

А.М.Корсаков (асп., ЦНИИ РТК), Е.И.Юревич, д.т.н., проф.

## КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ЗРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА

Визуальные системы наблюдения являются наиболее информационно ёмким каналом связи как для живого организма, так и при проведении работ с помощью робототехнических систем (РТС). Они служат источником обратной связи при всех видах дистанционно-манипуляционного управления и для контроля работы РТС, применяются для целеуказания, служат для позиционной и позиционно-скоростной адаптации и, наконец, обеспечивают полностью автоматический режим распознавания и управления в интеллектуальных системах управления с системами технического зрения. Однако в настоящее время круг решаемых системами технического зрения задач несравненно уже возможностей зрительной системы живых организмов и, в частности, человека.

Целью данной работы является изучение строения и работы зрительной системы человека, а также её математическое описание и компьютерное моделирование.

Работа включает в себя следующие этапы: анализ с биологической точки зрения строения и функционирования зрительной системы; построение математической модели сетчатки глаза; построение и исследование компьютерной структурно-функциональной модели сетчатки глаза; построение и исследование математической и компьютерной моделей мышц глаза; исследование некоторых рефлекторных движений глаза на модели, объединяющей сетчатку глаза и управление направлением взгляда.

В ходе работы получены математическая модель сетчатки глаза (включающая 3 уровня первичной обработки зрительной информации и 5 типов клеток: рецепторы, горизонтальные клетки и биполяры, амакриновые и ганглиозные клетки) и математическая модель глазной мышцы (включающую модель мышечного сокращения). Кривую одиночного сокращения воспроизвели решением дифференциального уравнения третьего порядка, описывающего электромеханическое преобразование или механохимическое сопряжение. Последовательность импульсов постоянной амплитуды и длительности, соответствующая разрядам мотонейрона, представляет входное воздействие  $N(t)$  для соединённых последовательно двух апериодических звеньев первого порядка и интегратора. Нелинейная зависимость силы  $F(t)$  сокращения от частоты следования входных импульсов обеспечена введением обратной связи с выхода блока электромеханического преобразования на его вход через два апериодических звена первого порядка, одно из которых увеличивало, а другое, имеющее нелинейный элемент с параболической характеристикой на входе, уменьшало амплитуду входного импульса.

Адекватность поведения полученных математических моделей своим биологическим прототипам показана посредством реализации данных моделей в пакете MatLab 5.3.

На основе математических моделей построена общая компьютерная модель сетчатки и глазной мышцы. Компьютерная модель реализована на языке Borland C++ и состоит из модели сетчатки глаза, входом для которой являлась некоторая меняющаяся во времени картина освещённости рецепторов сетчатки, а выходом - поток импульсов в аксонах ганглиозных клеток, и модели глазной мышцы, входом которой служит часть этого потока, а выходом является длина мышцы, поворачивающей глаз и смещающей изображение по сетчатке. На общей компьютерной модели воспроизведены такие рефлекторные движения глаза как произвольные саккады и следящие за движущимся объектом движения глаза.

На следующем этапе работы планируется усложнение модели и изучение принципов обработки импульсных сигналов в центральных отделах зрительной системы.