

УДК 371.693

Н. Ю. Тарасов, В. В. Бондарчук, С. И. Уланов  
Государственное учреждение «Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк  
83048, г. Донецк, ул. Артема, 118-б

## СИСТЕМА ИМИТАЦИИ ТРЕНАЖЕРА СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

N. Yu. Tarasov, V. V. Bondarchuk, S. I. Ulanov  
Public institution «Institute of Problems of Artificial Intelligence», Donetsk  
83048, Donetsk, Artema st., 118-b

## SIMULATION SYSTEM FOR A SPECIAL PURPOSE TRAINER

Н. Ю. Тарасов, В. В. Бондарчук, С. И. Уланов  
Державна установа «Інститут проблем штучного інтелекту», м. Донецьк  
83048, м. Донецьк, вул. Артема, 118-б

## СИСТЕМА ІМІТАЦІЇ ТРЕНАЖЕРА СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

В статье представлены основные процедуры, которые должна выполнять система имитации виртуального тренажера специального назначения. Определены параметры сбора, обработки и передачи информации, управляющие элементы и механизмы. Составлена функциональная модель системы имитации тренажера специального назначения. Рассмотрен алгоритм работы программы и пользовательский интерфейс. Определены уровни и заданы условия, ограничивающие время имитации. Определена степень сжатия для архивирования данных. Получены результаты экспериментальных исследований.

**Ключевые слова:** тренажер, имитация, управляющие элементы, механизмы системы, функциональная модель.

The basic procedures that the simulation virtual system of a special purpose simulator should perform are determined. The inputs and outputs of the system, its control elements and mechanisms are defined. A functional model of the simulation system for a special purpose simulator has been compiled. The algorithm of the program operation and user interface is considered. The levels and the conditions that limit the simulation time are defined. The compression ratio for archiving data is determined. The results of experimental studies were obtained.

**Keywords:** simulator, imitation, control elements, system mechanisms, functional model.

У статті представлені основні процедури, які повинна виконувати система імітації віртуального тренажера спеціального призначення. Визначено параметри збору, обробки і передачі інформації, керуючі елементи і механізми. Складено функціональна модель системи імітації тренажера спеціального призначення. Розглянуто алгоритм роботи програми і призначений для користувача інтерфейс. Визначено рівні і задані умови, що обмежують час імітації. Визначено ступінь стиснення для архівації даних. Отримано результати експериментальних досліджень.

**Ключові слова:** тренажер, імітація, керуючі елементи, механізми системи, функціональна модель.

## Общая постановка проблемы

Современное развитие народно-хозяйственного комплекса ДНР направлено на инновационное развитие и модернизацию всех отраслей промышленного сектора. Актуальным является разработка системы имитации тренажёра специального назначения. Аналитический обзор существующих систем и способов имитации в тренажерах специального назначения показал широкий диапазон научных исследований, патентов и внедренных комплексов [1], [2]. Основное направление в создании системы имитации тренажёра специального назначения заключается в поиске и реализации информационного, математического, программного и организационного обеспечения, гарантирующего эффективное, простое и надежное функционирование системы в неопределенных условиях.

**Цель работы** – создание алгоритма косвенной критериальности на базе информационного, математического, программного и организационного обеспечения для имитации тренажера специального назначения.

## Функциональная модель системы

Функциональная модель системы имитации тренажёров специального назначения, изображённая на рис. 1, включает в себя комплекс задач, а именно:

- загрузить протокол событий;
- имитировать сессию тренажёра;
- провести оценку результатов имитации;
- внести данные о тренирующемся;
- сформировать протокол результатов;
- архивировать данные.

Входами системы являются:

I1 – входные переменные ряда внутренних процедур;

I2 – данные о тренирующемся.

Выходом системы является параметры моделирования протокола событий (O1).

Управляющими элементами системы являются:

C1 – алгоритм загрузки данных;

C2 – алгоритм имитации тренажёра;

C3 – алгоритм оценки результатов имитации;

C4 – алгоритм формирования протокола событий;

C5 – алгоритм архивирования данных.

Механизмами системы являются:

M1 – библиотека fstream;

M2 – библиотека iterator;

M3 – библиотека time.h;

M4 – библиотека windows.h;

M5 – библиотека list;

M6 – библиотека string;

M7 – пользователь.

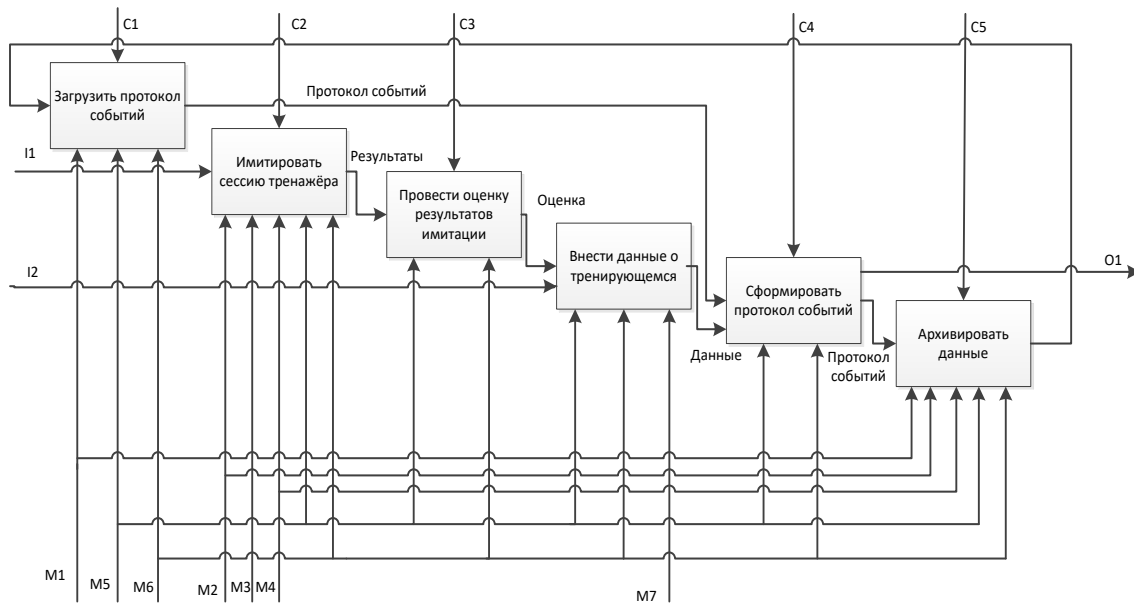


Рисунок 1 – Функциональная модель системы

## Описание алгоритма и интерфейса программы

При запуске программа загружает данные по протоколам событий, которые перед этим были сохранены и заархивированы. После загрузки всех элементов системы включается таймер, который показывает текущие дату и время, а также осуществляет оперативную функцию печати данных на протоколах событий при их изменениях. Далее программа будет работать в зависимости от того, какую функцию выберет пользователь. Например, начать имитацию тренажёра, посмотреть подробный результат о конкретном испытании, посмотреть результаты или испытателей в виде таблицы, заархивировать протоколы событий. Для имитации тренажёра пользователь должен выбрать уровень и цель. Всего уровня три, на каждом стоит ограничение по времени на каждое попадание и определённое количество целей. Первый уровень делает попытку раз в десять минут и имеет три цели, второй – раз в три минуты, имея три цели, третий – раз в полсекунды, имея 10 целей. То есть длительность работы тренажера зависит от выбранного уровня. На каждое испытание даётся 10 попыток. После завершения имитации пользователь должен записать фамилию испытателя. Результат такой имитации представлен на рис. 2.



Рисунок 2 – Результат работы программы имитации тренажёра

В результате формируются баллы на каждое попадание, точность в процентах, ФИО испытателя и дата окончания испытания. Все эти результаты заносятся в протокол событий выбранного уровня, который представлен на рис. 3.

Протокол событий имитации тренажера третьего уровня			
№ испытания	ФИО	Дата	Точность достижения цели (оценка попадания)
1	Тарасов	02.05.2018 22:36	80%
4	Горбань	03.05.2018 14:12	72%
5	Ширяев	03.05.2018 14:13	59%
6	Генералов	03.05.2018 14:14	71%
7	Юрченко	03.05.2018 14:43	77%
8	Алмазов	03.05.2018 14:43	60%
9	Деменков	03.05.2018 14:44	59%
10	Агруч	10.05.2018 16:28	74%
14	Кравец	10.05.2018 16:29	77%
15	Солдатов	10.05.2018 16:29	83%
17	Петров	10.05.2018 16:47	72%
18	Иванов	10.05.2018 16:47	73%
20	Ширяев	10.05.2018 16:48	62%
22	Адмиралов	10.05.2018 17:03	85%
23	Алмазов	10.05.2018 17:03	76%
25	Неделько	10.05.2018 17:05	67%
26	Мельников	10.05.2018 17:06	71%
27	Альяных	10.05.2018 17:06	79%
30	Пистолетов	10.05.2018 17:09	68%
31	Хмельнов	10.05.2018 17:09	62%
32	Добронравов	10.05.2018 17:11	63%
33	Стрелков	10.05.2018 17:11	72%
34	Агруч	11.05.2018 11:51	69%

Рисунок 3 – Протокол событий для имитации тренажера третьего уровня

Если пользователю потребуется посмотреть подробно результат, то он может вызвать функцию, нажав на кнопку «Подробнее о результатах», после чего он вводит номер испытания, который его интересует. После ввода номера ему выводится результат проведенного испытания (рис. 4).

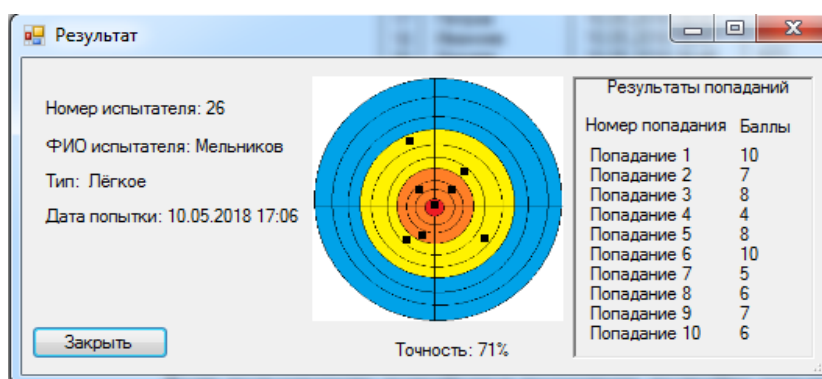


Рисунок 4 – Результаты испытаний

Если пользователю потребуется просмотреть все результаты, то, нажав на кнопку «Результаты», ему выведется список как в протоколе событий, но с дополнительным столбцом, который показывает уровень. Если пользователю потребуется просмотреть список всех испытателей, то нажав на кнопку «Испытатели» ему выведется список всех испытателей. Кнопка «Архивирование» осуществляет архивирование всех имеющихся данных из протоколов событий. Цель архивирования – сжать информацию до минимальных размеров. Для этого была выбрана максимальная степень сжатия информации, которая равна девяти, что обеспечивает максимальное сжатие информации.

Программа использует ресурсы жёсткого диска, процессора и оперативной памяти.

Для реализации системы программа расходует около 20 720 килобайт оперативной памяти (рис. 5). Одна запись во время работы программы на жёстком диске занимает 97 байт. При архивировании данных, генерируемых в процессе работы, занимаемое место на жестком диске сокращается на 63,24%. Следовательно, одна запись занимает 36 байт. В итоге программа с одной тысячей записей будет занимать около 1 875 килобайт, а с миллионом записей – 37 839 килобайт.

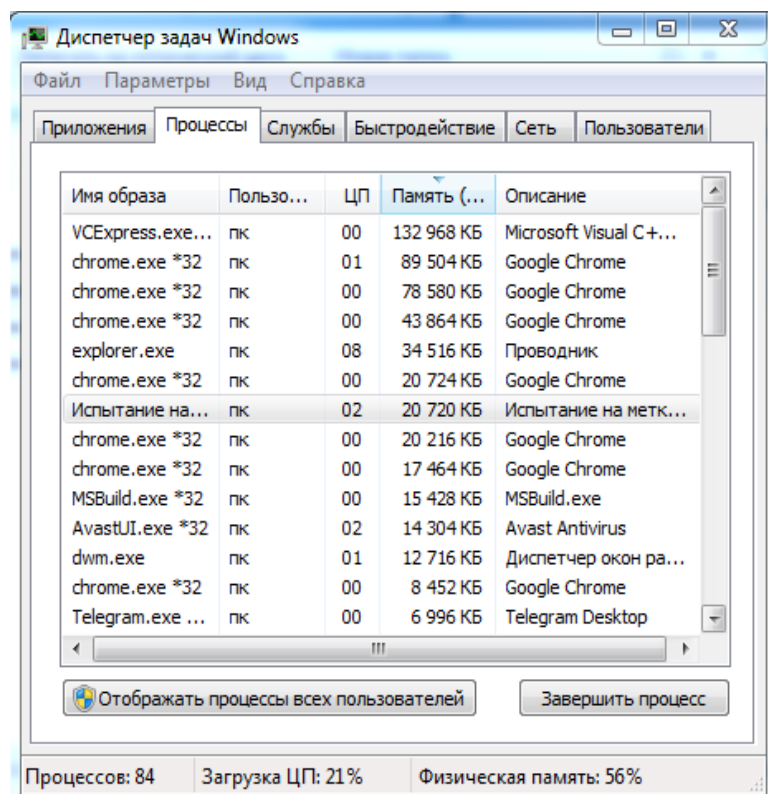


Рисунок 5 – Расход ресурсов программы

## Выводы

Для реализации системы имитации тренажера специального назначения потребовалось провести аналитический обзор, который показал широкий диапазон научных исследований, патентов и внедренных комплексов. Составленная функциональная модель системы демонстрирует, какие задачи требуется выполнять системе имитации тренажера специального назначения. Определены параметры сбора, обработки и передачи информации, управляющие элементы и механизмы. На основе функцио-

нальной модели системы был разработан алгоритм функционирования программы для этой системы. Работу программы представляет результат в виде протокола событий, который формируется на основании полученных данных во время имитации тренажера, а также точки попадания по целям. Внедрение функции архивации обеспечивает значительное сокращение объёмов памяти при длительной работе системы имитации тренажера специального назначения, формирования базы данных, передачи их на сервер. Проанализировано эффективное использование ресурсов жёсткого диска, процессора и оперативной памяти.

## Список литературы

1. Anordnung und Verfahren zur Durchführung einer interaktiven Simulation sowie ein entsprechendes Computerprogramm und ein entsprechendes computerlesbares Speichermedium [Electronic resource] / Интернет-ресурс. – Режим доступа : [www/ URL: http:// patents.google.com/patent/DE102009045452B4/de](http://patents.google.com/patent/DE102009045452B4/de)
2. Бондарчук В. В. Исследование алгоритма детекции объектов интереса в видеопотоке [Текст] / В. В. Бондарчук, Шевченко Е. А. // Проблемы искусственного интеллекта. – 2015. – Донецк : ГУ ИПИИ. – № (0)1. – С. 13–22.

## References

1. Anordnung und Verfahren zur Durchführung einer interaktiven Simulation sowie ein entsprechendes Computerprogramm und ein entsprechendes computerlesbares Speichermedium [Electronic resource] Internet resource. Access mode [Electronic resource] / Internet resource. Access mode: [www/ URL: http:// patents.google.com/patent/DE102009045452B4/de](http://patents.google.com/patent/DE102009045452B4/de)
2. Bondarchuk V. V., Shevchenko E. A. Issledovaniye algoritma detektsii ob"yektov interesa v videopotoke [The Algorithm for Detecting Objects in a Video Stream and its Software Implementation. *Problemy iskusstvennogo intellekta* [Problems of Artificial Intelligence], no. 0(1), 2015. pp. 13–22.

## RESUME

*Tarasov N.Y., V.V. Bondarchuk, S.I. Ulanov*  
*Simulation System for a Special Purpose Trainer*

**Background:** an original solution is proposed for the implementation of a simulation system for a special purpose simulator for various levels in stochastic conditions, taking into account the interaction of the signal source and the target object. The work of the program represents the result in the form of an event log, which is formed on the basis of the received data during simulation of the simulator, as well as the hit points by the targets. The implementation of the archiving function provides a significant reduction in the amount of memory for long-term operation of simulating a special purpose simulator, creating a database, transferring them to the server. The resources of the hard drive, processor and RAM are presented.

**Materials and methods:** simulation methods and SI++ programming language are used in the article

**Results:** a simulated system for a special purpose trainer is proposed.

**Conclusion:** A simulated simulation model for simulating a special purpose simulator is proposed. The parameters of data collection, processing and transmission, control elements and mechanisms are determined. The effectiveness of the application of the proposed approach has been experimentally proved, which makes it possible to apply the proposed algorithm in real systems.

## РЕЗЮМЕ

*Н.Ю. Тарасов, В.В. Бондарчук, С.И. Уланов*

*Система имитации тренажера специального назначения*

**История вопроса, исходные данные:** предложено оригинальное решение для реализации системы имитации тренажера специального назначения для различных уровней в стохастических условиях с учетом взаимодействия источника сигнала и целевого объекта. Работу программы представляет результат в виде протокола событий, который формируется на основании полученных данных во время имитации тренажера, а также точки попадания по целям. Внедрение функции архивации обеспечивает значительное сокращение объёмов памяти при длительной работе системы имитации тренажера специального назначения, формирование базы данных, передачи их на сервер. Представлены ресурсы жёсткого диска, процессора и оперативной памяти.

**Материалы и методы:** в статье использованы методы имитационного моделирования, язык программирования Си++.

**Результаты:** предложена имитационная модель системы имитации тренажера специального назначения.

**Заключение:** предложена имитационная модель системы имитации тренажера специального назначения. Определены параметры сбора, обработки и передачи информации, управляющие элементы и механизмы. Экспериментально доказана эффективность применения предложенного нами подхода, что позволяет применять предложенный алгоритм в реальных системах.

Статья поступила в редакцию 09.07.2018.