

УДК 681.118.5

**А. М. Петух, д. т. н., проф.; В. В. Войтко, к. т. н., доц.; О. В. Гавенко; Б. С. Гут**

**РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ МЕТОДОВ  
ОТРАЖЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ДАННЫХ**

*Рассмотрены новые методы альтернативного представления цифровых данных и возможности их реализации в таймерных устройствах. Разработана автоматизированная система моделирования режимов работы альтернативных таймерных устройств с целью проведения исследований эффективности использования предложенных методов формирования цифрового изображения в средствах отображения информации.*

***Ключевые слова:** средства отображения цифровой информации, таймерные устройства, цифровые формы, индикаторы, часы.*

### **Введение**

Современный динамический ритм жизни нуждается в новых методах и средствах отображения часовой информации, которые ориентированы на обеспечение высокой эффективности восприятия данных в контексте существующего разнообразия потоков информации. Это обусловило разработку новых принципов эргономики, форм и средств представления цифровой информации, которые направлены на повышение информативности изображений в процессе функционирования устройств цифрового представления данных [1]. Обеспечение комфортных условий восприятия информации и упрощения процесса ее идентификации является важным требованием развития средств реализации человеко-машинного взаимодействия при различных эксплуатационных режимах работы [2, 3]. Поэтому актуальной сегодня является разработка новых альтернативных методов представления цифровых данных, которые ориентированы на улучшение качественных характеристик информативности таймерных устройств.

Целью работы является повышение качественных характеристик процессов восприятия данных в системах человеко-машинного взаимодействия за счет внедрения альтернативных форм представления цифровой информации, реализованных с использованием принципов аналого-цифрового формирования изображений.

Под объектом исследования понимаем процессы представления и восприятия цифровой информации и методы реализации новых форм ее информативного отображения. Предметом исследования является цифровое изображение данных на этапе формирования информационной модели средства отображения.

Основными задачами работы видим разработку и исследование альтернативных методов представления цифровой информации в таймерных устройствах.

### **Анализ альтернативных методов представления цифровых данных**

Бесспорно, альтернативное изображение величин – новое направление в науке, которое нуждается в широком изучении и исследовании.

Существует два основных направления в изображении альтернативных цифр: линейное и круговое [1]. При представлении часовой информации альтернативное изображение является «гибридом» цифры и стрелки и имеет круговую ориентацию. Принципы альтернативного цифрового изображения ориентированы на представление и восприятие данных в аналого-цифровой форме, что повышает информативность процесса отображения [4]. Сигнальный уровень кодировки вследствие альтернативных методов изображения базируется на сочетании фазоимпульсной и широтно-импульсной модуляции, что может привести к значительному повышению пропускной способности канала передачи данных [5].

Отличительной особенностью альтернативной кодировки является возможность использования принципов многомерности в изображении величин, что обуславливает перспективность направлений развития альтернативного отображения данных.

Все разнообразие современных методов альтернативного цифрового отображения классифицируем по принципам построения цифровых форм (рис. 1).

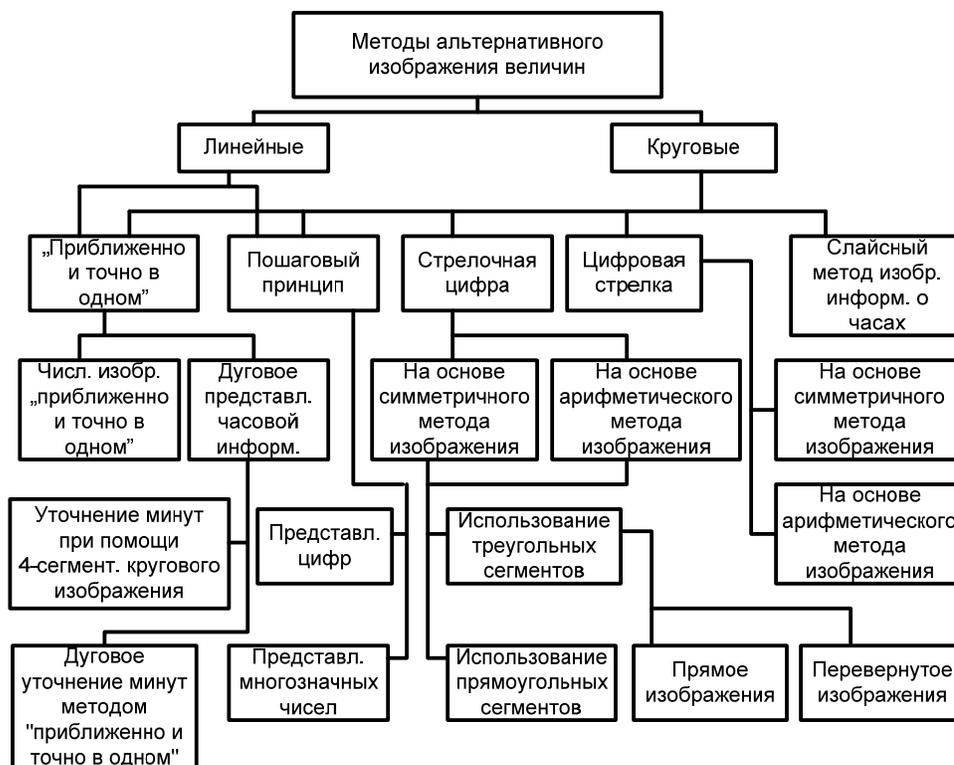


Рис. 1. Схема классификации альтернативных цифровых форм

Без сомнения, каждый из рассмотренных альтернативных методов формирования цифрового изображения является интересным и оригинальным, имеет свои особенности и преимущества в использовании в разных цифровых, аналоговых, аналого-цифровых средствах отображения.

Окончательный выбор и внедрение этих методов нуждается еще в сравнительном анализе и глубоком исследовании их эксплуатационных характеристик.

### Разработка новых методов цифрового отображения данных

Для исследования информативности таймерных устройств рассмотрим такие методы формирования семиотрического изображения как цифровые стрелки (рис. 2-а), сочетание совместимых шкал ленточно-секторного заполнения (рис. 2-б) и метод масок аналого-цифрового отображения данных (рис. 2-в).

Часы с использованием цифровых стрелок реализуются на базе специального индикаторного табло, на внешнем круге которого представляется информация о часах, на среднем – о минутах, на внутреннем – о секундах (рис. 2-а). Отображение информации о часах осуществляется четырисегментным индикатором, который реализует синхронное воссоздание альтернативного алфавита цифровых стрелок. Для отображения информации о минутах и секундах используется двенадцатисегментное индикаторное поле, которое позволяет воспроизводить 60 кодовых комбинаций минутно-секундной индикации. Важной характеристикой аппаратной части таких часов является простота реализации схем управления синхронизированной активизацией индикаторных секторов в процессе работы

таймерного устройства за счет идентичной схемной реализации служебных устройств управления групповым закрашиванием рабочих сегментов «цифро-стрелочного» отображения данных.

Эксплицитное название «цифро-стрелочных» часов указывает на реализацию принципа аналого-цифрового представления и восприятия информативных потоков отображения часового пространства, что является одним из главных преимуществ альтернативных таймерных устройств в сравнении с традиционными средствами цифрового отображения данных. Это преимущество обусловлено психологическими особенностями человека, которые объясняют комфортность восприятия цифровой информации в аналоговой форме [3].

Вторая альтернативная модель формирования часовых данных реализуется путем сочетания совместимых шкал, которые синхронно заполняются на протяжении течения времени (рис. 2-б). Внутренняя шкала воспроизводит секундный отсчет и может служить пользователю как отдельное устройство (секундомер), а две внешние шкалы соединяют формирование минутно-часового воссоздания информативных потоков, когда заполнение минутной градации вызывает синхронное закрашивание следующего отсчета часовой шкалы. Разграничение трех шкал позволяет без дополнительного увеличения площади индикатора повысить разрешающую способность восприятия информации в сравнении с обычным аналоговым диском-табло, когда три стрелки двигаются в одном поле данных. Кроме того, предложенный метод отображения часового пространства выигрывает в информативном плане по сравнению со стрелочно-дисковым методом за счет усиления ощущения пройденного времени и времени, которое осталось пройти в системе отсчета каждой шкалы.

Третий предложенный метод альтернативного представления числовых данных также базируется на аналого-цифровом принципе формирования изображений и ориентированный на использование часовым устройством лишь одного вращательного диска-табло без дополнительной надобности внедрения стрелочной идентификации данных. В модернизированном табло предлагаем использовать две шкалы для отображения информации о часах и минутах. Маска имеет вид ограниченного сектора с центральной индикаторной стрелкой. Рабочее отверстие маски рассчитано на отображение двух часовых секторов ввиду того, что одночасовой сектор будет восприниматься человеком как несколько ограниченный часовыми рамками конкретной ситуации, а три часовых сектора будут характеризоваться информативной избыточностью. Вид диска-табло и маски альтернативного часового устройства показаны на рис. 2-в.

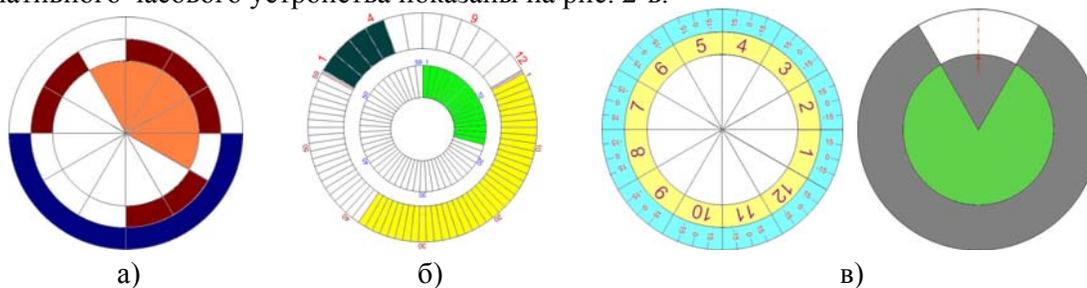


Рис. 2. Модели альтернативных таймерных устройств на базе:

- а) «цифро-стрелочной» формы альтернативной кодировки;
- б) сочетания совместимых шкал ленточно-секторного заполнения;
- в) метода масок аналого-цифрового отображения данных.

### Разработка системы моделирования альтернативных методов представления цифровых данных и таймерных устройств на их основе

Система интерактивного оценивания средств отображения цифровой информации (СОЦИ) в своей структуре содержит модуль реализации алгоритмов альтернативных методов цифрового представления данных, который осуществляет моделирование работы СОЦИ на базе избранного метода цифрового отображения. Система предоставляет возможность оценить качественные характеристики восприятия информативных потоков, оправдать выбор семиотического алфавита СОЦИ в зависимости от условий его последующей эксплуатации и определить перспективность внедрения оцениваемых семиотических систем в устройстве отображения. Обобщенная модель интерактивной системы (рис. 3) представляет структурную взаимосвязь основных ее программных модулей.

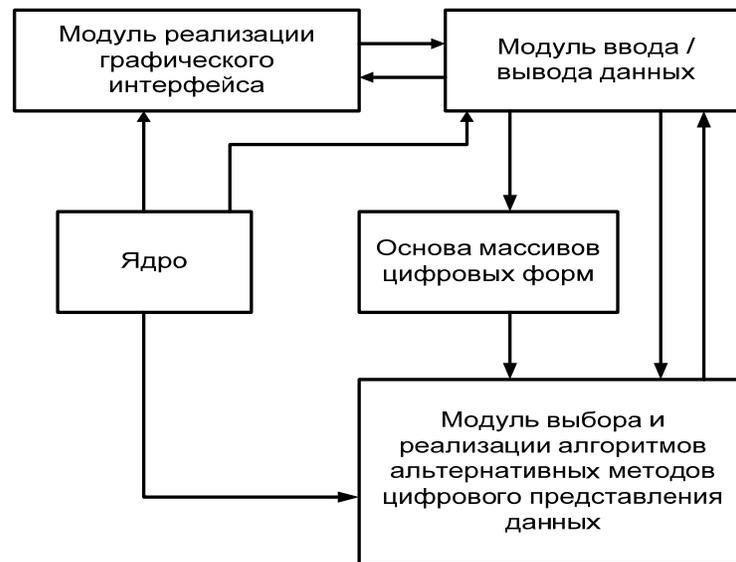


Рис. 3. Обобщенная модель интерактивной системы оценивания СОЦИ

Ядро системы руководит потоками данных и поддерживает взаимодействие основных модулей программной среды.

Модуль введения / вывода данных позволяет пополнять базу массивов цифровых форм, обеспечивая открытость информационного обеспечения системы, и выводить результаты работы в диалоговое окно пользователя с помощью модуля реализации графического интерфейса. Этот модуль непосредственно обслуживается ядром системы, что обеспечивает динамический режим работы.

База массивов цифровых форм содержит множество альтернативных знаковых алфавитов, которые являются перспективными средствами динамического формирования цифрового изображения: цифровые стрелки и стрелочные цифры, принцип “приблизненно и точно в одном”, шаговый принцип изображения цифр, “слайсный” принцип альтернативного цифрового изображения, альтернативный цифро-аналоговый диск, ленточно-секторное заполнение.

Модуль выбора и реализации алгоритмов альтернативных методов цифрового представления данных (МВРААМЦПД) обеспечивает выбор из базы конкретного алгоритма и его реализацию в процессе моделирования режимов работы таймерных устройств.

Модель графического интерфейса пользователя (рис. 4) иллюстрирует функциональные возможности программной среды интерактивной системы.

С помощью программы предусмотрена возможность выбора двух режимов формирования массива начальных данных: путем выбора алгоритма цифрового отображения из информативной базы системы и дополнением ресурсов базы путем конвертации данных из

предоставленного файла дополнительного информационного обеспечения.

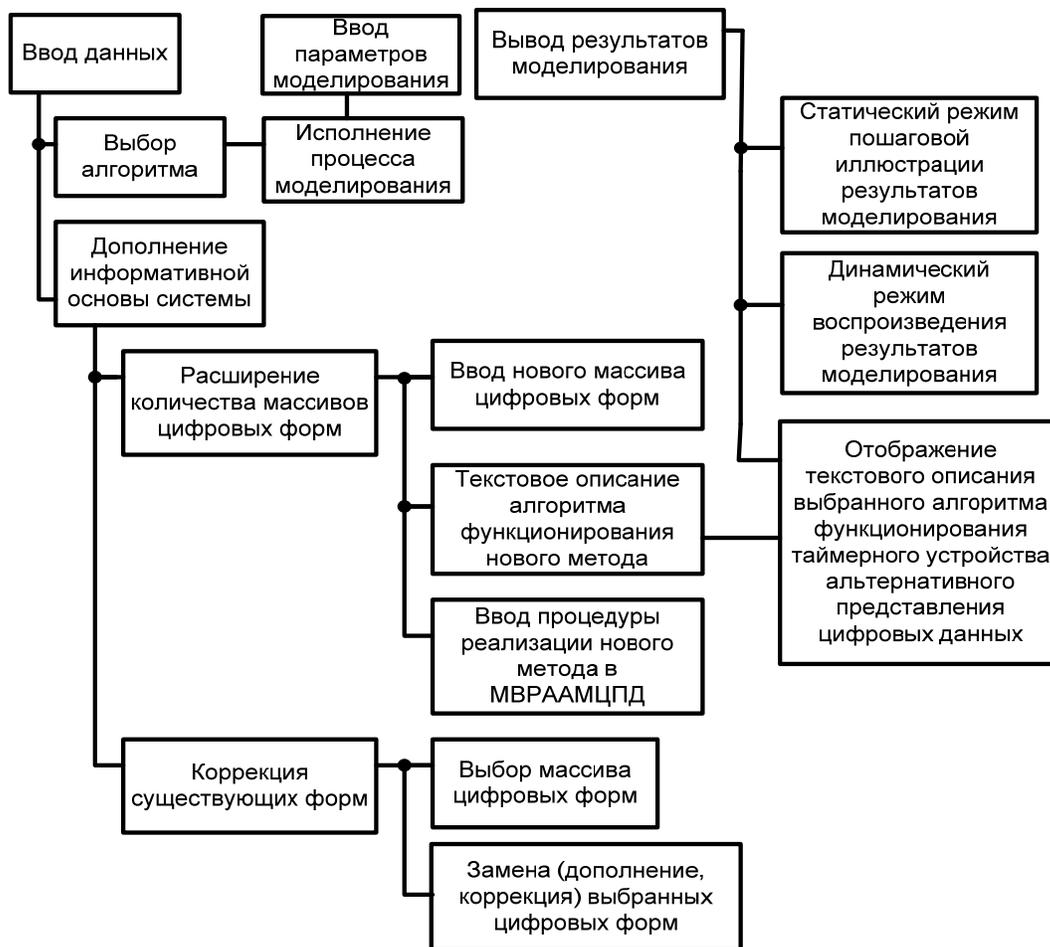


Рис. 4. Модель графического интерфейса пользователя системы

Дополнение информативной базы системы проводится путем расширения количества массивов цифровых форм или же корректированием существующих форм (изменением знаковых форм и обновлением алгоритмического описания методов их воспроизведения).

Выбор конкретного алгоритма альтернативного отображения цифровых данных позволяет системное моделирование режимов работы СОЦИ с учетом предварительно заданных функциональных параметров таймерных устройств.

#### **Особенности проведения тестовых исследований семиотических систем альтернативных средств отображения цифровой информации**

Работу интерактивной системы оценивания знаковых алфавитов рассмотрим на примере моделирования режимов работы альтернативного часового устройства, которая обеспечивается выбором алгоритма его функционирования, ориентированного на реализацию новых методов цифрового отображения информации путем формирования «цифро-стрелочных» форм альтернативной кодировки данных, сочетания совместимых шкал ленточно-секторного заполнения и реализации метода масок аналого-цифрового отображения данных (рис. 5).

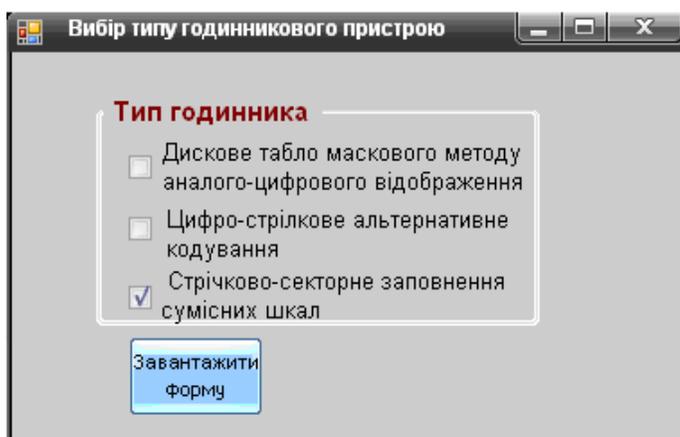


Рис. 5. Графический интерфейс МВРААМЦПД

Работу таймерных устройств с альтернативным представлением цифровых данных иллюстрируют графические модели отображения часовой информации. На рис. 6 представлен статический фрагмент работы альтернативных СОЦИ, который иллюстрирует отображение цифровой информации в конкретный момент времени (3:15:15).

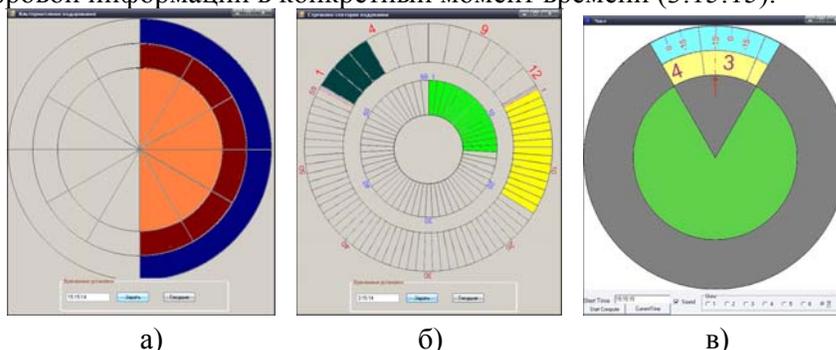


Рис. 6. Статический фрагмент работы альтернативных СОЦИ в конкретный момент времени (3:15:15):  
 а) индикатор «цифро-стрелочных» часов;  
 б) индикатор СОЦИ ленточно-секторного заполнения совместимых шкал;  
 в) дисковое табло метода масок аналого-цифрового отображения.

Потери при снижении эффективности работы оператора определяются опытом оператора  $W(D)$ , напряженностью его работы  $W(N)$ , потерями надежности восприятия информации в зависимости от усталости оператора  $W(V)$ , от обеспечения эргономических и эстетических показателей, использования методов художественного конструирования  $W(E_2)$ , выбора оптимального изображения и кодирования информации в устройстве отображения  $W(OK_2)$ , наличием помех при изображении информации  $W(Z)$ :

$$W_0 = W(D, N, V, E_2, OK_2, Z).$$

Потери надежности работы оператора, которые связаны с его усталостью  $W(V)$ , определяются в зависимости от времени работы  $W(C)$ , от обеспечения инженерно-психологических требований, влияющих на создание оптимальных условий работы оператора  $W(IP)$ , от состояния здоровья оператора и его психологического состояния  $W(Z, PS)$ :

$$W(V) = W(C, IP, Z, PS).$$

Потери  $W(IP)$  определяются в зависимости от обеспечения инженерно-психологических требований к устройствам отображения информации (УОИ)  $W(IPУОИ)$  и к оборудованию рабочего места (РМ)  $W(IPPM)$ :

$$W(IP) = W(IP_{УОИ}, IP_{PM}).$$

Эффективная работа оператора в значительной мере зависит от выбора способа изображения и кодирования информации в УОИ  $W(OK2)$ , что в свою очередь определяется качеством и характеристиками воспроизводимого символа.

Экспериментальное исследование удобства восприятия альтернативных цифровых систем проводилось в режиме теста Бурдона [6]. Проведенные исследования семиотических систем альтернативных СОЦИ подтвердили эффективность использования принципа аналого-цифрового отображения данных в процессе построения альтернативных форм цифрового изображения. Кроме того, разработанные таймерные устройства, ориентированные на реализацию предложенных методов цифрового отображения, характеризуются простотой аппаратной реализации с использованием существующей элементной базы, что позволяет минимизировать экономические расходы. Увеличение разрешающей способности восприятия информации пользователями таких СОЦИ за счет полного использования площади индикатора обуславливает перспективность широкого использования предложенных методов построения альтернативных форм цифрового изображения в таймерных устройствах.

### Вывод

Разработанные модели системы оценивания цифровых форм представления данных реализованы в интерактивном программном комплексе, предназначенном для проведения исследований эффективности использования разных семиотических алфавитов в средствах отображения цифровой информации. Исследования проводятся путем моделирования разных режимов работы альтернативных таймерных устройств с целью определения эффективности восприятия новых цифровых форм пользователями СОЦИ и оценки перспектив их использования при разных условиях эксплуатации.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петух А. М., Войтко В. В., Бевз С. В., Гут Б. С. Розробка альтернативних методів та моделей засобів нестандартного зображення цифрових даних // Радіоелектронні і комп'ютерні системи, Харків "ХАІ". – 2008. – № 7(34). – С. 153 – 164.
2. Preece. Human-Computer Interaction. / Preece, Jenny – Wokingham, England.: Addison Wesley Publishing Company, 1994. – 816 p.
3. Кудин П. А., Ломов Б. Ф. Использование средств технической эстетики для повышения эффективности операций приёма и передачи информации человеком // Проблемы инженерной психологии. – Изд. ЛГО. – 1965. – С. 125 – 143.
4. Петух А. М., Войтко В. В. Альтернативное представление величин многофункциональных таймерных устройств // Труды третьей Украинской конференции по автоматическому управлению "Автоматика 96". – Т. 3. – Севастополь. – 1996. – С. 43.
5. Петух А. М., Войтко В. В., Ярмо А. В. Узагальнення переваг використання нових цифрових знаків в процесі взаємодії людини і комп'ютера // Праці першої міжнародної науково-практичної конференції з програмування, "УкрПРОГ'98". – 1998. – С. 476 – 481.
6. Леонтьев А. Н. Практикум по психологии. / А. Н. Леонтьев, Ю. Б. Гиппенрейтер – М.: МГУ, 1972. – 247 с.

**Петух Анатолий Михайлович** – д. т. н., профессор, зав. кафедрой программного обеспечения, e-mail: petukh@mail.ru.

**Войтко Виктория Владимировна** – к. т. н., доцент кафедры программного обеспечения, тел. +38(0432) 598 483, e-mail: vojtko@vstu.vinnica.ua.

**Гавенко Олег Витальевич** – студент факультета компьютерного интеллекта института информационных технологий и компьютерной инженерии, e-mail: Gavenko2007@yandex.ru.

**Гут Богдан Сергеевич** – магистрант факультета компьютерного интеллекта института информационных технологий и компьютерной инженерии, e-mail: goot1986@mail.ru.

Винницкий национальный технический университет.