивной деятельности (1). В то же время, уровень функциональной асимметрии, тактильной чувствительности вносят значимый вклад в реализацию двигательной программы (2).

Нами проведено исследование влияния сопряженной многоканальной электронейромиостимуляции (СМЭНМС) (1) на уровень координации движений у игроков в дартс, игре в которой малейшее отклонение от двигательной программы и неспособность тактильно оценивать игровой снаряд приводят к ухудшению игровых результатов. В исследовании приняли участие 25 испытуемых мужского пола 25-30 лет с преобладающим левополушарным профилем моторной асимметрии («правши»). Первоначально проводилось 10 подходов по 3 броска поочередно правой и левой рукой дротиками Tungsten 1205 производства Harrows массой 25 грамм с расстояния до мишени 2,4 метра. Испытуемые мотивировались на суммарный набор максимального количества баллов. В последствии использовалась пятикратная СМЭНМС (1), после чего проводилось вновь 10 подходов по 3 броска.

До процедуры СМЭНМС средние значения набранных баллов для правой руки составили 388,80±1,56, для левой – 277,12±1,41; после пятикратной СМЭНМС, соответственно, 414,20±1,83 и 298,11±1,41.

Таким образом, применение СМЭНМС позволяет достоверно повысить уровень координации движений обеих верхних конечностей и, возможно, сенсорной афферентации, улучшить спортивные результаты игроков в дартс.

Список литературы

1. Михайлов И.В. Закономерности обучения сложным целенаправленным движениям в зависимости от устойчивых свойств личности, сенсорной и моторной асимметрии: дис… канд. мед. наук. – Курск, 2011. – С. 13-58.

2. Халилов М.А., Михайлов И.В., Улаева Е.А. Исследование тактильной чувствительности человека // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Естественные, технические и медицинские науки. – 2013. – №6. С. 271-274.

ОБОСНОВАНИЕ К ВЫБОРУ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРОВ ЗУБНЫХ ДУГ ПО МОРФОМЕТРИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ ЛИЦА С УМЕНЬШЕННОЙ ВЫСОТОЙ ГНАТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ЛИЦА

Орлова И.В., Фищев С.Б., Севастьянов А.В., Королёв А.И., Багомаев Т.С.

Санкт-Петербургкий государственный педиатрический медицинский университет, Санкт-Петербург, e-mail: super.kant@yandex.ru

Постоянный поиск идеальной формы и размеров зубных дуг привлекал внимание специалистов с давних времен. Были определены форма и размеры зубных дуг в зависимости от размеров, составляющих ее зубов. Найдены корреляционные взаимосвязи с размерами отдельных зубов или групп зубов [5, 6, 10].

В настоящее время предложены математические расчеты параметров индивидуальных зубных дуг, использование компьютерного анализа [9, 11, 12].

Необходимость учета индивидуальных особенностей строения челюстно-лицевой области при ортодонтическом и протетическом лечении отмечали многие авторы [1, 3, 4, 7]. Специалистами доказана зависимость размеров и формы зубов и зубных дуг в зависимости от возраста, морфометрических параметров лица и головы в целом [2, 8].

В то же время в доступной нам литературе мы не встретили сведений об индивидуальных размерах зубных при сформировавшемся ортогнатическом прикусе постоянных зубов и их взаимосвязь с параметрами кранио-фациального комплекса.