

**А. М. Данилов, И. А. Гарькина** (Пенза, ПГУАС). **Оценка имитационных характеристик тренажеров транспортных средств: формализация управляющих воздействий оператора.**

Рассматриваются эргатические системы вида

$$\dot{\mathbf{x}} = A\mathbf{x} + B\mathbf{u} + \mathbf{f}, \quad T\dot{\mathbf{u}} + \mathbf{u} = P\mathbf{x} + Q\dot{\mathbf{x}},$$

$$|\mathbf{M}[u_j(t)] - m_j^*(t)| \leq \delta_{1j}(t), \quad |\mathbf{D}[u_j(t)] - D_j^*(t)| \leq \delta_{2j}(t),$$

где  $\mathbf{x}, \mathbf{u}, \mathbf{f}$  — векторы фазовых координат, управляющих и возмущающих воздействий,  $A, B, P, Q$  — матрицы соответствующих размерностей,  $T$  — вектор-столбец постоянных времени. Предполагается, что оценка качества имитационного моделирования транспортного средства на тренажере осуществляется на основе формализованной оценки управляющих воздействий оператора (стиля, навыка управления) в реальных условиях и на тренажере с учетом основных положений теории эргатических систем (в частности, принципов совместимости первого и второго рода). Основные параметры управления определяют адаптацию человека-оператора к объекту управления. Учитывается, что во многих случаях человек-оператор действует в импульсном режиме; при прогнозировании осуществляет распознавание образов и в течение каждого периода времени использует максимальное управляющее воздействие; при определении динамических характеристик системы в процессе функционирования человек-оператор опрашивает объект, периодически посылая импульснообразные сигналы. Человек-оператор не в состоянии найти экстремум многосвязного критерия цели, если число переменных в нем больше шести. Модели человека-оператора считаются естественным следствием моделей отдельных органов (вход — восприятие; выход — движение конечностей; принятие решений — прерогатива центральной нервной системы). Предсказание реакции производится на основе концептуальной модели («внутреннее» отображение динамики системы). И так далее. Очевидна актуальность тщательного изучения процесса формирования и идентификации управляющих воздействий оператора. Их описание в работе, представленной данным докладом, производится в рамках теорий случайных функций, временных рядов, с использованием теорий импульсных систем и выбросов; как поток событий (человек-оператор может уверенно осуществлять выбор не более, чем из девяти альтернатив — магическое число  $7 \pm 2$ ; при большем числе альтернатив оператор начинает ошибаться).

Полученные по данным нормальной эксплуатации параметры управления дали возможность формализованной оценки стиля и навыка управления, а также имитационных характеристик тренажера (на основе балльной оценки в выбранной шкале с использованием специально разработанного функционала). В случае квазилинейной модели оператора структурная схема для режима стабилизации программного движения приводится к одноконтурной системе автоматического управления (параметрическая идентификация производится по данным нормальной эксплуатации итерационным методом с последовательным уточнением параметров объекта и оператора). Методика прошла неоднократную апробацию.