

УДК 355.54

ИМИТАЦИОННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫМ СРЕДСТВОМ ДЛЯ МТО

© 2018 И.Ю. Шевченко

Омский автобронетанковый инженерный институт, г. Омск

Статья поступила в редакцию 10.12.2018

Статья посвящена актуальному вопросу, связанному с моделированием процесса функционирования системы управления учебно-тренировочным средством [1]. Целью исследовательской работы является изучение поведения человеко-машинных систем, таких как учебно-тренировочные средства и системы управления ими, ориентированными на использование в рамках имитационных моделей. Автором разработана имитационная математическая модель, описывающая процесс выполнения операции обучаемым при функционировании учебно-тренировочного средства, применение которой позволит реализовать современные подходы при проектировании математического и программного обеспечения для данного типа учебно-тренировочных средств. По результатам выполненных исследований получено свидетельство о государственной регистрации на ЭВМ зарегистрированной в федеральном институте промышленной собственности [2].

Ключевые слова: учебно-тренировочное средство, имитационное моделирование, система управления, подсистема, оператор, алгоритм.

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с изученными концептуальными положениями исследований по разработке типовых учебно-тренировочных средств [3, 4], определен комплекс составных частей применительно к объекту моделирования. Основой которого является система управления учебно-тренировочным средством (СУ УТС).

В связи с этим выполнены мероприятия по разработке имитационной математической модели (ИММ) системы управления учебно-тренировочным средством для мастерской технического обслуживания, которая позволит охватить все основные процессы, проходящие при использовании мастерской технического обслуживания (МТО) по назначению и соответствующие связи между ними.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Целью исследования является описание процесса разработки имитационной математической модели системы управления учебно-тренировочным средством для подготовки экипажей мастерской технического обслуживания и ее функционирования.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Для реализации адекватного функционирования ИММ СУ УТС МТО разработаны алгоритмы работы системы управления учебно-трени-

ровочным средством, позволяющие реализовать общую последовательность функционирования УТС, с учетом особенностей работы на различных режимах, порядка действий подготавливаемого специалиста и оценки выполнения задания, что является одной из важнейших задач, решаемых при построении имитационной модели [5, 6].

Блок-схема алгоритмов последовательности функционирования УТС на различных режимах представлена на рисунке 1.

Основными режимами работы учебно-тренировочного средства являются: «обучение», «самоконтроль» и «контроль».

Алгоритмы функционирования системы управления УТС описывается передаточной функцией представленной на рисунке 2

На представленной схеме введены следующие параметры: X – оператор; C – массив требуемых действий (шагов) упражнения; U – массив действия оператора; E – массив ошибочных действий; n – номер действия; e – количество ошибочных действий оператора; a – текущее действие оператора; f – сообщение о завершении упражнения; m – итоговая оценка.

Имитационная модель СУ УТС для МТО реализована на основе разработанных алгоритмов, которая позволит адекватно осуществить управление УТС, а так же обеспечить количественную оценку эффективности, как программного обеспечения, так и технических решений применяемых при разработке тренажерных средств [7].

На основе приведенных уравнений и алгоритмов реализована имитационная модель в среде Matlab/Simulink [2].

Шевченко Игорь Юрьевич, адъюнкт. E-mail: igor7485@bk.ru

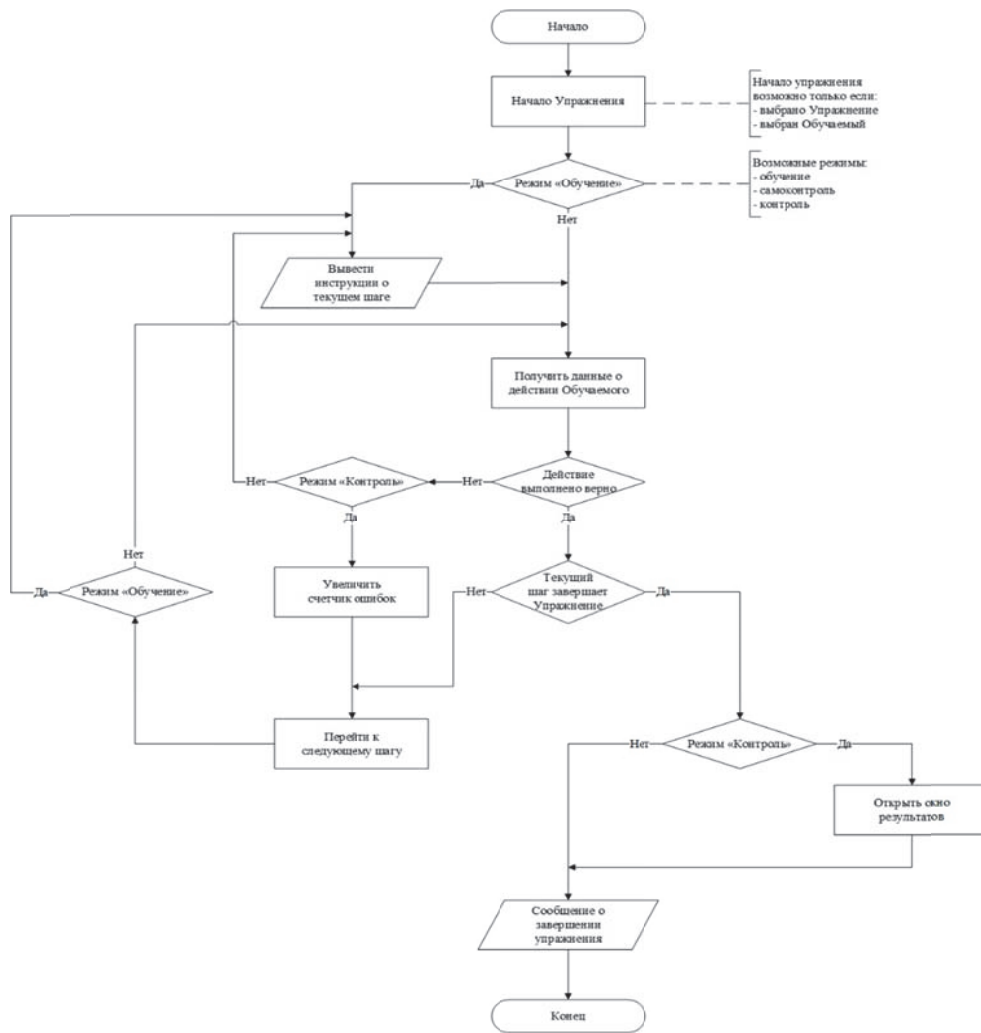


Рис. 1. Блок-схема алгоритма функционирования системы управления УТС в режиме «обучение» «самоконтроль» «контроль»

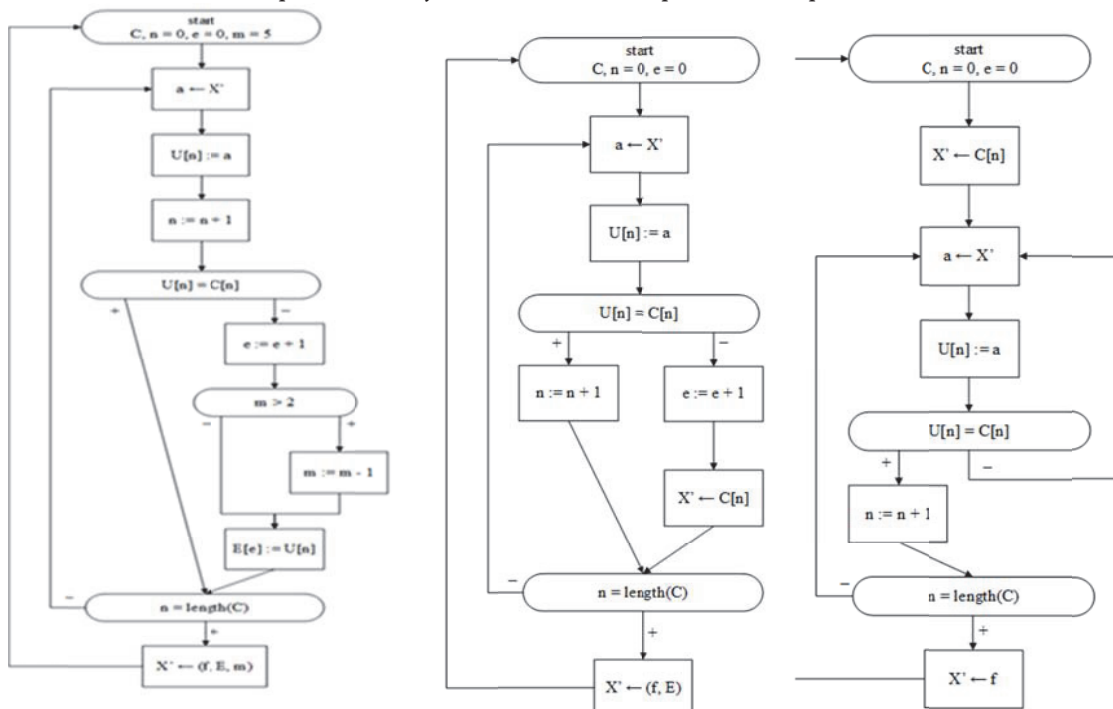


Рис. 2. Алгоритмы реализации передаточной функции в режимах «обучения», «самоконтроля» и «контроля»

Все алгоритмы и взаимосвязи оформлены в виде блоков, входными параметрами которых являются потоки событий ($\beta, \delta, \alpha, \gamma, \mu, \nu_n, P_n$) возникающие при воздействии оператором на органы управления УТС при выполнении норматива, а выходными – сигналы (dif) для управления имитационной частью УТС и оценочные показатели эффективности выраженные в вероятности (P_n) и интенсивности (τ) освоения МТО при подготовке с использованием УТС.

Элементы имитационной модели показаны на рисунке 3.

Численное моделирование функционирования учебно-тренировочного средства осуществляется посредством блоков «Система линейных дифференциальных уравнений» и «Алгоритм работы учебно-тренировочного средства» являющиеся основой ИММ СУ УТС для МТО, путем

преобразования в данных блоках, после поступления сигналов на вход 1(F_0) – 12 ($beta$). В блоке «Библиотека» осуществляется сравнения входных параметров и выдаче сигналов в виде оповещения оператору на монитор, с последующим выставлением оценки обучаемому.

Учитывая, что деятельность экипажа по использованию МТО по назначению состоит из ряда этапов, то программное обеспечение УТС можно разделить на соответствующее количество взаимосвязанных программных блоков [7].

На основании этого предложена структурно-функциональная схема представленная на рисунке 4.

Перечисленные программные блоки связаны между собой и блоком «библиотека», и вступают в работу в определенной последовательности.

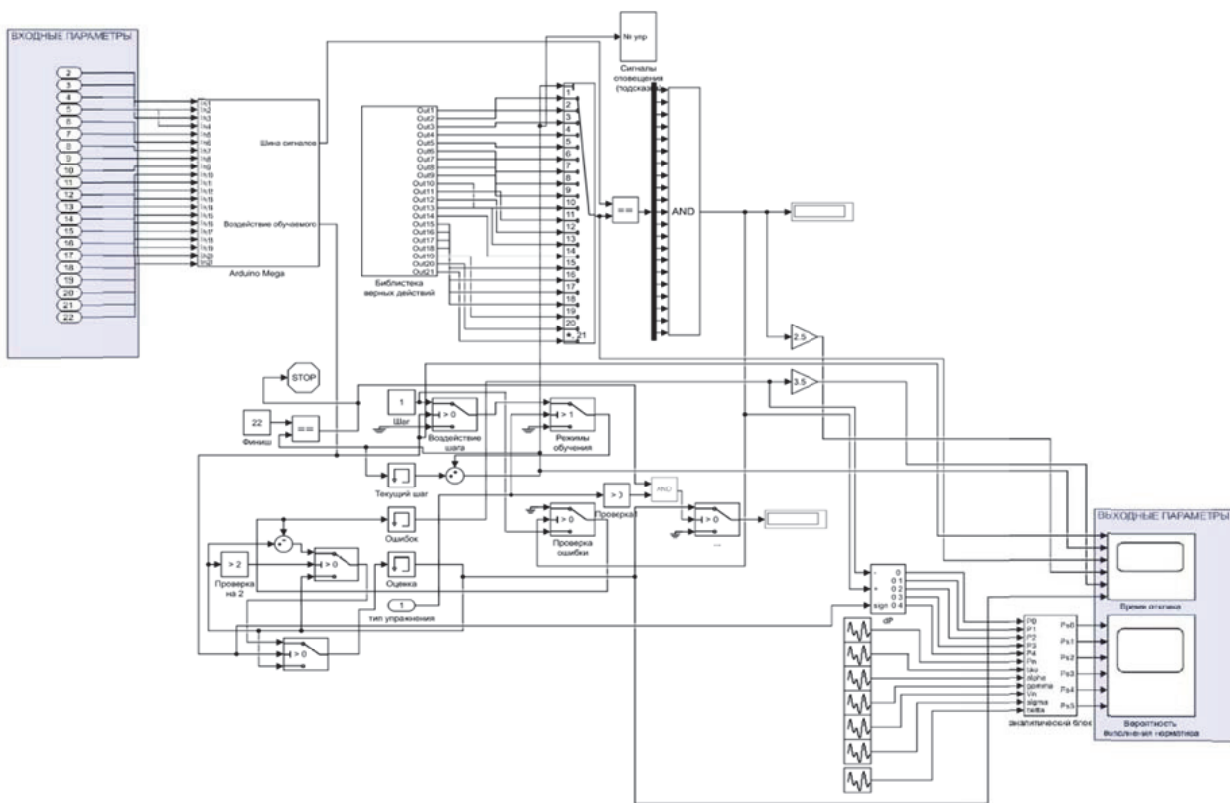


Рис. 3. Имитационная математическая модель СУ УТС для МТО

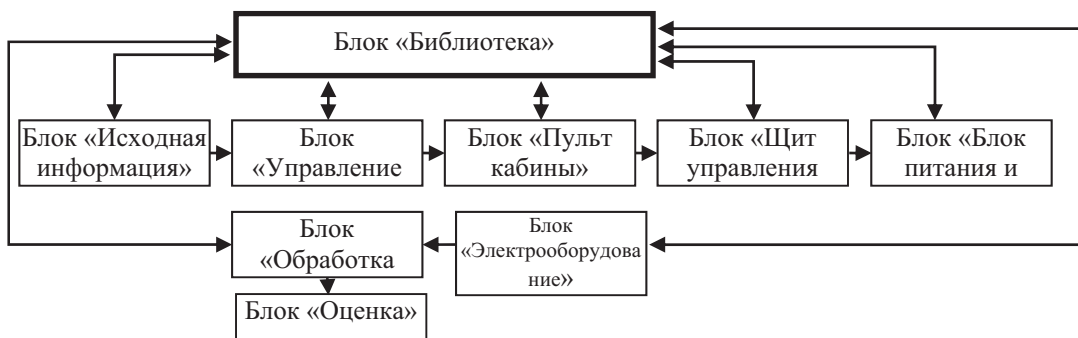


Рис. 4. Структурно-функциональная схема программного обеспечения УТС для МТО

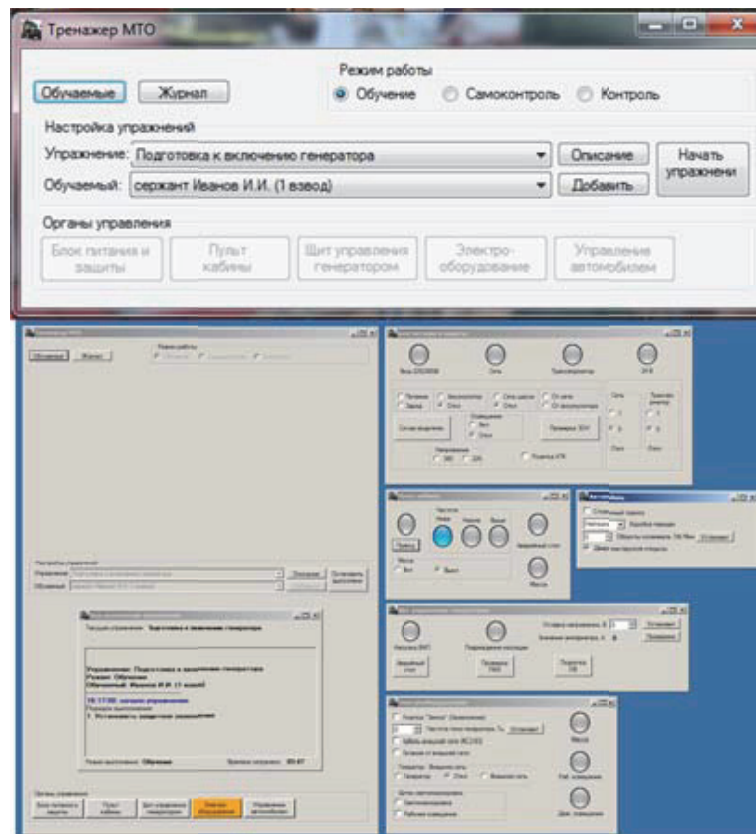


Рис. 5. Интерфейс работы УТС МТО

Реализация структурно-функциональной схемы выполнена в виде программного обеспечения УТС для МТО [8] и представлено на рисунке 5.

После окончания выполнения всех действий оператора на основе полученных данных и информации о выполнении предыдущих этапов, по установленным показателям, программное обеспечение блока «оценка» формирует оценочную ведомость выполнения задания и предоставляет ее оператору.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная имитационная модель системы управления учебно-тренировочного средства для МТО в результате ее применения позволит не только выполнять функцию управления УТС, но и произвести оценку эффективности предложенного программного обеспечения и комплекса технических решений, что важно при принятии решения на этапе разработки, а в дальнейшем, при внедрении УТС в различных условиях подготовки экипажей подвижных средств восстановления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Татанов, И.В.* Моделирование организационно-технологических систем [Текст] / В.П. Авраменко. - Рязань: Рус. слово, 1996. - 224 с.

2. Имитационно-математическая модель функционирования учебно-тренировочного средства мастерской технического обслуживания. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018661902 от 20.09.2018 г. - М.: Роспатент, ФИПС. - 2018 г.
3. Разработка нормативно-правовой базы в интересах развития учебно-тренировочных средств Сухопутных войск [Текст]: отчет о НИР (заключит.): М., НИИЦ БТ ЗЦНИИ МО РФ, - 2017. - 144 с.
4. Обоснование концепции развития учебно-тренировочных средств для бронетанкового вооружения и техники и военной автомобильной техники на период до 2025 года [Текст]: Концепция развития (заключит.): М., НИИЦ БТ ЗЦНИИ МО РФ, Часть 2, - 2018. - 200 с.
5. *Советов, Б.Я.* Моделирование систем [Текст]: учебник / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1998. - 319 с.
6. *Татанов, И.В.* Моделирование организационно-технологических систем [Текст] / В.П. Авраменко. - Рязань: Рус. слово, 1996. - 224 с
7. *Джон М. Смит.* Математическое и цифровое моделирование для инженеров и исследователей [Текст] / пер. с англ. Н.П. Ильиной; Под ред. О.А. Чембровского. - М.: Машиностроение, 1980. - 271 с.
8. Обучающая программа подготовки к работе электрооборудования мастерской технического обслуживания МТО-УБ1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018611483 от 02.02.2018 г. - М.: Роспатент, ФИПС. - 2018 г.

**IMITATION MATHEMATICAL MODEL OF MANAGEMENT SYSTEM
OF EDUCATIONAL-TRAINING MEANS FOR MAINTENANCE WORKSHOP**

© 2018 I.Yu. Shevchenko

Omsk Automobile Armored Engineering Institute

The article is devoted to a topical issue related to the modeling of the process of functioning of a training tool management system [1]. The purpose of the research work is to study the behavior of human-machine systems, such as teaching aids and systems for controlling them, which are oriented on the use within the framework of simulation models. The author has developed an imitational mathematical model that describes the process of performing an operation by a student in the operation of a training tool, the use of which will allow implementing modern approaches in designing mathematical and software for this type of training tool. According to the results of the research, a certificate of state registration was obtained on a computer registered with the Federal Institute of Industrial Property [2].

Keywords: training tool, simulation modeling, control system, subsystem, operator, algorithm.