

*Журнал Научное обозрение.
Технические науки
зарегистрирован Федеральной службой
по надзору в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций.
Свидетельство ПИ № ФС77-57440
ISSN 2500-0799*

*Учредитель, издательство и редакция:
НИЦ «Академия Естествознания»,
Почтовый адрес: 105037, г. Москва, а/я 47
Адрес редакции: 410056, г. Саратов,
ул. им. Чапаева В.И., д. 56*

**Founder, publisher and edition:
SPC Academy of Natural History,
Post address: 105037, Moscow, p.o. box 47
Editorial address: 410056, Saratov,
V.I. Chapaev Street, 56**

*Подписано в печать 26.06.2019
Дата выхода номера 26.07.2019
Формат 60×90 1/8*

*Типография
НИЦ «Академия Естествознания»,
410035, г. Саратов,
ул. Мамонтовой, д. 5*

**Signed in print 26.06.2019
Release date 26.07.2019
Format 60×90 8.1**

**Typography
SPC «Academy Of Natural History»
410035, Russia, Saratov,
5 Mamontovoi str.**

*Технический редактор Байгузова Л.М.
Корректор Галенкина ЕС.*

*Тираж 1000 экз.
Распространение по свободной цене
Заказ НО 2019/3
© НИЦ «Академия Естествознания»*

Журнал «НАУЧНОЕ ОБОЗРЕНИЕ» выходил с 1894 по 1903 год в издательстве П.П. Сойкина. Главным редактором журнала был Михаил Михайлович Филиппов. В журнале публиковались работы Ленина, Плеханова, Циолковского, Менделеева, Бехтерева, Лесгафта и др.

Journal «Scientific Review» published from 1894 to 1903. P.P. Soykin was the publisher. Mikhail Filippov was the Editor in Chief. The journal published works of Lenin, Plekhanov, Tsiolkovsky, Mendeleev, Bekhterev, Lesgaft etc.



М.М. Филиппов (M.M. Philippov)

С 2014 года издание журнала возобновлено
Академией Естествознания
**From 2014 edition of the journal resumed
by Academy of Natural History**

Главный редактор: М.Ю. Ледванов
Editor in Chief: M.Yu. Ledvanov

Редакционная коллегия (**Editorial Board**)
А.Н. Курзанов (**A.N. Kurzanov**)
Н.Ю. Стукова (**N.Yu. Stukova**)
М.Н. Бизенкова (**M.N. Bizenkova**)
Н.Е. Старчикова (**N.E. Starchikova**)
Т.В. Шнуровозова (**T.V. Shnurovozova**)

НАУЧНОЕ ОБОЗРЕНИЕ • ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

SCIENTIFIC REVIEW • TECHNICAL SCIENCES

www.science-education.ru

2019 г.



***В журнале представлены научные обзоры,
литературные обзоры диссертаций,
статьи проблемного и научно-практического
характера***

The issue contains scientific reviews, literary dissertation reviews,
problem and practical scientific articles

СОДЕРЖАНИЕ

Технические науки (05.09.00, 05.11.00, 05.12.00, 05.13.00)

СТАТЬИ

АНАЛИЗ ЛОГИЧЕСКИХ МАТРИЦ И ГРАФОВ ОРТОГОНАЛЬНОСТИ <i>Попов С.В.</i>	5
ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ПРИСОЕДИНЕНИЯ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ АВТОМАТИКИ, РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И ДИСПЕТЧЕРСКОЙ СВЯЗИ К ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ КЛАССОМ НАПРЯЖЕНИЯ ОТ 35 ДО 220 КВ <i>Савченко Р.И.</i>	10
ПРИМЕНЕНИЕ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ C++ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ПО МАТЕМАТИКЕ <i>Ведерников Н.А., Бужинская Н.В.</i>	15
МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ КРИПТОКОШЕЛЬКА С ПОМОЩЬЮ SEED-ФРАЗЫ <i>Карачун М.А., Бессонов А.В., Черкесова Л.В., Короченцев Д.А., Поркшеян В.М.</i>	21
ПРОГРАММА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УЧЕТА ДВИЖЕНИЯ ДОКУМЕНТОВ <i>Рихтер Т.В., Бушкова Т.М.</i>	26
ЭРГОНОМИКА В КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГРАХ <i>Горячкин Б.С., Ковалев В.В.</i>	31
МЕТОДЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ И ЗАДАЧИ ЛОГИЧЕСКОГО ВЫДЕЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ <i>Иванько А.Ф., Иванько М.А., Горчакова Я.В.</i>	36

CONTENTS

Technical sciences (05.09.00, 05.11.00, 05.12.00, 05.13.00)

ARTICLES

THE ANALYSIS OF LOGICAL MATRICES AND OF GRAPHS OF ORTHOGONALITY <i>Popov S.V.</i>	5
IMPROVING THE SAFETY OF THE EQUIPMENT CONNECTION EMERGENCY AUTOMATION, RELAY PROTECTION AND CONTROL COMMUNICATION TO THE HIGH-VOLTAGE POWER LINES WITH VOLTAGE FROM 35 TO 220 KV <i>Savchenko R.I.</i>	10
APPLICATION OF C ++ PROGRAMMING LANGUAGE FOR DEVELOPMENT OF ELECTRONIC EDUCATIONAL RESOURCES IN MATHEMATICS <i>Vedernikov N.A., Buzhinskaya N.V.</i>	15
THE METHOD OF RESTORING A CRYPTOWALLET USING A SEED PHRASE <i>Karachun M.A., Bessonov A.V., Cherkesova L.V., Korochentsev D.A., Porksheyay V.M.</i>	21
THE PROGRAM OF AUTOMATED ACCOUNT MOVEMENT DOCUMENTS <i>Rikhter T.V., Bushkova T.M.</i>	26
ERGONOMICS IN COMPUTER GAMES <i>Goryachkin B.S., Kovalev V.V.</i>	31
METHODS OF RECOGNITION OF IMAGES AND THE TASK OF LOGICAL ISOLATION OF OBJECTS <i>Ivanko A.F., Ivanko M.A., Gorchakova Ya.V.</i>	36

СТАТЬИ

УДК 004.08

АНАЛИЗ ЛОГИЧЕСКИХ МАТРИЦ И ГРАФОВ ОРТОГОНАЛЬНОСТИ

Попов С.В.

ООО «Научно-внедренческая фирма БП+», Москва, e-mail: s-v-popov@yandex.ru

Актуальность решения комбинаторных задач сегодня определяется перемещением Искусственного Интеллекта из теоретической области в практическую сферу. Известно, что одни и те же интеллектуальные задачи обладают различными способами решения в зависимости от их описания. В связи с этим в статье исследуется соотношение двух типов описания предметных областей: на языке логических матриц, и на языке графов ортогональности. В статье эта проблема исследована полностью. Невыполнимость логической матрицы сводится к исследованию совокупности максимальных пустых подграфов, образующей полное покрытие графа. Это позволяет сформулировать критерий выполнимости матрицы, который сводится к разложению исходной матрицы на две и имеет практическое значение. Граф ортогональности, который однозначно строится по логической матрице, обладает совокупностью узлов, совпадающей со столбцами матрицы, и два узла смежные, если соответствующие столбцы ортогональные. Таким образом, матрица однозначно определяет граф, но одному графу соответствует несколько матриц с разным числом переменных, среди которых могут встречаться как выполнимые, так и невыполнимые. В статье решена проблема, что происходит при варьировании матриц, определяемых одним графом ортогональности, и при расширении графа ортогональности за счет введения новых ребер. Оказывается, что в одном случае наблюдается сохранение свойства невыполнимости матриц, а в другом – выполнимости. Приведена полная система преобразований матриц, которая не нарушает свойство соответствия одному графу ортогональности. Поэтому, хотя логические матрицы позволяют более детально описывать предметные области, нежели графы, имеется возможность исследовать логические функции, сводя их к задачам на графах.

Ключевые слова: комбинаторика, логические матрицы, графы, предметные области, пустые подграфы, векторы

THE ANALYSIS OF LOGICAL MATRICES AND OF GRAPHS OF ORTHOGONALITY

Popov S.V.

LLC «Nauchno-vnedrencheskaya firma BP+», Moscow, e-mail: s-v-popov@yandex.ru

The relevance of solving combinatorial problems today is determined by the movement of Artificial Intelligence from the theoretical field to the practical sphere. It is known that the same intellectual problems have different ways of solving depending on their description. In this regard, the article examines the relationship between two types of description of subject areas: in the language of logical matrices, and in the language of orthogonality graphs. In the article this problem is investigated completely. The impracticability of a logical matrix is reduced to the study of a set of maximal empty subgraphs forming a complete graph cover. This allows us to formulate a criterion for the feasibility of the matrix, which is reduced to the decomposition of the original matrix into two, and is of practical importance. An orthogonality graph that is uniquely constructed from a logical matrix has a set of nodes that coincide with the columns of the matrix, and two nodes are adjacent if the corresponding columns are orthogonal. Thus, the matrix uniquely defines a graph, but one graph corresponds to several matrices with different numbers of variables, among which there can be both feasible and not feasible. The problem of variation of matrices defined by one orthogonality graph and expansion of the orthogonality graph due to the introduction of new edges is solved in the article. It turns out that in one case there is a preservation of the impracticability property of matrices, and in the other – feasibility. A complete system of matrix transformations is presented, which does not violate the property of correspondence to one orthogonality graph. Therefore, although logical matrices allow to describe subject areas in more detail than graphs, it is possible to study logical functions, reducing them to problems on graphs.

Keywords: combinatorics, Boolean matrices, graphs, topics, a blank sub-graphs, vectors

В статье исследуется соотношение между логическими функциями, представленными матрицами, и графами ортогональности, которые строятся по логическим матрицам. Пусть M есть логическая матрица размерности $[n, m]$, представляющая функцию в КНФ. Обратим внимание на следующие свойства матрицы M :

– каждый столбец опровергается в точности на одном интервале n -мерного единичного куба;

– несколько столбцов матрицы опровергаются на одном интервале n -мерного единичного куба, тогда и только тогда, когда все эти столбцы попарно не ортогональные.

Построим по матрице M граф ортогональности G_M : его узлами являются столбцы матрицы M , и два узла смежные, если соответствующие столбцы ортогональные хотя бы по одному компоненту. Выделим в матрице M максимальную совокупность H столбцов, которая *опровергается* на одном интервале I_n единичного куба [1, 2]. Вследствие этого все столбцы из H попарно не ортогональные. Справедливо следующее: *совокупности H столбцов матрицы M в графе G_M соответствует максимальный пустой подграф G_H и всякому максимальному пустому подграфу G_H соответствует совокупность H столбцов, одновременно*

опровергаемых на одном интервале единичного n -мерного куба.

Тем самым между максимальными пустыми подграфами и соответствующими опровергающими наборами для матрицы M имеется соответствие: каждый максимальный пустой подграф определяет опровергающий набор для матрицы M . Если матрица M выполнимая, то множество всех опровергающих интервалов не образует полного покрытия единичного n -мерного куба. В противном случае имеется совокупность максимальных пустых подграфов, которые определяют множество опровергающих наборов, покрывающее весь n -мерный единичный куб. Такую совокупность максимальных пустых подграфов графа ортогональности G_M назовем *полной*. Определенные этими подграфами опровержимые интервалы покрывают весь единичный n -мерный куб.

Справедливо утверждение.

Теорема 1. *Логическая матрица M опровержима тогда и только тогда, когда в графе ортогональности G_M существует полная совокупность пустых подграфов.*

Доказательство. В одну сторону. Если существует полная система пустых подграфов, то матрица опровержима на любом наборе ее переменных, т.к. каждый набор принадлежит некоторому опровергающему интервалу.

В другую сторону. Пусть матрица M не выполнимая и G_M – определяемый ею граф ортогональности. Покажем, что для нее существует полная система пустых подграфов. Строим не избыточную совокупность E_1, \dots, E_q максимальных пустых подграфов, которые покрывают все узлы графа ортогональности. Каждый подграф E_j определяет множество H_j столбцов, опровержимых на интервале $I_j, j = 1, 2, \dots, q$. Допустим, что объединение $\bigcup_{j=1,q} I_j$ интервалов не покрывает всего единичного n -мерного куба, и интервал I не принадлежит объединению $\bigcup_{j=1,q} I_j$. По построению, интервал I ортогонален каждому из интервалов $I_j, j = 1, 2, \dots, q$. Но тогда на этом интервале все столбцы матрицы M истинные, т.е. она выполнимая. Противоречие.

Теорема доказана.

Дополнение ортогональности. Рассмотрим преобразование матрицы, когда в результирующем графе ортогональности не появляются новые ребра. То есть в результате преобразования не расширяется отношение ортогональности ее столбцов.

Пусть в матрице M столбцы h_1 и h_2 ортогональные и в один или оба из них вводится один или два компонента, которые определяют отношение ортогональности. Рассмотрим вначале случай *одного* компо-

нента (пусть это будет 1), который вводится в i -ю строку столбца h_1 . Следовательно, в столбце h_2 в той же строке располагается 0. Допустим, что узел h_1 принадлежит максимальному пустому подграфу E_1 с узлами H_1 , определяющему опровергающий интервал I_1 , а h_2 – максимальному пустому подграфу E_2 с узлами H_2 , определяющему опровергающий интервал I_2 . Из того, что в графе ортогональности G_M не появляются новые ребра, следует, что в H_1 в i -й строке нет компонент 0. Поэтому добавление 1 в столбец h_1 не приводит к расширению интервала I_1 , т.к. в нем i -й компонент есть $_$ (и тогда интервал I_1 сужается) или 1 (и тогда интервал I_1 не меняется). Следовательно, *преобразование либо превращает невыполнимую исходную матрицу в выполнимую, либо выполняемая матрица остается выполнимой.*

Рассмотрим случай, когда в матрице M столбцы h_1 и h_2 ортогональные и в оба вводятся компоненты, которые также определяют отношение ортогональности. Пусть компонент 1 вводится в i -ю строку столбца h_1 , и 0 – в i -ю строку столбца h_2 . Допустим, что узел h_1 входит в максимальный пустой подграф E_1 , содержащий узлы H_1 , и определяющий опровергающий интервал I_1 , а h_2 – в E_2 , содержащий узлы H_2 и определяющий опровергающий интервал I_2 . Из того, что новых ребер в графе ортогональности не появляется, следует, что в H_1 в i -й строке нет компонент 0, а в H_2 в i -й строке нет компонент 1. Тогда добавление 1 в столбец h_1 не приводит к расширению интервала I_1 , т.к. в нем i -й компонент есть $_$ или 1, а добавление 0 в столбец h_2 не приводит к расширению интервала I_2 , т.к. в нем i -й компонент есть $_$ или 0. В первом случае происходит сужение интервалов, во втором – интервалы не меняются. Следовательно, *преобразование либо превращает исходную невыполнимую матрицу в выполнимую, либо выполняемая матрица остается выполнимой.*

Тем самым верно утверждение.

Теорема 2. *Преобразование, не расширяющее отношение ортогональности столбцов матриц, может лишь ослабить свойство невыполнимости, т.е. невыполнимая матрица может превратиться в выполнимую, но не наоборот.*

Введение новой ортогональности. Рассмотрим преобразования графов ортогональности и матриц, которые влекут появление новых ребер. Вначале рассмотрим, как *расширение ортогональности в матрице M* отражается на соответствующем графе G_M [3, 4]. Пусть максимальный пустой подграф E_1 строится по множеству H_1 столбцов матрицы, для которых I_1 есть опровергающий интервал. (Отметим, что H_1 суть метки

подграфа E_1). Введение новой ортогональности в матрице влечет добавление одного или нескольких ребер в граф ортогональности. Возможны несколько случаев.

Пусть в исходной матрице M в i -й строке столбцов множества H_1 располагаются лишь не значащие символы, и в этой строке вводится ортогональность на пересечении со столбцами h_1 и h_2 . В этом случае граф E_1 разбивается на два пустых подграфа E_1^1 и E_1^2 , такие, что в первый входит узел h_1 , а во второй – h_2 . Граф E_1^1 определяет опровергающий интервал I_1^1 , а $E_1^2 - I_1^2$, ортогональные в i -м компоненте, а во всех остальных компонентах совпадающие с интервалом I_1 . Эти интервалы находятся на расстоянии 1 друг от друга, и их объединение равно I_1 . Поэтому *результатирующая матрица останется выполнимой (не выполнимой) в зависимости от того, была ли выполнимой (невыполнимой) исходная матрица.*

Пусть в исходной матрице i -я строка столбцов множества H_1 (с точностью до перестановки) имеет вид $00\dots 0_ \dots _$, и на пересечении с h -м столбцом компонент $_$ заменяется на 1. Допустим, что нулевых компонентов в этой строке k . В этом случае в графе ортогональности в пустом подграфе E_1 появляется k ребер, инцидентных узлу h . С точностью до перестановки строка превращается в такую $00\dots 01_ \dots _$. В результате граф E_1 превращается в два максимальных пустых подграфа E_1^1 и E_1^2 , в первом из них i -я строка имеет вид $00\dots 0_ \dots _$, в другом $1_ \dots _$. Для первого подграфа E_1^1 опровергающий интервал I_1^1 включает интервал I_1 , в то время как второй E_1^2 определяет новый опровергающий интервал, т.к. у него в i -м компоненте стоит 1. Таким образом, введение новых ортогональностей в этом случае превращает исходную матрицу в новую M_1 , для которой справедливо следующее: *если M – не выполнимая, то M_1 также не выполнимая, с другой стороны, выполнимая матрица M может превратиться в невыполнимую.*

Аналогично рассматривается случай, когда в исходной матрице i -я строка столбцов множества H_1 (с точностью до перестановки) имеет вид $11\dots 1_ \dots _$, и на пересечении с h -м столбцом компонент $_$ заменяется на 0.

Подводя итог, отметим, что *расширение ортогональности столбцов в матрице сохраняет невыполнимость исходной матрицы, но может превратить выполнимую матрицу в невыполнимую.*

Теперь рассмотрим, как отражается на выполнимости результирующей матрицы по сравнению с исходной добавление одного нового ребра в граф ортогональности G_M

При добавлении нового ребра исходная матрица может преобразовываться как во всех трех описанных случаях. При этом в случаях 2 и 3 значение $k = 1$. В любом случае максимальный пустой подграф, в который это ребро вводится, раскладывается на два максимальных пустых подграфа.

Теорема 3. *Преобразование матрицы, которое расширяет отношение ортогональности, может лишь ослабить свойство выполнимости, т.к. матрица из выполнимой может превратиться в невыполнимую, но не наоборот.*

Соотношение логических матриц и графов ортогональности. В одну сторону соотношение между графами ортогональности и логическими матрицами понятно: если M есть логическая матрица размерности $[n, m]$, то по ней однозначно строится граф ортогональности G_M с m узлами, смежность которых задается отношением ортогональности столбцов матрицы. В обратную сторону ситуация выглядит несколько иначе, т.к. одному графу может соответствовать несколько логических матриц, которые в общем случае задают не эквивалентные логические функции.

Определим преобразования матриц, которые по одному графу порождают множество логических матриц. Мы исходим из того, что всякая строка v логической матрицы, построенной по графу, определяет полный двудольный подграф G_v . Представим строку v матрицы в виде трех компонентов v_0, v_1 и $v_$, состоящих соответственно из 0, 1 и $_$, что будем обозначать так: $v = v_0 + v_1 + v_$. Тогда справедливы следующие преобразования, которые не меняют вида графа ортогональности, построенного по матрице.

1. Пусть $v_0 = v_0^1 + v_0^2$, т.е. нулевые компоненты представляются в виде двух частей. Тогда $v_0^1 + v_0^2 + v_1 + v_ = \{v_0^1 + v_0^2 + v_1 + v_ \cup v_0^1 + v_0^2 + v_1 + v_ \}$. Здесь v_0^1 (v_0^2) получается из v_0^1 (v_0^2) заменой всех нулевых компонентов на $_$. Преобразование слева направо соответствует преобразованию одного полного двудольного графа в два за счет разделения нулевой доли на два подмножества. Оно соответствует преобразованию одной строки матрицы в две, или, что то же самое, – введению новой переменной в логическую формулу. Преобразование справа налево, наоборот, соответствует слиянию двух полных двудольных графов в один за счет объединения нулевых долей, т.е. превращению двух строк матрицы в одну.

2. Аналогично рассматривается случай, когда $v_1 = v_1^1 + v_1^2$, т.е. единичные компоненты представляются в виде объединения двух частей.

Применение этих преобразований слева направо назовем *разложением* матрицы, а справа налево – *сворачиванием*.

Очевидно такое утверждение.

Теорема 4. Пусть по графу ортогональности G с t узлами построена матрица M размерности $[n, t]$, в которой все столбцы суть векторы, приписанные узлам графа G . Тогда эту матрицу можно превратить в матрицу M^* , в которой в каждой строке в точности один нулевой и один единичный компоненты. Причем матрица M^* единственная с точностью до перестановки строк и столбцов независимо от порядка применения преобразований и M^* невыполнима тогда и только тогда, когда невыполнима M .

Действительно, последовательное разложение матрицы приводит к матрице, в которой каждая строка определяет ребро. Тем самым предельная матрица M^* не подлежит дальнейшему разложению и определена единственным образом. Матрица M имеет полную систему пустых подграфов тогда и только тогда, когда ею обладает матрица M^* .

Можно привести примеры матриц, определяемых одним графом, которые обладают разными предельными матрицами разложения. Действительно, рассмотрим граф K_4 , узлы которого помечены векторами: $a: 00$, $b: 01$, $c: 10$, $d: 11$. Предельное разложение соответствующей матрицы выглядит, как на рис. 1, а.

Тот же граф K_4 порождает матрицу как на рис. 2, а. Ее предельное разложение приведено на рис. 2, б. Из сравнения рис. 1, а, и рис. 2, б, видно, что в матрице на рис. 1, а, число строк на единицу превосходит число ребер графа K_4 , в то время, как в матрице на рис. 2, б, число строк совпадает с числом ребер графа K_4 . Это происходит пото-

му, что в матрице на рис. 1, а, имеются две строки $_0\ 1\ _$ и $_1\ 0\ _$, определяющие ортогональность узлов b и c , а в матрице на рис. 2, б, имеется только одна такая строка.

Описанное разложение матрицы не меняет граф ортогональности, но добавляет одну новую переменную. Справедлива такая теорема.

Теорема 5. Пусть матрица M_1 получена разложением матрицы M . Тогда из выполнимости матрицы M следует выполнимость матрицы M_1 , и из невыполнимости M_1 следует невыполнимость M .

Доказательство вытекает из того, что выполнимость функции $(x \vee A)(x \vee B)(x \vee C)$ влечет выполнимость функции $(x \vee A)(y \vee B)(x \vee y \vee C)$. И наоборот, невыполнимость функции $(x \vee A)(y \vee B)(x \vee y \vee C)$ влечет невыполнимость $(x \vee A)(x \vee B)(x \vee C)$.

Горизонтальное разложение матриц. Разделим M на две непересекающиеся подматрицы M_1 и M_2 размерности соответственно $[n_1, m]$ и $[n_2, m]$, $n_1 + n_2 = n$. Если хотя бы одна из матриц M_1 или M_2 выполнима, то матрица M выполнима. Рассмотрим случаи, когда невыполнимы обе матрицы M_1 и M_2 .

Пусть матрица M_1 определяет граф ортогональности G_1 , а матрицы M_1 – граф G_2 , и $Emp_1 \subseteq G_1$ и $Emp_2 \subseteq G_1$ суть два полных множества максимальных пустых подграфов. Тем самым получаем, что обе матрицы M_1 и M_2 невыполнимы. Однако невыполнимость этих подматриц не влечет невыполнимости матрицы M . Она может быть выполнимой.

Справедлива следующая теорема.

Теорема 6. 1. Матрица M выполнима тогда и только тогда, когда $\exists E_1 \in Emp_1 \exists E_2 \in Emp_2 (E_1 \cap E_2 = \emptyset)$.

2. Матрица M невыполнима тогда и только тогда, когда $\forall E_1 \in Emp_1 \forall E_2 \in Emp_2 (E_1 \cap E_2 \neq \emptyset)$.

a	b	c	d
0	1	–	–
0	–	1	–
0	–	–	1
–	0	1	–
–	0	–	1
–	–	0	1
–	1	0	–

Рис. 1, а

a	b	c	d
0	1	0	1
0	–	1	–
–	1	0	1
–	0	–	1

Рис. 2, а

a	b	c	d
0	1	–	–
0	–	1	–
0	–	–	1
–	1	0	–
–	0	–	1
–	–	0	1

Рис. 2, б

Матрицы

Доказательство. 1. Пусть для двух максимальных пустых подграфов E_1 и E_2 выполняется соотношение $E_1 \cap E_2 = \emptyset$. Пусть опровергающие интервалы, определяемые подграфом E_1 и E_2 , суть соответственно I_1 и I_2 . Следовательно, все столбцы матрицы M_1 , которые определяются дополнением подграфа E_1 , выполнимы на интервале I_1 . А все столбцы матрицы M_2 , которые определяются дополнением подграфа E_2 , выполнимы на интервале I_2 . Но тогда множество столбцов матрицы M_2 , определяемых подграфом E_1 , выполнимо на интервале I_2 . Следовательно, вся подматрица матрицы M , выделяемая подграфом E_1 , выполнима на интервале $I_1 I_2$. Но тогда на этом интервале выполнима и вся матрица M . Первое утверждение доказано.

2. Следует из 1 по закону контрапозиции. Теорема доказана.

Таким образом, проблема исследования выполнимости и невыполнимости логической матрицы сводится к исследованию отношений между базисами, определяемыми частями, получаемыми в результате горизонтального расщепления матрицы [5].

Выводы

Исследование соотношения логических матриц и определяемых ими графов ортогональности позволяет заключить следующее. Логическая матрица невыполнима тогда и только тогда, когда соответствующий граф ортогональности обладает полным множеством максимальных пустых подграфов. При горизонтальном разложении матрицы ее невыполнимость определяется соотношением базисных графов ее компонентов.

Список литературы

1. Попов С.В. Синтез предметных областей. Решение одного класса переборных задач. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. 96 с.
2. Яблонский С.В. Введение в дискретную математику. М.: Физматлит, 2013. 312 с.
3. Джон Хопкрофт, Раджив Мотвани, Джеффри Ульман. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений М.: Вильямс, 2012. 528 с.
4. Füredi, Zoltán. The number of maximal independent sets in connected graphs. Journal of Graph Theory. 2014. Vol. 19. no. 4. P. 463–470.
5. Зыков А.А. Основы теории графов. М.: Вузовская книга, 2012. 664 с.

УДК 621.317.738

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ПРИСОЕДИНЕНИЯ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ АВТОМАТИКИ, РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И ДИСПЕТЧЕРСКОЙ СВЯЗИ К ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ КЛАССОМ НАПРЯЖЕНИЯ ОТ 35 ДО 220 КВ

Савченко Р.И.

ПАО «Сургутнефтегаз» НГДУ «Талаканнефть», Сургут, e-mail: 03131990@mail.ru

Для передачи сигналов и команд релейной защиты и противоаварийной автоматики на энергообъектах могут применяться следующие линии связи: волоконно-оптические, кабельные линии связи и каналы высокочастотной связи. На энергообъектах широко распространено использование воздушных линий электропередач в качестве каналов высокочастотной связи, это объясняется их невысокой стоимостью, надежностью и ремонтпригодностью. К недостаткам можно отнести большие уровни электрических помех, зависимость от природных воздействий и повышенную опасность при техническом обслуживании оборудования присоединения аппаратуры релейной защиты и противоаварийной автоматики к линии электропередач. В состав оборудования присоединения входят высокочастотные заградители и конденсаторы связи с фильтрами присоединения. В процессе эксплуатации оборудования высокочастотной связи на энергообъектах зафиксированы аварийные ситуации, связанные с выходом из строя конденсаторов связи (разрушение, взрыв). Данные случаи являются опасными для находящегося в это время на объекте персонала и рядом установленного оборудования. Разрушение конденсатора связи сопровождается аварийным отключением линии электропередач. Задачей данной работы является проработка и предложение технических решений, позволяющих повысить надежность и безопасность эксплуатации оборудования присоединения аппаратуры релейной защиты и противоаварийной автоматики к линии электропередач.

Ключевые слова: высокочастотная связь, конденсаторы связи, оборудование присоединения, датчик ёмкости

IMPROVING THE SAFETY OF THE EQUIPMENT CONNECTION EMERGENCY AUTOMATION, RELAY PROTECTION AND CONTROL COMMUNICATION TO THE HIGH-VOLTAGE POWER LINES WITH VOLTAGE FROM 35 TO 220 KV

Savchenko R.I.

OJSC «Surgutneftegas» NGDU «Talakanneft», Surgut, e-mail: 03131990@mail.ru

The following communication lines can be used to transmit signals and commands of relay protection and emergency automation at power facilities: fiber-optic, cable communication lines and high-frequency communication channels. The use of overhead power lines as high-frequency communication channels is widespread at power facilities due to their low cost, reliability and maintainability. The disadvantages include high levels of electrical interference, dependence on natural influences and increased danger in the maintenance of equipment for connecting relay protection equipment and emergency automation to the power line. Part of the equipment connection consists of high-frequency chokes and capacitors in connection with the merger. During the operation of high-frequency communication equipment at power facilities recorded emergency situations associated with failure of communication capacitors (destruction, explosion). These cases are dangerous for the personnel at the site and a number of installed equipment. The destruction of the communication capacitor is accompanied by an emergency shutdown of the power line. The objective of this work is to develop and offer technical solutions to improve the reliability and safety of the equipment connection relay protection and emergency automation equipment to the power line.

Keywords: high frequency communication, coupling capacitors, of the equipment connection, capacity sensor

На энергообъектах для передачи сигналов и команд релейной защиты и противоаварийной автоматики могут применяться следующие линии связи: волоконно-оптические (ВОЛС), кабельные линии связи (КЛС) и каналы высокочастотной связи (ВЧ-связь). На сегодняшний день в ПАО «Сургутнефтегаз» 33 линии электропередач напряжением 110–220 кВ оснащены быстродействующей защитой с передачей сигналов по ВЧ-связи. Также высокочастотные каналы применяются для передачи сигналов телемеханики и организации диспетчерской связи. ВОЛС применяется для организации защиты шести линий электропередач напряжением

35 кВ. КЛС не применяются на объектах ПАО «Сургутнефтегаз» в связи с ограничением по протяженности линии. Широкое распространение использования воздушных линий электропередачи в качестве каналов высокочастотной связи объясняется их невысокой стоимостью, надежностью и ремонтпригодностью. К недостаткам можно отнести большие уровни электрических помех, зависимость от природных воздействий и повышенную опасность при техническом обслуживании оборудования присоединения аппаратуры релейной защиты и противоаварийной автоматики к линии электропередач [1–3].

В состав оборудования присоединения входят высокочастотные заградители (ВЗ) и конденсаторы связи (КС) с фильтрами присоединения (ФП). В процессе эксплуатации оборудования ВЧ-связи в ПАО «Сургутнефтегаз» зафиксированы аварийные ситуации, связанные с выходом из строя КС (разрушение, взрыв). Данные случаи являются опасными для находящегося в это время на объекте персонала, так как при взрыве происходит выброс фарфоровой изоляции на территории ОРУ, что может привести к травматизму персонала. Так же взрыв КС может нанести повреждение рядом установленному оборудованию, что приводит к его замене или проведению внепланового ремонта. Разрушение конденсатора связи сопровождается аварийным отключением линии электропередач.

Согласно ПУЭ (Глава 5.6. Конденсаторные установки) п. 5.6.24. емкости фаз конденсаторной установки должны контролироваться стационарными устройствами измерения тока в каждой фазе. Данное правило реализовано для конденсаторных установок, служащих для компенсации реактивной мощности и коррекции коэффициента мощности. Но не распространяется на конденсаторные установки для продольной компенсации, фильтровые и специальные, следовательно, для КС контроль тока не выполняется [4]. Нормы проведения профилактических испытаний КС не гарантируют его долгосрочную работу, в связи с этим для надежной и безопасной эксплуатации оборудования присоединения (КС) необходимо осуществлять непрерывный контроль их состояния [5].

Задачей данной работы является проработка и предложение технических решений, позволяющих повысить надежность

и безопасность эксплуатации оборудования присоединения аппаратуры релейной защиты и противоаварийной автоматики к линии электропередач.

Материалы и методы исследования

КС состоят из фарфоровой крышки, внутри которой располагаются три соединенных параллельно пакета (на чертеже виден один пакет), в каждом от 80 до 90 секций рулонного типа, соединенных последовательно (рис. 1, а). Секции в пакетах затянуты между металлическими плитами с помощью изоляционных планок. Для компенсации теплового расширения масла в нижней части конденсатора расположен расширитель в виде сильфона, внутренняя часть которого соединена через отверстие в фланце с атмосферой. Расположение сильфона внизу предохраняет его от попадания внутрь влаги. Фланцы закреплены на фарфоровой рубашке через прокладки из маслоупорной резины, чем обеспечивается достаточная герметичность конденсатора. Свободное пространство между корпусом и пакетами секций заполнено конденсаторным маслом [6–8].

Выход оборудования из строя связан с окислением масла (в этом случае увеличивается $\text{tg } \delta$ конденсатора), повреждениями с обрывом проводника, связывающего фланец с пакетами, частичным пробоем секции пакета, о чем свидетельствует локальный нагрев на фарфоровой крышке, а также с полным пробоем одной или нескольких секций пакета. При таком виде дефекта нагрев на поверхности крышки будет наблюдаться по всей высоте конденсатора и превалировать в зоне расположения дефектного пакета (рис 1, б).

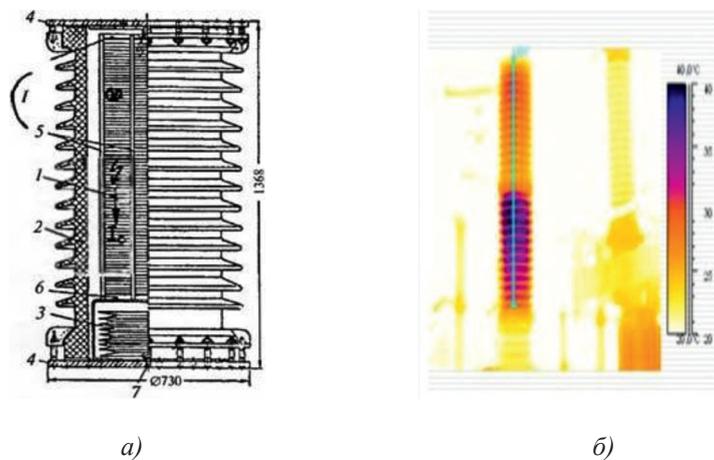


Рис. 1. Конденсатор связи: 1 – пакет бумажно-конденсаторный; 2 – фарфоровая крышка; 3 – сильфон; 4 – фланец; 5 – изоляционные планки; 6 – плита металлическая; 7 – внешнее отверстие сильфона

Течь масла может предшествовать повреждению конденсатора, так как при продолжительной течи давление в конденсаторе может сравняться с окружающим давлением и внутрь конденсатора через трещину начнет проходить воздух, в результате масло отсыревает, и конденсатор может выйти из строя. Как правило, ухудшение состояния диэлектрика приводит к увеличению $\operatorname{tg} \delta$ (угол диэлектрических потерь), в связи с этим увеличивается активная составляющая тока, протекающего по конденсатору. Величина активной составляющей тока диэлектрических потерь в цепи, вызванная этими процессами, незначительна, например, при увеличении $\operatorname{tg} \delta$ относительно нормы в 10 раз (до 8%) приведет к увеличению тока 50 Гц через КС на ВЛ 110 кВ на 0,3%, то есть в пределах погрешности измерений.

$$C_{\text{общ.}} = \left(\frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}} \right) + \left(\frac{1}{\frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4} + \dots + \frac{1}{C_n}} \right).$$

Но из формулы общей емкости конденсатора связи видно, что при пробоях одного из последовательно соединенных элементов пакета конденсатора увеличится общая емкость, следовательно, увеличится ток в цепи с конденсатором связи:

$$I = CU_0 \omega \cos \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right).$$

Данные процессы приводят к взрыву КС, развивается постепенно и имеет длительный характер [9–11].

Из этого можно сделать вывод что, осуществляя непрерывный контроль тока в цепи, можно следить за параметрами КС, так как при пробое одного из последовательно соединенных элементов в пакете или целиком пакета, увеличивается общая емкость конденсатора, следовательно, и ток в цепи. Для исключения ошибочных данных, связанных с изменениями наложенного напряжения на КС, необходимо осуществлять контроль напряжения на секции шин подстанции. На этом принципе и будет выполнена далее предлагаемая система мониторинга состояния КС, по данному решению было получено согласование от Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова.

Результаты исследования и их обсуждение

Ранее в России не было решения, позволяющего обеспечить контроль состояния

КС на энергообъекте и определить начало процесса разрушения КС, приводящего к его взрыву. Согласно базе Федеральной службы по интеллектуальной собственности РФ из существующего уровня техники известно устройство релаксационного измерителя параметров СG-двухполюсников для измерения емкости электрических конденсаторов (заявка за изобретение № RU 93047134, опубликована 10.07.1996) (рис. 2) представленного Ижевским государственным техническим университетом. Однако применение данного устройства основано на принципе измерения напряжения на конденсаторе, заряженном калиброванным электрическим зарядом и не применимо для измерения емкости КС, включенного в схему и находящегося под напряжением.

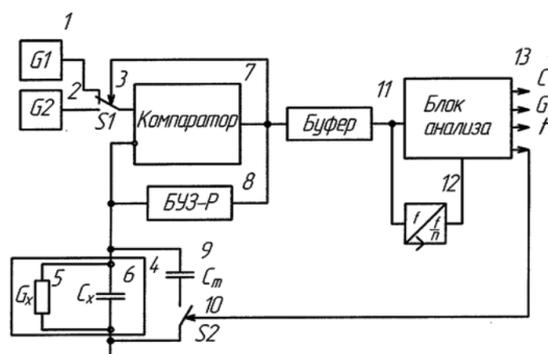


Рис. 2. Принципиальная схема устройства релаксационного измерителя параметров СG-двухполюсников

Также существует устройство для измерения емкости конденсатора (патент на изобретение № RU 2173859 от 10.11.2000) (рис. 3), представленного Ульяновским государственным техническим университетом. Но данное устройство не применимо для определения начала процесса разрушения конденсатора связи на действующем энергообъекте, а предназначено только для расширения диапазона измерения емкости и повышения чувствительности измерения [12].

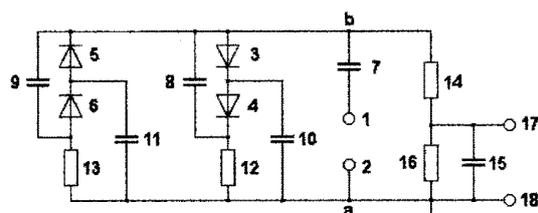


Рис. 3. Принципиальная схема устройства для измерения емкости конденсатора



Рис. 4. Структурная схема системы контроля состояния конденсатора связи с использованием датчика контроля конденсатора связи

На сегодняшний день в России существует система мониторинга состояния КС (рис. 4), данное устройство выпускает ООО «Уральский завод новых технологий» г. Екатеринбург (ООО «УЗНТех»). Система обеспечивает постоянный контроль состояния КС на энергообъекте с целью определения начала процесса их разрушения и формирование соответствующего сигнала о начале и развитии этого процесса в режиме текущего времени. Основой системы является датчик ёмкости КС, который встраивается в фильтр присоединения и производит замер тока в реальном времени и передает сигнал на контроллер. В контроллере выполняется преобразование сигнала и анализ полученной информации, а результат измерений отображается на дисплее контроллера и автоматизированное рабочее место оперативного персонала (АРМ), также сигнал может быть выведен на предупредительную сигнализацию [13].

Заключение

В ПАО «Сургутнефтегаз» на территории ПС 110/35/6 кВ «Талакан» на сегодняшний день установлено 17 КС в перспективе развития до 2020 г. будет установлено еще 2, в связи с вводом в эксплуатацию ПС 110/35/6 кВ «Ленская». Для безопасной и надежной эксплуатации оборудования высокочастотной обработки на данных энергообъектах установка системы мониторинга состояния КС включена в мероприятия по надежности на 2020 г.

Для обеспечения реализации предлагаемого технического решения на ПС 110/35/6 кВ «Талакан» проведены необходимые расчеты вторичных цепей

трансформаторов напряжения, предложен вариант установки дополнительного оборудования с учётом фактически установленного. Данное техническое решение было одобрено и прорабатывалось совместно с ОАО «Институт «Энергосетьпроект» г. Москва.

При поддержке Сургутского государственного университета была воссоздана схема датчика контроля КС согласно описанию полезной модели к патенту компания ООО «УЗНТех», и установлена в ФПО который используется на объектах ПАО «Сургутнефтегаз», практически проверялась возможность фиксации датчиком увеличения тока в цепи.

В последующем компания ООО «УЗНТех» предоставила опытный образец датчика ёмкости КС, который был установлен в ФП, и в электротехнической лаборатории ЦБПО РНЭО ПАО «Сургутнефтегаз» было проверено, что установка датчика в схему ФП не влияет на контролируемые в рамках эксплуатации ВЧ тракта параметры и соответствует действующим нормам, что доказывает не только работоспособность данного устройства, но и возможность его применения.

Получено согласование на установку оборудования с владельцем линии электропередач 110 кВ ПАО «Транснефть» и согласование на изменение конструкции ФП от компании ООО «АББ». Также получена положительная оценка от проектного института ОАО «Инженерный центр энергетики Урала».

На сегодняшний день данное техническое решение управлением энергетики ПАО «Сургутнефтегаз» включено в задание на

проектирование объектов капитального ремонта 2020–2022 г. ПС 110/35/6 кВ «Лукьяновская» НГДУ «Нижнесортимскнефть» и ПС 110/35/6 кВ «Прометей» НГДУ «Лянторнефть».

Экономический эффект от внедрения системы мониторинга состояния КС на энергообъектах заключается в повышении надежности работы электрических сетей, сокращении затрат на ликвидацию аварий и проведению внепланового ремонта оборудования вследствие разрушения (взрыва) конденсатора связи на территории энергообъекта.

Что касается поврежденных КС, они не подлежат ремонту и необходима замена оборудования. В России существуют два производителя конденсаторов связи, это ООО «Серпуховский конденсаторный завод «КВАР» и ТОО «Усть-Каменогорский конденсаторный завод». Оба завода на сегодняшний день проработали и изменили конструкцию конденсаторов связи и предлагают конденсаторы связи взрывобезопасного исполнения. Взрывобезопасность конденсатора обеспечивается специально спроектированным и испытанным узлом взрывозащиты, вследствие этого конденсаторы обладают повышенной стойкостью к воздействиям энергий внутреннего короткого замыкания. В случае внутреннего короткого замыкания выходит из строя только конденсатор, при этом не происходит его разрушения и, как следствие, образования опасных осколков, выплесков жидкости, представляющих опасность для оборудования и персонала. Конденсаторы связи во взрывобезопасном исполнении пропитаны экологически безопасной диэлектрической жидкостью, которая при разрушении в отличие от маслонеполненных конденсаторов связи не воспламеняется. Для замены оборудования и установки на вновь вводимые

объекты предлагается использовать данные КС совместно с системой мониторинга состояния КС, предлагаемой компанией ООО «УЗНТех».

Список литературы

1. Андреев В.А., Портнов Э.Л., Кочановский Л.Н. Направляющие системы электросвязи: учебник для вузов. В 2-х т. Т. 2. Проектирование, строительство и техническая эксплуатация. М.: Горячая линия – Телеком, 2010. 424 с.
2. Скляр О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи. СПб.: Лань, 2010. 272 с.
3. Гроднев И.И., Гумеля А.Н., Климов М.А. Инженерно-технический справочник по электросвязи: Кабельные и воздушные линии связи. М.: Связь, 2013. 672 с.
4. Правила устройства электроустановок ПУЭ. 7-е изд. М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003. 330 с.
5. ГОСТ 15581-80 Конденсаторы связи и отбора мощности для линий электропередач. Технические условия (с Изменением № 1, 2). М.: Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам, 1991. 40 с.
6. Петин О.В. Испытание электрических аппаратов: учебное пособие. М.: Высшая школа, 2014. 216 с.
7. Акимов Н.Н., Вашуков Е.П., Прохоренко В.А. Резисторы, конденсаторы, трансформаторы, дроссели, коммутационные устройства РЭА. Справочник. Мн.: Беларусь – Москва, 1994. 591 с.
8. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: учебник для бакалавров. М.: Юрайт, 2015. 701 с.
9. Иньков Ю.М. Электротехника и электроника: учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования. М.: ИЦ Академия, 2013. 368 с.
10. Кузовкин В.А., Филатов В.В. Электротехника и электроника: учебник для бакалавров. М.: Юрайт, 2016. 431 с.
11. Соловьев Н.Н. Измерительная техника в проводной связи. М.: Связь, 2014. 718 с.
12. Решетов Е.В., Кальсин Н.В., Неплюев С.А. Датчик контроля конденсатора связи // Патент РФ № 2675248. Патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Уральский завод новых технологий». 2018. Бюл. № 35.
13. Решетов Е.В., Кальсин Н.В., Неплюев С.А. Система контроля состояния конденсаторов связи // Патент РФ № 2675250. Патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Уральский завод новых технологий». 2018. Бюл. № 35.

УДК 004.021:004.43

ПРИМЕНЕНИЕ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ C++ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ПО МАТЕМАТИКЕ

Ведерников Н.А., Бужинская Н.В.

Нижнетагильский государственный социально-педагогический институт, филиал ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», Нижний Тагил, e-mail: oloistcsgo@yandex.ru

Программирование является достаточно сложным для усвоения. Кроме того, часть учащихся не заинтересована в его изучении, несмотря на то, что задания по программированию включены в Единый государственный экзамен. Следовательно, учителю информатики необходимо найти методы для развития интереса учащихся к решению задач по программированию. Одним из способов реализации данной цели является демонстрация возможностей программных продуктов, разработанных с помощью языков программирования. Возможности языков программирования позволяют создавать электронные образовательные ресурсы соответственно методическим целям. В статье рассматривается вопрос разработки виртуальной лаборатории по математике с помощью высокоуровневого языка программирования C++. Область применения C++ позволяет создавать на нем драйверы, операционные системы, прикладные программы. Представленный в статье ресурс предназначен для построения графиков математических функций в зависимости от задаваемых параметров. Кроме того, ресурс позволяет увеличивать область построения графика для его более детального изучения и сохранить эту область в отдельном файле. Интерфейс виртуальной лаборатории был разработан в программе QT Designer. Его можно использовать для проведения уроков, как по математике, так и по информатике.

Ключевые слова: электронный образовательный ресурс, C++, математическая лаборатория, график функции, код, интерфейс

APPLICATION OF C ++ PROGRAMMING LANGUAGE FOR DEVELOPMENT OF ELECTRONIC EDUCATIONAL RESOURCES IN MATHEMATICS

Vedernikov N.A., Buzhinskaya N.V.

Nizhny Tagil State Socio-Pedagogical Institute (branch) FSAEI of HE «Russian State Vocational Pedagogical University», Nizhny Tagil, e-mail: oloistcsgo@yandex.ru

Programming is difficult enough to learn. In addition, some students are not interested in studying it, despite the fact that programming tasks are included in the Unified state exam. Therefore, a computer science teacher needs to find methods to develop students' interest in solving programming problems. One way to achieve this goal is to demonstrate the capabilities of software products developed using programming languages. Possibilities of programming languages allow to create electronic educational resources according to methodical purposes. The article deals with the development of a virtual laboratory in mathematics using a high-level C++ programming language. The scope of C++ allows you to create drivers, operating systems, applications on it. The resource presented in the article is intended for plotting mathematical functions depending on the specified parameters. In addition, the resource allows you to increase the area of plotting for its more detailed study and save this area in a separate file. The interface of the virtual laboratory was developed in QT Designer. It can be used for lessons, both in mathematics and computer science.

Keywords: electronic educational resource, C++, mathematical laboratory, function graph, code, interface

В настоящее время развитие информационно-коммуникационных технологий приводит к изменению роли учителя. Учащиеся получают большой объем информации из интернета, а учитель должен научить их методам и способам обработки, структурирования и анализа данных. Организация урока с помощью современных программных и/или технических средств всегда вызывает повышенный интерес обучающихся. В данной статье мы рассмотрим особенности разработки электронных образовательных ресурсов.

Под электронными образовательными ресурсами (ЭОР) понимаются документы, которые представлены в электронной форме и служат для реализации целей учебного процесса [1]. Электронные образовательные ресурсы являются важнейшим компонентом цифрового образовательного пространства.

Выделяются различные классификации электронных образовательных ресурсов. Они могут быть разделены по целевому назначению (для учителя, учащихся, родителей), по типу решаемых задач (для контроля знаний, объяснения нового материала, организации досуга), по тематике, индивидуальным характеристикам обучаемых, по характеру предоставления информации и т.д. При этом интернет предоставляет свободный доступ к большому количеству электронных образовательных ресурсов, разработанных другими педагогами. В этом случае задачей учителя является грамотный отбор таких электронных образовательных ресурсов и их адаптация под собственную методику. Кроме того, при использовании готовых ЭОР следует помнить об авторских правах разработчика.

Отметим, что, на наш взгляд, наибольшую методическую значимость приобретают электронные образовательные ресурсы, которые могут одновременно выступать и средством обучения, и предметом исследования. В этом случае разработка электронного образовательного ресурса является достаточно трудоемким процессом и требует дополнительных временных затрат для учителя. Например, к таким электронным образовательным ресурсам можно отнести программные продукты, разработанные с помощью языков программирования. В этом случае учитель может использовать разработанный программный продукт как для реализации функций урока, так и для демонстрации возможностей того или иного языка программирования.

Кроме того, решение многих задач по программированию предполагает наличие минимально необходимой суммы математических знаний и умений. На протяжении долгого времени между специалистами IT-сферы ведется спор, какую роль математика играет в программировании. В настоящее время ответ может быть однозначным. Развитие искусственного интеллекта, изучение нейронных сетей, разработка криптографических методов свидетельствует о том, что знания математики необходимы для анализа информации, прогнозирования и решения задач. Поэтому возникает необходимость показать учащимся важность математики в программировании [2].

Материалы и методы исследования

Для решения данной задачи нами был разработан электронный образовательный ресурс по математике «Математическая лаборатория».

Процесс разработки данного ресурса занял три месяца. В таблице представлены основные этапы разработки и продолжи-

тельность каждого из них. Одним из самых важных и длительных этапов являются изучение требований к данному ресурсу, изучение средств разработки и непосредственно сам этап разработки.

К основным рискам, которые могли повлиять на сроки реализации и качество проекта, можно отнести:

- дополнительные затраты времени на повышение уровня знаний в области математики;

- трудности с разработкой лаборатории на языке C++;

- необходимость учета индивидуальных особенностей учащихся 9–11 классов при разработке ресурса.

Для определения функционала данного ресурса был проведен опрос учащихся 9-го класса МОУ СОШ № 80 г. Нижнего Тагила. Им был задан вопрос: «Какая из тем математики вызывает у вас наибольшие затруднения?». Ответы респондентов представлены на рис. 1.

Как показывают результаты опроса, наибольшие затруднения у учащихся вызывают темы «Числовые функции» и «Элементы теории тригонометрических функций». Таким образом, было принято решение разработать электронный образовательный ресурс, который позволяет работать с графиками тригонометрических функций – строить их в зависимости от задаваемых параметров, изменять интервал, устанавливать цвет и толщину линий. Разработка подобного ресурса позволит решить две важнейшие задачи:

- продемонстрировать возможности программирования для реализации проектов;

- показать работу с графиками функции.

Для более детального определения функционала данного продукта была построена диаграмма прецедентов, представленная на рис. 2.

Таблица 1

Этапы разработки проекта

№ п/п	Этап реализации	Начальная дата	Конечная дата	Продолжительность этапа
1	Определение требований к программному продукту	20.10.2018	28.10.2018	8
2	Анализ результатов опросов	22.10.2018	23.10.2018	1
3	Определение функционала программного продукта	24.10.2018	30.10.2018	6
4	Выбор средств для разработки программного продукта	31.10.2018	05.11.2018	5
5	Изучение средств разработки программного продукта	25.10.2018	10.11.2018	16
6	Проектирование пользовательского интерфейса	25.10.2018	27.10.2018	2
7	Разработка программного продукта	27.10.2018	25.11.2018	29
8	Тестирование программного продукта	27.10.2018	05.11.2018	9
9	Анализ результатов тестирования	05.11.2018	10.11.2018	5
10	Внедрение программного продукта в деятельность ОУ	25.10.2018	10.11.2018	16
11	Анализ результатов применения программного продукта	28.11.2018	29.11.2018	1

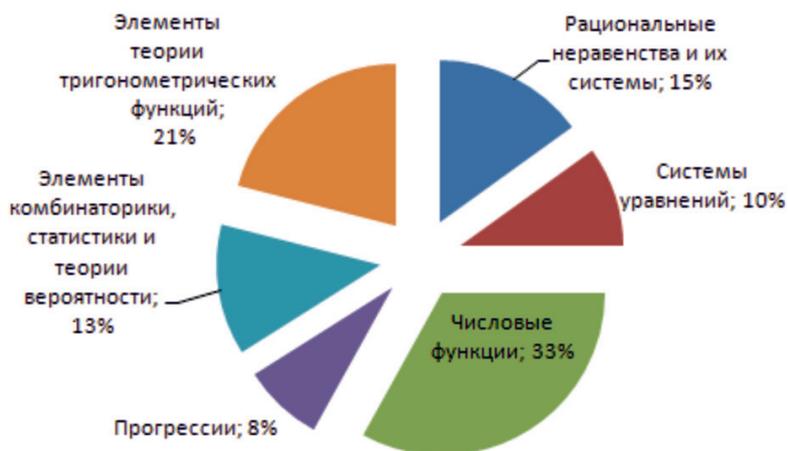


Рис. 1. Результаты опроса учащихся



Рис. 2. Диаграмма прецедентов, отражающая требования к лаборатории

Учащийся (пользователь) может выбрать функцию для более детального изучения, а затем построить график функции в заданной плоскости. Важной особенностью данного ресурса является возможность сохранения построенного графика и/или выделения его отдельного фрагмента.

Для разработки лаборатории использовался язык программирования C++. Выбор данного языка объясняется возможностью использовать объектно-ориентированный подход, писать обобщенный код с помощью шаблонов, достаточно простой обработки ошибок за счет исключений.

Визуальная составляющая была разработана в программе *QtDesigner* – инструменте для проектирования и создания графических пользовательских интерфейсов (GUI) из компонентов Qt [3–5].

Рассмотрим принцип работы лаборатории. Чтобы начертить график, необходимо задать параметры начального и конечного значений плоскости, на которой будет начертан сам график. После нужно выбрать функцию, которую нужно начертить, и нажать на кнопку «Нарисовать». На рис. 3 представлен интерфейс приложения, в листингах 1, 2 – программная реализация.

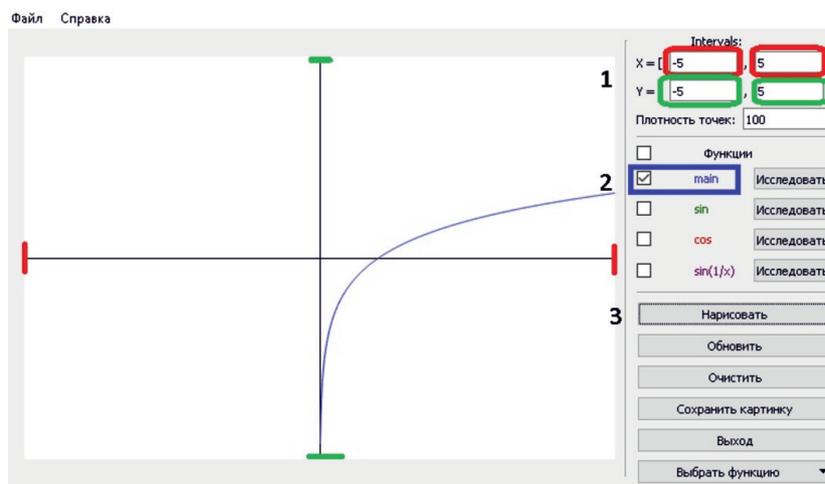


Рис. 3. Интерфейс виртуальной лаборатории

При нажатии кнопки «Нарисовать» в функции `MainWindow::on_draw_clicked()` срабатывает несколько инкапсулированных функций, необходимых для работы лаборатории.

1. Функция `void MainWindow::getData();` // собирает всю информацию, которая была введена пользователем.

Листинг 1

```
leftX = ui->inputLeftX->text().toDouble();
leftX_af = ui->inputLeftX->text().toDouble();
rightX = ui->inputRightX->text().toDouble();
rightX_af = ui->inputRightX->text().toDouble();
leftY = ui->inputLeftY->text().toDouble();
leftY_af = ui->inputLeftY->text().toDouble();
rightY = ui->inputRightY->text().toDouble();
rightY_af = ui->inputRightY->text().toDouble();
step = 1.0/ui->inputAccuracy->text().toDouble();
```

2. Функция `void MainWindow::recountPixels();` // определяет размер одного пикселя внутри программы.

Листинг 2

```
onePixelX = 540.0/(rightX - leftX);
onePixelY = 370.0/(rightY - leftY);
Ox = fabs(leftX); Oy = rightY;
onePixelX_af = 540/(rightX_af - leftX_af);
onePixelY_af = 370/(rightY_af - leftY_af);
Ox_af = fabs(leftX_af); Oy_af = rightY_af;
```

3. Функция `void MainWindow::drawGraph();` // непосредственно рисует сам график по тем данным, которые ранее определили предыдущие вызванные функции.

Кроме того, программа позволяет строить сразу несколько графиков функций (рис. 4).

При нажатии кнопки «Нарисовать» в функции `MainWindow::on_draw_clicked()` срабатывает несколько инкапсулированных функций:

– `void MainWindow::getData();` // собирает всю информацию, которая была введена пользователем;

– `void MainWindow::recountPixels();` // определяет размер одного пикселя внутри программы;

– `void MainWindow::drawGraph();` // непосредственно рисует сам график по тем данным, которые ранее определили предыдущие вызванные функции.

При нажатии кнопки «Очистить» срабатывает метод `void MainWindow::on_clear_clicked()`. Данный метод вызывает в себе внутренние функции:

– `void MainWindow::clearData();` // обнуляет все переменные

– `void MainWindow::drawGraph(false);` // с данным параметром метод не будет рисовать графики, а оставит только координатную плоскость.

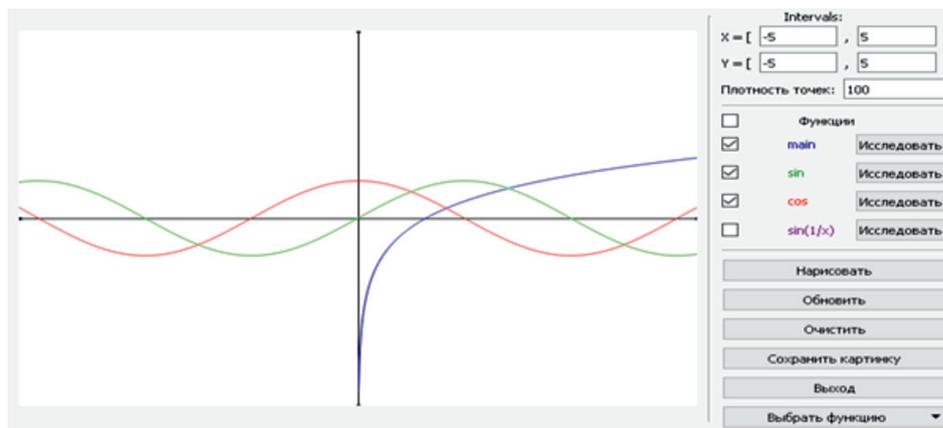


Рис. 4. Построение нескольких графиков функций

Кнопка «Сохранить картинку» сохраняет изображение графика в заранее установленном месте. Классы *QTime* и *QDate* хранят в себе время и дату в реальном времени соответственно. *QString::number()* конвертирует числовые значения в строковые. Когда объект времени методом *void QTime::hour()* возвращает значение часа в числовом типе данных, то данный строковый метод превращает его в строку. Эту строку можно конкатенировать с общей строкой, которая затем присваивается объекту типа *QMessageBox*. Если же значение времени не двухзначное, то перед ним ещё добавляется «0». Реализация представлена в листинге 4.

Листинг 4

```
void MainWindow::on_save_clicked()
{
    QTime time = QTime::currentTime();
    QDate date = QDate::currentDate();
    QString name;
    if(date.day() < 10)
        name += "0";
    name += QString::number(date.day()) + ".";
    if(date.month() < 10)
        name += "0";
    name += QString::number(date.month()) + ".";
    name += QString::number(date.year()) + "_";
    if(time.hour() < 10)
        name += "0";
    name += QString::number(time.hour()) + "-";
    if(time.minute() < 10)
        name += "0";
    name += QString::number(time.minute()) + "-";
    if(time.second() < 10)
        name += "0";
    name += QString::number(time.second());
    QFile file(name + ".png");
    qDebug() << name;
    file.open(QIODevice::WriteOnly);
    QMessageBox msgBox;
    msgBox.setStandardButtons(QMessageBox::Ok);
    if(ui->outputGraph->pixmap()->save(&file, "PNG")) {
        msgBox.setText(«Saved to program folder with name: "+name+".png");
        msgBox.setWindowTitle("Saved!");
    }
    else {
        msgBox.setText(«Error saving.");
        msgBox.setWindowTitle("Error!");
    } msgBox.exec();
}
```

Чтобы начертить график функции в дополнительной секции, нужно его выбрать из списка и задать значения. Перед каждой строчкой нужно нажать кнопку «Set», чтобы значения передать переменным.

Результаты исследования и их обсуждение

Разработанный программный ресурс позволяет решать две важнейшие задачи. Во-первых, он может использоваться на уроках математики для объяснения нового материала по теме «Графики математических функций», а во-вторых – для ознакомления с возможностями языка программирования C++.

Язык C++ может использоваться не только для начального изучения основ программирования, но и для разработки программных продуктов. Однако для разработки графического интерфейса необходимо использовать дополнительные средства. В нашем случае разработка осуществлялась с помощью программы *QtDesigner*. Это достаточно сложный и трудоемкий процесс, который может занять больше времени, чем разработка продуктов с помощью компонентов Microsoft Visual Studio. Разработанная виртуальная лаборатория по математике имеет достаточно большой вес. Кроме того, при тестировании работы программы на ОС Windows 10 были выявлены проблемы совместимости.

Отметим, что возможности виртуальной лаборатории были продемонстрированы учащимся 8-го класса во время объяснения материала по теме «Основные алгоритмические конструкции». Учащиеся интересовались возможностями языка программирования C++ и историей его создания, местом C++ в рейтинге языков программирования,

достоинствами и недостатками C++ по сравнению с C#. Отдельному обсуждению был посвящен вопрос о выборе языка программирования для решения задач на Едином государственном экзамене.

В дальнейшем планируется добавить в данный ресурс вкладку «Исследование функции» и протестировать его во время проведения интегрированного урока по математике и информатике в 10 классе.

Выводы

Электронные образовательные ресурсы могут выполнять различные функции в учебном процессе. С их помощью учитель может объяснять новый материал, контролировать ход выполнения заданий учащимися, определять их уровень знаний и умений. Наибольшую методическую ценность имеют ЭОР, разработанные в программных средствах или посредством языков программирования, которые изучают учащиеся. В этом случае они являются непосредственной демонстрацией возможностей данных средств и направлены на развитие познавательного интереса к их изучению.

Список литературы

1. Бужинская Н.В. Игровые методы в подготовке IT-специалистов // Наука и перспективы. 2018. № 1. С. 8–14.
2. Андрианова А.А. Алгоритмизация и программирование. Практикум: учеб. пособие. СПб: Лань, 2019. 240 с.
3. Рудаков А.В. Технология разработки программных продуктов: учебное пособие для студентов среднего профессионального образования. М.: Издательский центр «Академия», 2007. 208 с.
4. Шлее М.Ш. Qt 5.10. Профессиональное программирование на C++. СПб.: БХВ-Петербург, 2018. 1072 с.
5. Qt Designer Manual [Электронный ресурс]. URL: <https://doc.qt.io/qt-5/qt designer-manual.html> (дата обращения: 10.04.2019).

УДК 004.056.3

МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ КРИПТОКОШЕЛЬКА С ПОМОЩЬЮ SEED-ФРАЗЫ

Карачун М.А., Бессонов А.В., Черкесова Л.В., Короченцев Д.А., Поркшеян В.М.

*ФГБОУ ВПО «Донской государственной технической университет»,
Ростов-на-Дону, e-mail: karachun.m@mail.ru*

Статья посвящена обзору технологии восстановления криптокошелька с помощью специальных «seed-фраз», а также её реализации на языке JavaScript. Актуальность статьи обосновывается нарастающими темпами развития и применения криптовалют в сфере экономики, а также сложностью освоения всех принципов работы с данной валютой для рядового пользователя. В ходе работы авторы рассматривают существующие меры безопасности, необходимые для защиты криптокошельков от угроз утери, хищения в случае взлома, либо потери аутентификационных данных. Учитывая все особенности работы криптовалют, а также механизм их оборота и хранения, становится ясным, что необходима разработка специальных мер и алгоритмов для обеспечения целостности и сохранности средств пользователей данной цифровой валюты. Основное содержание исследования составляет анализ алгоритма формирования «seed-фраз» из уже имеющихся алгоритмов генерации ключей и его применение на примере существующего криптокошелька с полным восстановлением всех транзакций. Выделяются и описываются характерные особенности взаимодействия с данной технологией как от лица пользователя, так и от лица разработчика. К главным достоинствам данного метода относятся: безопасность, простота в использовании и интеграции, кроссплатформенность.

Ключевые слова: криптовалюта, криптокошелек, меры безопасности, seed-фраза, мастер-ключ

THE METHOD OF RESTORING A CRYPTOWALLET USING A SEED PHRASE

Karachun M.A., Bessonov A.V., Cherkesova L.V., Korochentsev D.A., Porksheyan V.M.

Don State Technical University, Rostov-on-Don, e-mail: karachun.m@mail.ru

The article is devoted to the review of the recovery technology of the cryptowallet with the help of special «seed-phrases», as well as its implementation in the JavaScript language. The relevance of the article is justified by the growing pace of development and use of cryptocurrency in the economic sphere, as well as the complexity of mastering all the principles of working with this currency for the average user. In the course of the work, the authors examine the existing security measures, which are necessary to protect the cryptographic wallet from threats of loss or theft in the event of hacking or loss of authentication data. Taking into account all the features of the operation of cryptocurrencies, as well as the mechanism of their circulation and storage, it becomes clear that the development of special measures and algorithms is necessary to ensure the integrity and security of the users of this digital currency. The main content of the study is an analysis of the algorithm for the formation of “seed-phrases” of the already existing key generation algorithms and its application using the example of an existing cryptowallet with full recovery of all transactions. Characteristic features of interaction with this technology both on behalf of the user and on behalf of the developer are identified and described. The main advantages of this method are: security, ease of use and integration, cross-platform.

Keywords: cryptocurrency, cryptocurrency wallet, safety measures, seed phrase, master key

Криптовалюты всё более нарастающим темпом занимают важную позицию как элемент финансовой системы современного мира. Но вместе с масштабами их использования и оборота, растут и риски, связанные с их кражей, уничтожением и потерей. Криптоналичность не имеет никаких воплощений, и её невозможно хранить в сейфе или в другом укромном месте – криптокоды существуют только в памяти жестких дисков. С одной стороны, без вашего пароля доступ к таким деньгам не может получить никто, что исключает возможные кражи [1]. В то же время потеря пароля или самого жесткого диска приведет к потере ваших финансовых средств. Ввиду этих обстоятельств необходима разработка и внедрение специальных методов защиты, позволяющих обеспечить их безопасность и сохранность при проведении операций и хранении.

Многие меры защиты, используемые для криптовалют, схожи с мерами, применяемыми для защиты аккаунтов на сайтах, приложениях, например: двухфакторная авторизация, использование длинных и сложных паролей, хранение паролей на бумажном носителе, использование разных паролей для разных кошельков. Но есть и специфичные меры, к которым относят: создание backup сервера для хранения и восстановления кошелька, хранение кошелька в офлайн-режиме, использование отдельных специально предназначенных аппаратных средств для проведения транзакций [2].

Из написанного выше следует, что ввиду высоких рисков потери или кражи криптовалюты изучение методов защиты криптокошельков является необходимым условием для их полноценного и уверенного использования.

В данной статье будет рассмотрен метод восстановления криптокошелька с помощью seed-фразы (seed-ключа). Seed-фраза представляет собой последовательность из 12 (или другого количества, в зависимости от реализации) английских слов. Главным достоинством метода восстановления с помощью seed-фразы является простота использования и высокая надежность, так как seed-фраза дает возможность сгенерировать в любой момент времени криптокошелек, который по своей сути является последовательностью закрытых ключей, длиной 256 бит каждый. Пример приватного ключа в формате WIF: 5J3mBbAN58CrQ3Y5RNjPpUK. Из него генерируется открытый ключ длиной 512 бит. Затем от открытого ключа вычисляется хэш. Данный хэш является bitcoin адресом, вы можете сообщить его любому желающему перевести вам криптовалюту. Пример bitcoin адреса: 1CiBY4gUTcHxjELDLcds59pjMy2aoNP4fy.

Цель исследования: изучение seed-фраз и их реализация на языке JavaScript.

В процессе достижения поставленной цели авторами были сформулированы и успешно решены следующие задачи: реализация seed-ключа, восстановление кошелька с помощью seed-ключа.

Материалы и методы исследования

Большинство криптокошельков имеют встроенную опцию для восстановления. Восстановление происходит следующим образом: кошелек генерирует пользователю набор случайных английских слов, зачастую их 12, иногда 18 или 24. Пример такой последовательности слов: «happy radiance january light day swine mirror paper shirt screen yellow table». На первый взгляд такая цепочка представляет собой бессмысленный набор случайных слов, но на самом деле она является ключом к восстановлению кошелька вне зависимости от количества транзакций либо средств, хранящихся на нём [3].

Сам же seed-ключ можно хранить на любом виде носителей информации: листок бумаги, гравировка на металле, хранить в памяти. Самым важным условием будет являться то, что нужно обеспечить доступность и сохранность самого носителя, тогда можно не беспокоиться о сохранности своих денег в случае пожара, вывода оборудования из строя и каких-либо других происшествий.

В принципе для использования кошелька будет достаточно одной лишь seed-фразы, так как кошелек можно будет восстановить в любой точке мира, лишь бы имелся доступ к сети Интернет.

Восстановление кошелька происходит довольно просто: загружается программа-кошелек с поддержкой данной технологии. Список подходящих кошельков довольно широкий, так как сама технология является распространенной. Примеры таких кошельков: Airbitz, Bither, BreadWallet, Coin.Space, Coinomi, CoPay, Electrum, Exodus, GreenAddress, Jaxx, Ledger, MultiBit, Mycelium, Simple Bitcoin Wallet, Trezor. Большинство из этих кошельков потребуют создания seed-ключа перед открытием первого кошелька. В некоторых из них необходимо искать эту опцию самостоятельно.

Сам seed-ключ не дает полного представления о кошельке и его содержимом. Существует криптографическая процедура, которая называется «иерархически детерминированный кошелек». Она переводит seed-ключ в Мастер-ключ, из которого все остальные ключи развёртываются в «детерминистическом» порядке. Так как seed-ключ является математически генерируемой детерминированной последовательностью [4], то он работает независимо от типа кошелька. Единственная проблема состоит в том, что существует два типа стандартов. В то время как ключевая фраза (seed) и Мастер-ключ одинаково стандартизированы, существует два широко применяемых алгоритма восстановления ключей и адреса кошелька, они называются BIP32 и BIP44. Так что, если бы seed был создан, используя кошелек с поддержкой BIP44, вроде Bither, то при попытке восстановления его при помощи кошелька с BIP32, типа Electrum, будет открыт пустой кошелек. Поэтому важно знать, какой кошелек подходит для восстановления из вашей seed-фразы. Кошельки с соответствующими им алгоритмами представлены в таблице.

Применяемые алгоритмы генерации seed-фраз в кошельках

Кошелек	BIP32	BIP44
AirBitz	x	
BreadWallet	x	
Coin.Space	x	
CoPay		x
Electrum	x	
Exodus		x
Jaxx		x
Ledger		x
MultiBit	x	x
Trezor		x

Помимо этого, существует несколько реализаций метода. Например, некоторые кошельки вроде Ledger используют фразу

из 24 слов, тогда как другие, вроде Exodus, будут использовать SEED из 12 слов. SEED из 12 слов несовместим с кошельком, поддерживающим SEED из 24 слов. Также не все кошельки используют и понимают тот же словарный набор, а у некоторых отсутствует правильная реализация путей развёртывания; например Exodus может восстановить лишь первые 4 адреса, созданные с помощью Мастер-ключа, а на Coin.Space нет возможности восстановить адреса, созданные при помощи другого кошелька, и так далее.

Существует двухфакторная генерация seed-фраз. Она заключается в использовании последовательности из 13/25 слов, причем последнее из них создается самим пользователем в качестве пароля. Некоторые кошельки используют собственные дополнительные реализации алгоритма генерации seed-ключа, другие используют стандарт BIP39 для его расширения. Но важно понимать, что при потере слова-пароля восстановление кошелька уже не представляется возможным.

Чтобы осознать принцип работы ключевой фразы, нужно больше знать о том, как хранятся криптовалюты. Монеты получают при помощи адреса. Этот адрес образуется из публичных ключей, а они, в свою очередь, образуются из приватных ключей. Таким образом, сначала кошелёк сгенерирует приватный ключ, затем он разворачивает публичный ключ, а потом он трансформирует публичный ключ в адрес.

Очень простой способ сохранить монеты – просто записать или сохранить приватный ключ в зашифрованный файл. Приватный ключ похож на случайный набор цифр и букв: L3GrBerZZXtTDcAVNiULbN84UVGjX7ezypSCsYYroBDdQDKX1E53.

Для улучшения приватности и большей сохранности от коллизий большинство про-

двинутых кошельков создают новый адрес при проведении транзакции. В таком случае, чтобы сделать бэкап средств, пришлось бы сохранять приватные ключи каждый раз, когда создаётся новая транзакция.

В связи с этой проблемой, в 2012 г. один из разработчиков «Bitcoin» Питер Вуйле написал функцию, названную «Иерархически Детерминированные Кошельки», известную как BIP32. Он разработал математику, позволяющую создавать Мастер-ключ, из которого все остальные приватные ключи могут быть развёрнуты в предопределённом порядке [5]. То есть, если у нас есть Мастер-ключ A, то из него можно получить ключи a, b, c, d, и так далее, именно в таком порядке. Метод Питера Вуйле основан на криптографии с открытым ключом и эллиптических кривых. Разработчики, которые пришли позднее, например Марек Палатинус, из чешского Биткойн-стартапа Satoshi Labs, разработали инструменты для разворачивания Мастер-ключа из seed в 12 или 24 слова (BIP39), а также инструменты для создания ключей с поддержкой нескольких аккаунтов (BIP44), что будет означать, что Мастер-ключ A производит аккаунты a, b, c и так далее, что является фундаментальной функцией кошельков, направленной на защиту пользовательской анонимности в условиях интенсивного сбора данных с блокчейна.

Рассмотрим пример работы алгоритма генерации seed-фразы. Первым делом вводятся публичный и частные ключи, а также вся дополнительная информация о кошельке (аккаунте), которая предоставляется либо пользователем, либо платежным сервисом. Далее, на основе этой информации при помощи алгоритма BIP39 формируется seed в base64 формате, который преобразуется в последовательность из 12 слов, как показано на рис. 1 и в листинге 1.

BIP39 Mnemonic	lunch globe destroy first maid during ritual obvious wreck priority banner hour
BIP39 Passphrase (optional)	
BIP39 Seed	9c72e4858935e9638595e5c3159c8b3e65c777ece9db6d64c81bdc0b2dfabd8e41542131dc9bce294fe170799e5796a7e5030cdeb0112df4635
Coin	BTC - Bitcoin
BIP32 Root Key	xprv9s21ZrQH143K2EVK3mPSa65RrywDv6GqR7aCxPsU8MQQc26ZmbdNcfo6BXCZ89MHXJoZ4ZkpnkNm1KhYiYnXoUubpcPVRZ

Рис. 1. Генерация мнемонической последовательности

Листинг 1

```
function mneumonToSeed(mnemonic, pass) {
  return new Promise((resolve, reject) => {
    try {
      const mneumonBuff = Buffer.from((mnemonic || '').normalize('NFKD'), 'utf8');
      const saltBuff = Buffer.from(salt((password || '').normalize('NFKD')), 'utf8');
      pbkdf2.pbkdf2(mneumonBuff, saltBuff, 2048, 64, 'sha512', (err, data) => {
        if (err)
          return reject(err);
        else
          return resolve(data);
      });
    }
    catch (error) {
      return reject(error);
    }
  });
}
```

Из этой последовательности можно получить ключ ВІР32, по которому можно будет полностью восстановить кошелек, как показано на рис. 2 и в листинге 2.

BIP32 Extended Key

Key Info **Bitcoin Master Private Key**

Version	0488ade4 (Bitcoin Mainnet private key)
Depth	0
Parent Fingerprint	00000000
Child Index	0
Chain Code	118bb2219bb1e9becf5342ccc55643f451a33ab4f3c37eea9b916d5cc2a59ba1
Key	948521256713d6c05c5757cd37bee2379ff15d2755e872cc0291c87c76042e30

Рис. 2. Воссоздание ВІР32-ключа

Листинг 2

```
function fromSeed(seed, netw) {
  typeforce(typeforce.Buffer, seed);
  netw = netw || BITCOIN;
  const I = crpt.hmacSHA512(Buffer.from('Bitcoin seed', 'utf8'), seed);
  const ILEFT = I.slice(0, 32);
  const IRIGHT = I.slice(32);
  return fromPrivKey(ILEFT, IRIGHT, network);
}
```

Все операции кошелька также сохраняются в данном ключе, как можно увидеть на рис. 3.

Path	Address	Private Key
m/44'/0'/0'/0	ikZ25f8ic3oua5Cdx4nPYcCauGnqCcTU8J	PhDF6UeU4Dud9fwKUwV4BVqAxPVWPIEbZPosbeyYNWUG4HfTSQLH
m/44'/0'/0'/1	iXbpMqtCfSkPsFviUXBHfJr9mD8puNvCsJ	PkmWwnPY9Gag2eJUQnMU9Nwfb3ICBYUgyL1fLMYnJf1GgEYcV6M
m/44'/0'/0'/2	ihJVRqbjKRygsBwTZFd2gpd26x8dNpfsi	PmWBRvuEitZFE4Jy88qwsRGyHhaqForWY78PYesU3JP9MxGWpYcN
m/44'/0'/0'/3	icanzq8jQNY9BY8ptjWQKa7EkaxFNfj4kj	Pjwpa8padA5P8xEb6UjvaGEAyHH3EYmX5sisCsUy6wFQEpy4kPq7

Рис. 3. Список транзакций, полученный из ВІР32-ключа

Результаты исследования и их обсуждение

Отметим достоинства приведенной выше реализации метода:

1. Безопасность – так как в основе метода лежит криптография с открытым ключом на эллиптических кривых, то при наличии открытого ключа злоумышленник не сможет найти соответствующий закрытый ключ более эффективно, чем путем решения проблемы дискретного логарифма на эллиптических кривых (предполагается, что потребуется 2^{128} операций над точками эллиптической кривой) [6, 7]. Также возможность хранения кошелька в виде seed-фразы позволяет свести защиту своей криптовалюты к обеспечению конфиденциальности последовательности из двенадцати слов.

2. Простота использования для пользователя, которому необходимо только запустить программу. Та в свою очередь сгенерирует кошелек и соответствующую ему seed-фразу, которую пользователь в дальнейшем может хранить как ему удобно (например, записать на бумаге или запомнить).

3. Кроссплатформенность – написанный на JavaScript код можно запустить на любом компьютере с установленным современным браузером.

4. Простота внедрения данного метода в любое программное средство для работы с криптовалютой.

Заключение

В итоге можно сделать вывод, что данный алгоритм позволяет пользователю хранить свой кошелек в виде последовательности из нескольких слов, из которых он

гарантированно может восстановить кошелек в полной целостности. От пользователя требуется только лишь обеспечить необходимые меры по защите seed-фразы от преднамеренной кражи и случайной утери, тогда он будет обладать мощным механизмом по защите своего криптокошелька. В статье также была показана реализация метода генерации кошелька с использованием seed-фразы, которая обеспечивает необходимую безопасность, простоту использования и внедрения, а также является кроссплатформенной.

Список литературы

1. Nakamoto S. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. 2009. [Electronic resource]. URL: <http://bitcoin.org/bitcoin.pdf> (date of access: 25.05.2019).
2. Mauro Conti, Sandeep Kumar E., Chhagan Lal, Sushmita Ruj. A Survey on Security and Privacy Issues of Bitcoin. IEEE Communications Surveys & Tutorials. 2018. vol. 20. no. 4. P. 3416–3452. DOI: 10.1109/COMST.2018.2842460.
3. Mukhopadhyay U., Skjellum A., Hambolu O., Oakley J., Yu L., Brooks R. A brief survey of cryptocurrency systems. 14th Annual Conference on Privacy, Security and Trust (PST) (Auckland, New Zealand, 12–14 December 2016). DOI: 10.1109/PST.2016.7906988.
4. Khovratovich D., Jason Law. BIP32-Ed25519 Hierarchical Deterministic Keys over a Non-linear Keyspace // IEEE European Symposium on Security and Privacy Workshops (EuroS&PW) (Paris, France, 26–28 April 2017). DOI: 10.1109/EuroSPW.2017.47.
5. Pieter Wuille. BIP 32: Hierarchical deterministic wallets. 2012. [Electronic resource]. URL: <https://github.com/bitcoin/bips/blob/master/bip-0032.mediawiki> (date of access: 25.05.2019).
6. Жданов О.Н., Чалкин В.А. Эллиптические кривые: Основы теории и криптографические приложения. М.: «ЛИБРОКОМ», 2012. 193 с.
7. Болотов А.А., Гашков С.Б., Фролов А.Б. Элементарное введение в эллиптическую криптографию // Протоколы криптографии на эллиптических кривых. М.: «КомКнига», 2012. 306 с.

ПРОГРАММА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УЧЕТА ДВИЖЕНИЯ ДОКУМЕНТОВ

Рихтер Т.В., Бушкова Т.М.

Пермский государственный национальный исследовательский университет, филиал, Соликамск, e-mail: tatyandarikhter@mail.ru

В статье выделены следующие виды систем автоматизации: автоматизированные системы планирования, автоматизированные системы научных исследований, системы автоматизированного проектирования, автоматизированные экспериментальные комплексы, гибкие автоматизированные производства, автоматизированные системы управления технологическими процессами, автоматизированные системы управления эксплуатацией, системы автоматического управления. Выявлены предпосылки и возможности электронного документооборота. В результате проведения анализа систем автоматизации электронного документооборота создана программа «ВИЗА». Программное обеспечение разработано на базе пакета MicrosoftOffice 2010 (Access). В программе используются справочные таблицы («Договор», «Пользователи», «Компании») и таблицы работы с договорами («Контракт», «История», «Свойства»). Все таблицы связаны между собой по идентификационному номеру. Разработанная система доступа позволяет разграничить права доступа пользователей и не допустить потери информации, а также доступа к документам посторонних лиц. Имеется возможность проследить движение документа во время его подписания, предусмотрены отчеты. Программа прошла стадию тестирования на предприятии и успешно внедрена. Ввод разработанной программы в эксплуатацию позволил значительно увеличить производительность работы офисных сотрудников, поскольку заметно снизилось время на передачу документов. Таким образом, повысилась конкурентоспособность предприятия, а следовательно, и увеличились доходы организации.

Ключевые слова: системы автоматизации, электронный документооборот, автоматизированный учет движения документов, программа «ВИЗА», MicrosoftOffice 2010 (Access)

THE PROGRAM OF AUTOMATED ACCOUNT MOVEMENT DOCUMENTS

Rikhter T.V., Bushkova T.M.

Perm State University, branch, Solikamsk, e-mail: tatyandarikhter@mail.ru

The article outlines the following types of automation systems: automated planning systems, automated research systems, computer-aided design systems, automated experimental complexes, flexible automated production systems, automated process control systems, automated operational management systems, and automatic control systems. The prerequisites and possibilities of electronic document circulation are revealed. As a result of the analysis of the automation systems of electronic document management, the program «VISA» was created. The software has been developed on the basis of Microsoft Office 2010 (Access). The program uses reference tables («Contract», «Users», «Companies») and tables of work with contracts («Contract», «History», «Properties»). All tables are linked by identification number. The developed access system allows you to distinguish between user access rights and prevent loss of information, as well as access to documents of unauthorized persons. It is possible to trace the movement of the document at the time of its signing, reports are provided. The program has passed the testing stage at the enterprise and has been successfully implemented. Putting the developed program into operation allowed us to significantly increase the productivity of office workers, since the time required to transfer documents significantly decreased. Thus, increased competitiveness of the enterprise, and, consequently, increased the income of the organization.

Keywords: automation systems, electronic document flow, automated accounting of document movement, the program «VISA», Microsoft Office 2010 (Access)

Крупные производственные предприятия на сегодняшний день отличаются не только объемами производства, но и большим документооборотом. Ежедневно офисные сотрудники подписывают множество документов, договоров, спецификаций и др. Именно поэтому автоматизация документооборота на сегодняшний день стала не просто средством ускорения работы персонала, но и необходимостью в условиях конкуренции за клиента.

Большинство предприятий сталкивается с проблемами улучшения деятельности, связанной с управлением организации, к которым можно отнести процессы повышения контроля и ускорения бизнес-процессов, улучшения возможностей по их отслеживанию, оптимизации рабочего времени, экономии трудозатрат, регулярной упорядочен-

ной обработки документации, повышения производительности труда. Единственный способ реализации указанных задач заключается во внедрении различных автоматизированных систем.

Использование комплекса современных информационных технологий влияет на оптимизацию внутренних процессов организации, оперативное доведение информации до исполнителя, улучшение взаимодействия подразделения и отдельного исполнителя при работе с документами, контроле по их исполнению, поиск информации и определение стадий исполнения документов и их местонахождения.

Различные аспекты автоматизации учета движения документов рассмотрены в исследованиях О.А. Ефремовой, И.В. Калущкого, П.М. Керженцева, М.В. Кирсановой,

А.О. Колекиной, М.Т. Лихачева, О.П. Подолойной, Д.Р. Покровского, Л.В. Путькиной, А.Г. Спевакова, А.А. Чесноковой и др.

Документирование управленческой деятельности охватывает все процессы, относящиеся к записи (фиксации) на различных носителях и оформлению по установленным правилам информации, необходимой для осуществления управленческих действий [1, с. 3].

Автоматизация позволяет повысить производительность труда, улучшить качество продукции, оптимизировать процессы управления, отстранить человека от производств, опасных для здоровья [2].

Л.В. Путькина выделила следующие этапы процесса автоматизации документооборота: определение технического задания; выбор IT-решения; изучение бизнес-процессов предприятия; составление смет, календарных графиков, списков необходимых ресурсов, разработка общего плана работы; реализация (внедрение электронного документооборота); завершение (тестирование программы); ввод проекта в эксплуатацию (параллельные стратегии, скачок, запуск пилотного проекта, последовательная автоматизация); контроль за использованием системы [3].

Системы электронного документооборота (СЭД) строятся на взаимодействии разнообразных модулей, которые отвечают за определенные функции (работа с файлами, выполнение процедур и т.д.).

А.А. Чеснокова, И.В. Калущкий, А.Г. Спеваков выявили преимущества СЭД: постоянное сохранение в неизменном виде циркулирующих документов или файлов; категоризация и однозначное определение каждого пользователя, его прав и уровня доступа; защита информации от любого несанкционированного посягательства; однозначное определение полномочий, их приоритетность; доказательство подлинности всех данных, наличие ответственных лиц за их предоставление [4, с. 14].

Л.И. Ефремова и А.О. Колекина обозначили преимущества использования СЭД на предприятии: надежное резервное копирование, повышенная безопасность и контроль, упрощенное сотрудничество, своевременный доступ к данным, низкие затраты на архивирование, повышение эффективности управления документами, последовательное содержание, упрощенное управление задачами [5].

Цель исследования: разработать программу электронного документооборота.

Материалы и методы исследования

Ведущими методами исследования явились обобщение и анализ научных трудов

по теме исследования, описание и анализ возможностей разработанной программы автоматизированного учета движения документов на предприятии.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ литературы по теме исследования позволил выделить следующие виды автоматизированных систем: планирования, научных исследований, проектирования, экспериментальных комплексов, гибких производств, управления технологическими процессами, управления эксплуатацией.

Основной тенденцией развития систем автоматизации является создание системы, способной к выполнению заданных функций или процедур без вмешательства людей. К принципам организации автоматизации можно отнести специализацию, пропорциональность, параллельность, прямоточность, минимум перерыва, ритмичность, замену неквалифицированного монотонного труда, упрощение сложного производственного процесса заменами на множества простейших процессов.

Современный рынок программного обеспечения достаточно широко представлен системами по автоматизации документооборота и связанными с ними бизнес-процессами предприятий: ДЕЛЮ, DocsVision, Directum, 1С: Документооборот 8, ЕВФРАТ и т.д. Данные продукты имеют примерно одинаковый набор основных функций: регистрацию документа, маршрутизацию, формирование отчетов, контроль жизненного цикла и т.д. Однако наибольший интерес вызывают дополнительные возможности, такие как сервис ведения переговоров, управление процессом ведения клиентской базы и архива документов, ввод и распознавание документа.

Выявлены предпосылки для внедрения электронного документооборота:

- документы на бумажных носителях теряются;
- информация, содержащаяся в документах, может попасть в чужие руки;
- для оформления пакета документов тратится множество времени;
- расходуются ресурсы компьютерной техники для копирования и печати копий документов.

Внедрение электронного документооборота позволит:

- более слаженно организовать работу сотрудников;
- упростить работу с документами;
- обеспечить защиту информации от несанкционированного доступа;
- ускорить доступ к информации.

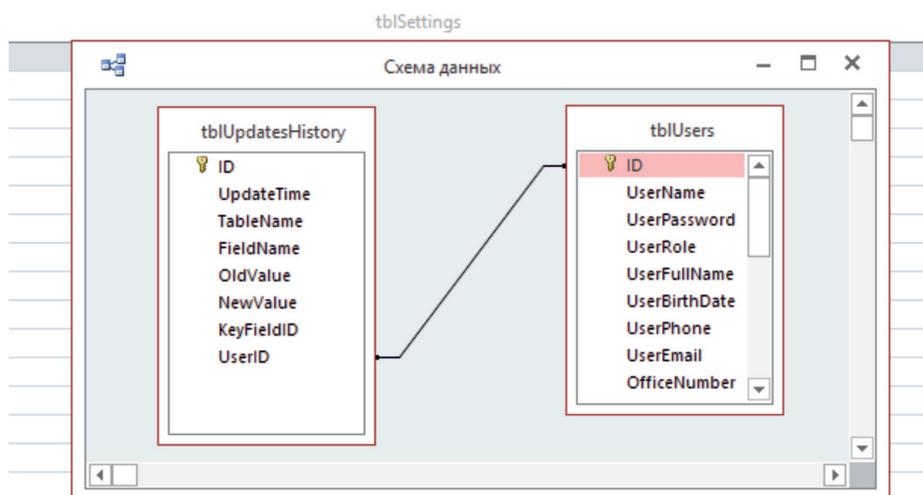


Рис. 1. Схема данных

Для разрешения существующих проблем разработана программа электронного документооборота «ВИЗА». Программное обеспечение разработано на базе пакета Microsoft Office 2010 (Access). В программе используется несколько справочных таблиц, таких как «Договор», «Пользователи», «Компании», а также таблицы работы с договорами: «Контракт», «История», «Свойства». Все таблицы связаны между собой по идентификационному номеру (рис. 1).

Для начала работы необходимо запустить ярлык. Далее появляется окно идентификации пользователя, в котором выбирается имя пользователя и вводится пароль. Такая система доступа в программе позволяет разграничить права доступа пользователей и не допустить потери информации, а также доступа к документам посторонних лиц (рис. 2).

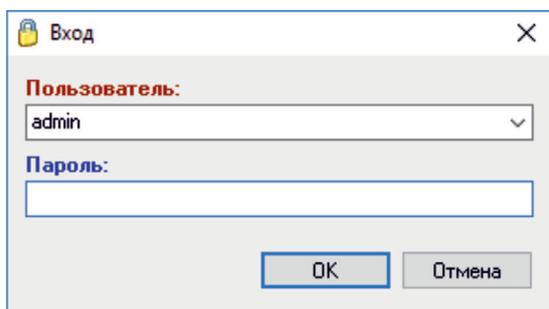


Рис. 2. Окно идентификации пользователя

Для администратора программы права доступа максимальные. Это значит, что он может видеть и редактировать все справоч-

ники и базу данных. Так, например, окно «Сотрудники» (рис. 3), в котором ведется учет сотрудников, хранится информация об именах пользователей, паролях, телефонах, должностях и т.д., недоступно для пользователей.

После ввода пароля для пользователей открывается главное окно программы, в котором отображается дерево папок по дате добавления в базу документов, а также список договоров в базе (рис. 4).

В поле «История выдачи» отображается фамилия сотрудника, который подписал документ, дата подписи и служба, в которой этой сотрудник работает. После того как сотрудник подписал документ, он передает его на подпись следующему сотруднику кнопкой «Добавить». После этого появляется окно передачи документа (рис. 5).

В открывшемся окне необходимо заполнить поля «Кому выдано», выбрав сотрудника из списка. Затем заполняются поля «Дата возврата» (если документ вернули на доработку) и «Заметки». «Код документа» проставляется автоматически. Пока документ находится на стадии подписания, он находится в статусе «Выполняется». Как только он прошел последнее подписание, статус меняется на «Исполнен». Это означает, что документ согласован/подписан.

Таким образом, можно проследить движение документа во время его подписания. Высшее руководство параллельно может отслеживать скорость движения документа и выяснять, по какой причине документ задержался у сотрудника.

Также программой предусмотрены отчеты. Например, можно вывести список документов со статусом «Выполняется» (рис. 6).

Дерево ID	ID	Логин	Пароль	ФИО	Телефон	Е-мэйл	Должность	Отдел	Начальник	Добавлено
1	67	ok	****	Андрей...	6-98	andrey...@stm.ru	специалист сметного отдела	ОКС	...	04.08.2010 14:49
3	80	ank-prod	****	Андрей...	52448	andrey...@stm.ru	начальник отдела продаж	Отдел продаж	...	08.04.2016 10:31
9	156	krp	****	Александр...	599, 1-67	alexandr...@stm.ru	начальник КРО	КРО	...	07.09.2010 11:35
12	16	ogmg	****	Байбалис...	6-44	ogmg...@stm.ru	зам.гл.механика	ОГМ	...	09.04.2010 14:39
13	226	akb	****	Байбалис...	2-62	akb...@stm.ru	зам.гл.механика	ОГМ	...	20.07.2010 15:00
14	169	mg16	****	Байбалис...	5-58	mg16...@stm.ru	зам.начальника цеха №16	...	...	24.06.2010 12:13
15	217	111ok	****	Белкин...	6-84	111ok...@stm.ru	экономист ОКОН	ОКО	...	19.08.2014 09:42
16	196	oko-belkina	****	Белкина...	3-86	oko-belkina...@stm.ru	экономист отдела контроля	ОКО	...	13.02.2016 08:40
17	57	abk-belk	****	Белкина...	7-41	abk-belk...@stm.ru	специалист по продажам	отдел продаж	...	02.08.2010 15:04
18	129	ok-suk	****	Белкин...	6-12	ok-suk...@stm.ru	и.о. начальника ОКС	ОКС	...	01.11.2012 12:36
20	114	ok-sukova	****	Белкина...	6-98	ok-sukova...@stm.ru	специалист сметного отдела	ОКС	...	19.03.2012 08:40
26	200	ok-sukova	****	Белкина...	6-13	ok-sukova...@stm.ru	инженер ОУСК	ОУСК	...	06.04.2016 12:08
29	79	ptov	****	Брагин...	4-68	ptov...@stm.ru	инженер ПТО	ПТО	...	31.08.2010 11:00
30	14	oks-buk	****	Бук...	6-98, 5-14-16	oks-buk...@stm.ru	начальник ПСБ	ОКС	...	20.07.2010 14:44
34	145	br	****	Брагин...	200	br...@stm.ru	инженер по транспорту	Транспортный	...	25.10.2013 11:16
35	186	ok-sukova	****	Белкина...	6-51	ok-sukova...@stm.ru	инженер по транспорту	ОУСК	...	08.06.2015 14:48
36	44	gag	****	Гайдар...	6-14	gag...@stm.ru	редактор газеты "Магистр"	редакция	...	27.07.2010 10:21
39	134	mg16	****	Витольд...	6-63 15	mg16...@stm.ru	начальник цеха 16	...	...	07.05.2013 16:29
40	206	mg16	****	Витольд...	3-94	mg16...@stm.ru	инженер метролог	...	...	06.10.2016 11:58
41	50	ok-sukova	****	Белкина...	5-20	ok-sukova...@stm.ru	ведущий специалист	ОД	...	28.07.2010 10:25
42	103	vyalkina	****	Вялькина...	750	vyalkina...@stm.ru	начальник танкозного бор.	танкозное бор.	...	22.07.2011 11:17
44	128	st	****	Старик...	5-26-95	st...@stm.ru	главный бухгалтер	...	...	30.10.2012 08:19
50	180	vsy	****	Вагарица...	7-50	vsy...@stm.ru	специалист по продажам	Отдел продаж	...	23.12.2014 15:33
51	177	ok-sukova	****	Белкина...	6-99	ok-sukova...@stm.ru	ведущий специалист отдела	...	...	21.11.2014 13:47

Рис. 3. Окно «Сотрудники»

Дерево: Дата регистрации	ID	Тип документа	Номер	Наименование	Тема	Предмет	Адрес	Сумма	Вал.	Дата	Исполн.	Отдел	Подразделение	Статус	Стр.	Иде
27.02.2019	15631	Спецификация	№ 30 к. Дого	ООО ПСК	продажа	калий гранулированный	г. Пермь		рубли	02.2019	ok-sukova	продаж	управление про.	соглас	2	
26.02.2019	15630	договор	1302-П/19	ООО ПСК	поставка ленты	поставка ленточных п	г. Москва		рубли	02.2019	ok-sukova	ОС	управление про.	соглас	2	
25.02.2019	15629	Спецификация	№ 2 к. Дого	ООО ПСК	продажа	калий хлористый гран	г. Азнакаево		рубли	02.2019	ok-sukova	продаж	управление про.	соглас	2	
22.02.2019	15628	Спецификация	№ 9 к. догов	ООО ПСК	продажа	калий хлорид	г. Москва		рубли	02.2019	ok-sukova	продаж	управление про.	соглас	2	
21.02.2019	15627	приложение	№11, 12	ООО ПСК	закупки	масло	г. Омск		рубли	02.2019	ok-sukova	ОС	управление про.	соглас	2	
20.02.2019	15626	Дополнительное со	б/н к. догов	ООО ПСК	предоставлен	изменение формы сот	190300 г. Сам		рубли	02.2019	ok-sukova	КРО	управление про.	соглас	2	
19.02.2019	15625	Положен	№ 10 к. догов	ООО ПСК	Исполнение	исполнение работ	Павлово	15030	руб	02.2019	ok-sukova	ПТО	тех. М. 1	соглас	2	

ID	Кому выдано	Дата выдачи	Дата возврата	Заметки	Код докум.	Служба
143890	Шест...	27.02.2019			15631	продаж

Рис. 4. Главное окно программы

Добавление в подч. таблицу "История выдачи"

Кому выдано:

Дата выдачи:

Дата возврата:

Заметки:

Код документа:

Служба:

Рис. 5. Окно передачи документа

ID	Тип документа	Номер	Наименование	Тема	Предмет	Адрес	Сумма...	Val...	Дата...	Исполн...	Отдел	Подразделение	Статус
9305	договор	08/83-2015	Поставка кварц	поставка кварц	кварцевая колонна	г. Гусь-Хруст	85550	RUR	10.2015	гусь-хруст	ПТО	цех№3	выполняется
9251	Договор	№ 10	ООО "Солликамск"	Оказание услуг	выполнение работ по	г.Соликамск	92420	руб	10.2015	гусь-хруст	Отдел С	Правовая служба	Выполняется
9239	Дополнительно		ИП Т.С.С.С.	Оказание услуг	Служба	г.Соликамск			09.2015	гусь-хруст	ОСХД	Правовая служба	Выполняется
9217	Спецификация	6	ООО "Солликамск"	реализация	поставка МГ90	г. Челябинск		рубли		гусь-хруст	продаж	управление прод.	выполняется
9214	договор	27-15	ОАО "Солликамск"	конструкторск	конструкторские работы	г. Березники	268547	RUR	09.2015	гусь-хруст	ПТО	цех №9	выполняется
9200	Договор		АО "Солликамск"	Оказание услуг	Служба	г.Соликамск			09.2015	гусь-хруст	Директ	Правовая служба	Выполняется
9191	приложение	дополнение	Требования к поставке	закупка неоди	неодим металлически	9330, Австри		USD	09.2015	гусь-хруст	Отдел С	Правовая служба	Выполняется
9162	Дополнительно		Управление "Солликамск"	Субсидия на ле		с. Токтуево,	16335,9	рубли	09.2015	гусь-хруст	служба	отдел снабжен	выполняется
9155	Приложение к	№ 2	ООО "Солликамск"	реализация	поставка МГ90	г. Соликамск		рубли		гусь-хруст	продаж	управление прод.	выполняется
9131	договор	6/н	ООО "Солликамск"	АЗС на ОАО С	топливо дизельное	г. Соликамск			08.2015	гусь-хруст		ОС	выполняется
9125	Договор постав	0360/102-15	ОАО "Солликамск"	реализация	поставка МА8Цч	г. Москва		рубли		гусь-хруст	продаж	управление прод.	выполняется
9122	дополнительно	№1	ОАО "Солликамск"	поставка	баллоны 40л под арг	г. Пермь			08.2015	гусь-хруст		ОС	выполняется
9103	договор	БНФ/П/32	ПАО "Ангарск"	закупки	масло трансформатор	г. Уфа			08.2015	гусь-хруст		ОС	выполняется
9095	спецификация	№ 4 от 19 а	ООО Т.П.С.	закупка амина	аммиак безводный с	614065, Перт		RUR	08.2015	гусь-хруст	отдел с	отдел снабжен	Выполняется
9087	спецификация	№3	АО "Солликамск"	закупки	смесь резиновая	г. Казань			08.2015	гусь-хруст		ОС	выполняется
9085	приложение	дополнител	ЗАО "Солликамск"	закупка кокса	закупка кокса литейн	650055, Кем		RUR	08.2015	гусь-хруст	отдел с	отдел снабжен	Выполняется
9075	договор	20-111/2015	ООО "Солликамск"	закупки	электролит	г. Березники			08.2015	гусь-хруст		ОС	выполняется
9063	спецификация	№1	ООО "Солликамск"	закупки	масла вакуумные	г. Пермь			08.2015	гусь-хруст		ОС	выполняется
9047	дополнительно	1	Рашидов	Транспортный	Дополнительное обсл	400131, г.Во	388000	RUR	08.2015	гусь-хруст	СРБ	служба ЗГИ по	выполняется
9045	спецификация	НКВ-15-000	ПАО "Солликамск"	закупки	рукава напорные	г. Екатеринбург			08.2015	гусь-хруст		ОС	выполняется
9008	Договор	№ 9182/15	ИП С.С.С.	обслуживание	ТО системы контрол	ул.Северная	540	рублей	07.2015	гусь-хруст	служба		выполняется
8997	спецификация	№2	АО "Солликамск"	закупки	рукава напорные	г. Казань				гусь-хруст		ОС	выполняется
8991	спецификация	№2	ООО "Солликамск"	закупки	смазка СМ	г. Санкт-Пет			07.2015	гусь-хруст			выполняется
8990	Спецификация	№5	ЗАО "Солликамск"	закупка	лента конвейерная	г. Пермь				гусь-хруст		ОС	выполняется
8969	дополнительно	1	Общество "Солликамск"	проект	проект	г. Березники	229029	RUR	07.2015	гусь-хруст	ПТО	цех №9	выполняется
8934	Спецификация	№ 7 к Дого	ООО "Солликамск"	реализация ГП	поставка извести нег	п. Оверята		рубли		гусь-хруст	продаж	управление прод.	выполняется
8930	договор	СAB-26/06-	ООО "Солликамск"	закупка	поковка	г. Новосибир			07.2015	гусь-хруст		ОС	выполняется
8912	договор	753-165	ЗАО "Солликамск"	закупки	техпластина	г. Екатеринбург			07.2015	гусь-хруст			выполняется
8910	Протокол разн	к Договору	АО НПЦ "Солликамск"	реализация	поставка Л4	г. Москва		рубли		гусь-хруст	продаж	управление прод.	выполняется

Рис. 6. Список документов со статусом «Выполняется»

Разработанная система прошла стадию тестирования и успешно внедрена на предприятии ОАО «Соликамский магниевый завод». С данным программным продуктом работают секретари, руководитель предприятия, руководители подразделений, сотрудники-исполнители и администраторы программы.

Заключение

Современные информационные технологии, которые организуют электронный документооборот в соответствии с принятыми в компании нормами и правилами, способны обеспечить такое состояние работы организации, при котором проблемы с использованием документооборота сводятся к минимуму.

За счет сокращения времени на работу с документами сотрудники могут выполнять больший объем работы, а значит, увеличить производительность.

Ввод разработанной программы в эксплуатацию позволил значительно увеличить производительность работы офисных сотрудников, поскольку заметно снизилось время на передачу документов. Работа с документом стала проще, т.к. отпала необходимость ждать поступления бумажного носителя, а ознакомиться с документом можно онлайн одновременно нескольким сотрудникам. Таким образом, повысилась конку-

рентоспособность предприятия, а следовательно, и доходы предприятия увеличились.

К направлениям дальнейшего совершенствования программы можно отнести внедрение в созданную систему блоков, автоматизирующих документооборот исходящей документации, наглядную визуализацию маршрутов путей поручений, осуществление поиска документов в архиве, составление отчетов по всем потокам документооборота предприятия.

Список литературы

1. Кирсанова М.В., Аксенов Ю.М. Курс делопроизводства: Документальное обеспечение управления: учеб. пособие. М.: ИНФРА-М, 2013. 247 с.
2. Рихтер Т.В., Шегда Е.Ф. Проектирование и реализация процесса подготовки и согласования входящей документации на предприятиях средствами объектно-ориентированного языка программирования C# // Международный студенческий научный вестник. 2018. № 6. С. 72.
3. Путькина Л.В. Особенности использования электронного документооборота для эффективной работы современного предприятия // Nauka-rastudent.ru. 2016. № 1. С. 6.
4. Чеснокова А.А., Калущий И.В., Спесивов А.Г. Электронный документооборот: безопасность на этапах внедрения и эксплуатации // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2017. Т. 7. № 4 (25). С. 13–23.
5. Ефремова Л.И., Колекина А.О. Выбор системы электронного документооборота для предприятия // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. 2019. Т. 2. № 1. С. 23–31.

УДК 004.514

ЭРГОНОМИКА В КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГРАХ

Горячкин Б.С., Ковалев В.В.

*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Москва,
e-mail: bsgor@mail.ru, kovalev--vlad@mail.ru*

Высокие темпы развития игровой индустрии заставляют решать проблему эргономичности игрового программного обеспечения (ПО) с учетом его специфики. Отдельно рассматривается специфика продуктов для виртуальной реальности как кардинального нового вида взаимодействия вида человек – машина. Основной проблемой является достаточно широкий набор присущих только этому типу ПО, характеристик и параметров. Данная статья посвящена анализу и построению модели оценки факторов, влияющих на удовлетворенность конечных пользователей от компьютерных игр. В ходе проведения исследования было выявлено, что основными критериями, оказывающими влияние на удовлетворенность пользователя, являются графика, звук, сложность управления и продолжительность. Предложенный подход к оценке эргономичности игрового программного обеспечения гармонично сочетается с основными принципами системного подхода к разработке автоматизированных информационных систем, где человеческий фактор не только учитывается, но и проектируется, тем самым достигается максимальное вовлечение потребителя в создаваемый продукт. Для каждого критерия предложены измеримые параметры оценивания. Следующим этапом исследования эргономичности игрового ПО может являться универсальная шкала оценки эргономичности продукта, основанная на предложенных в этой статье параметрах.

Ключевые слова: компьютерная игра, игровое программное обеспечение, виртуальная реальность, графика, эргономический критерий

ERGONOMICS IN COMPUTER GAMES

Goryachkin B.S., Kovalev V.V.

*Moscow State Technical University names Bauman, Moscow,
e-mail: bsgor@mail.ru, kovalev--vlad@mail.ru*

The rapid development of the gaming industry makes it necessary to solve the problem of ergonomic gaming software (software), taking into account its specifics. Separately, the specificity of products for virtual reality is considered as a cardinal new type of human-machine type interaction. The main problem is a fairly wide range of features and parameters inherent only in this type of software. This article is devoted to the analysis and construction of a model for assessing factors affecting end-user satisfaction with computer games. In the course of the study, it was revealed that the main criteria that influence user satisfaction are graphics, sound, control complexity and duration. The proposed approach to evaluating the ergonomics of gaming software is harmoniously combined with the basic principles of a systems approach to the development of automated information systems, where the human factor is not only taken into account, but also designed, thereby achieving maximum consumer involvement in the product being created. For each criterion, measurable estimation parameters are proposed. The next stage in the study of ergonomic gaming software can be a universal scale for evaluating the ergonomic nature of the product, based on the factors identified in this article.

Keywords: computer game, game software, virtual reality, graphics, ergonomic criteria

Эргономика программного обеспечения и эргономика компьютерных игр имеют одну и ту же цель: максимально эффективно приспособить приложение для использования его в заранее определенном контексте конечным пользователем. Стремление сделать приложение действительно эргономичным и удобным в использовании вынуждает производить анализ и формирование четких целей применения разрабатываемого продукта. В случае компьютерных игр приложение разрабатывается прежде всего для развлечения пользователя, доставления ему удовольствия от использования продукта.

Игровая индустрия стремительно развивается, каждый месяц выходят десятки крупных проектов от известных студий и еще больше от индивидуальных разработчиков. По данным Newzoo, в 2018 г.

игроки потратили на игры 67,5 млрд долларов, что на 14% больше, чем в 2017 г. [1]. Впрочем, темпы роста индустрии остаются стабильными – в 2017 г. её объём увеличился на 10,7%. В условиях перенасыщения рынка предложениями, доходы студий, занимающихся компьютерными играми, напрямую зависят от того, насколько эффективно они могут удержать пользователя в своем продукте, и от того, смогут ли они заинтересовать его сильнее, чем конкуренты.

В традиционном понимании, одной из основных задач эргономики являются создание для человека-оператора оптимальных условий труда и выработка у него чувства удовлетворения от взаимодействия с автоматизированной системой [2]. В случае с классическим программным обеспечением

нием это достигается в том случае, когда человек-оператор успешно и с минимальными усилиями выполняет с помощью автоматизированной системы (в нашем случае информационной и отображающей информацию на соответствующих средствах отображения, то есть можно говорить об автоматизированной системе отображения и обработки информации и управления (АСОИУ)) определенную, четко сформированную задачу. Компьютерные игры являются довольно специфическим видом программного обеспечения с собственным набором присущих только этому типу ПО факторов, определяющих удовлетворенность пользователя.

Цель исследования: анализ специфических характеристик, присущих игровому программному обеспечению и разработка системы критериев, позволяющих объективно оценить его эргономичность. Эргономичный подход к разработке игрового программного обеспечения позволит максимизировать вовлечение потребителя в создаваемый продукт.

Материалы и методы исследования

Специфика игрового ПО. Как правило, человек-оператор (ЧО) выполняет какие-либо манипуляции, управляющие действиями в соответствии с инструкциями и (или) собственным опытом. Однако когда речь идет об игровом ПО, ЧО способен сам выбирать действия из доступного набора, основываясь исключительно на собственных предпочтениях. Для неигрового ПО возможно разработать эргономичное рабочее место, в то время как разработчики игрового ПО не могут контролировать то, как будет обустроено место конечного пользователя.

Виртуальная реальность. Дополнительную сложность добавляет наличие VR-игр, которые представляют собой абсолютно новый механизм взаимодействия человека и машины. Эргономические стандарты, применяемые к устройствам ввода и средствам отображения информации не применимы к шлемам виртуальной реальности из-за принципиально нового подхода к отображению информации. Расстояние от пользователя до монитора регламентировано и измеряется в десятках сантиметров, в то время как фокусное расстояние до линзы шлема виртуальной реальности зависит от производителя и модели шлема. Из-за особенностей современных шлемов виртуальной реальности для комфортного использования VR-приложения должны поддерживать стабильные 90 кадров в секунду. Также производители VR-гарнитур

продолжают внедрять технологические новинки с растущими разрешениями дисплея, необходимыми для более реалистичного восприятия виртуальной реальности [3].

VR-гарнитуры даже при кратковременном использовании могут вызывать головные боли, головокружения и тошноту, что связано с тем, что человеческий мозг не способен обрабатывать визуальные сигналы в том формате, в котором они передаются через шлем виртуальной реальности. Эта проблема требует не только эргономического анализа, но и совершенствования технологий, применяемых при создании игр в виртуальной реальности.

Одним из важных критериев, предъявляемых к АСОИУ, является возможность полного контроля: все переходы системы из одного состояния в другое должны инициироваться исключительно запросами пользователя. В большинстве компьютерных игр присутствует искусственный интеллект, который является противником или союзником пользователя, а заинтересованность пользователя зависит от его правдоподобности, что в свою очередь означает невозможность контроля над ним со стороны пользователя. Специфику эргономических критериев для игрового ПО можно рассмотреть на примере игр-стратегий в реальном времени (таблица).

Разработка IT-продукта начинается с определения набора задач, которые этот продукт должен выполнять; далее на него пишется спецификация и техническое задание. Даже с применением гибких методик разработки и случаев, когда заказчик плохо представляет то, что он желает видеть от конечного продукта, формализация того, что необходимо реализовать, происходит с высокой точностью [4]. Для игрового ПО ситуация абсолютно иная. Это связано с тем, что игровые продукты должны принести сложноформализуемое понятие Fun (удовлетворение, веселье), причем не заранее отобранному числу пользователей-операторов, а большому числу людей, не имеющему каких-то общих предпочтений, навыков, характеристик. Для понимания особенностей игрового ПО достаточно сравнить формулировку «С помощью этого приложения пользователь должен иметь возможность оперативно контролировать состояние рабочей линии» и «С помощью этого приложения пользователь должен получить удовольствие».

В этом разрезе игры сродни кинематографу или даже театру – до выпуска в прокат или на сцену нельзя доподлинно знать, как зрители (пользователи) отреагируют на продукт.

Специфика эргономических критериев для игрового ПО

Критерий	Описание	Учитывается ли этот критерий?
«Прозрачность» действий	Компьютер выступает в качестве противника, осуществляет многочисленные действия, на которые пользователь не может оказать никакого влияния	нет
Возможность контроля со стороны пользователя	Пользователь должен контролировать все действия, которые он инициирует (например, постройка здания)	да
Информационная плотность	В процессе игры имеет важное значение количество запоминаемой и усваиваемой информации. Способность к усвоению и систематизации этой информации является критерием различения между начинающими и продвинутыми игроками	нет
Минимум операций/гибкость	Количество действий, необходимых для осуществления базовой игровой операции, должно быть сведено к минимуму. Пользователь должен иметь возможность подстроить интерфейс под себя для выстраивания собственной стратегии	да

Отсюда следует одна из важнейших проблем, связанных с видеоиграми – субъективность оценивания. Заключительная часть профессионального обзора на видеоигру представляет собой подведение итогов анализа и содержит скрытую оценку продукта. Журналист сознательно избегает открытой оценки, вероятно, для того, чтобы, с одной стороны, позволить решать читателю. Но, с другой, – продвинуть свою идею. Также журналист сообщает информацию об актуальности данной версии видеоигры. Любая рецензия должна отвечать требованиям PR-технологий, так как игровая индустрия – это бизнес, ориентированный на получение максимальной выгоды: чем привлекательнее обзор игр, тем большим спросом игра может пользоваться [5].

Таким образом, оценка игры гораздо больше зависит от личности, привычек и вкуса рецензента, чем от качества самой игры. На данный момент не существует конкретных критериев оценки игры. Каждая игра состоит из множества различных и непохожих друг на друга составляющих. Каждый пользователь сам определяет, чему отдавать предпочтение, какие мелочи являются несущественными, а какие нельзя оставить без внимания.

Модель оценки эргономичности игрового ПО. В связи с тем, что в настоящее время не существует объективной методики, которая могла бы стать основой универсальной системы оценивания качества видеоигр, абстрагируясь от их жанрового и смыслового содержания, поэтому поиск эргономичных критериев оценивания игрового ПО является первостепенной задачей.

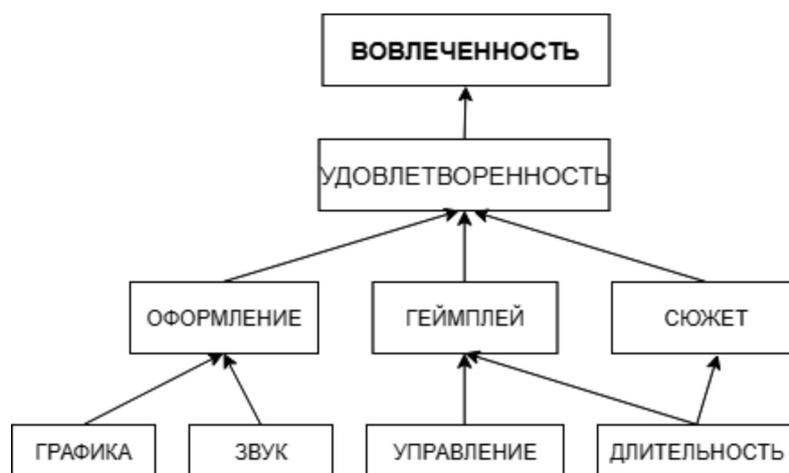
Для того, чтобы разработать список критериев, которые могут послужить основой системы объективного оценивая игрового

программного обеспечения, необходимо понять, какие цели преследуют пользователи, используя данный специфичный вид ПО. Как говорилось ранее, удовлетворенность – основной фактор, который показывает эффективность игрового ПО. В данном случае следует рассматривать удовлетворенность как концепцию внутренней мотивации пользователя, определяемой как вовлеченность в деятельность «ради деятельности». Согласно теории внутренней мотивации, вознаграждением за выполнение деятельности является процесс самой деятельности, а не ее конечный результат. Этот подход используется для понимания поведения человека в контуре информационной системы [6]. Удовольствие может быть определено как степень, в которой выполнение действия воспринимается как получение положительных эмоций само по себе, без учета последствий действия для исполнителя.

Удовольствие может быть общим или частным. Под общим удовольствием понимается человеческое восприятие информационной системы в целом, вне зависимости от того, какие действия он выполняет с ней. Под частным удовольствием следует понимать удовлетворение от взаимодействия с конкретным элементом информационной системы, например с основным меню приложения.

Результаты исследования и их обсуждение

Опираясь на описанные теории и результаты эмпирических исследований [7], предлагается следующая концептуальная модель, отражающая факторы, влияющие на удовлетворенность пользователей от игрового ПО (рисунок).



Модель оценки эргономичности

Согласно рисунку удовлетворенность от игры тесно связана с ее сюжетом, графикой, звуком, длительностью, управлением, а удовлетворенность от игры напрямую влияет на вовлеченность пользователя, означающего желание пользователя проводить время в конкретном продукте.

Разберем подробно приведенные показатели.

В показатель *Оформление* игры входит: графика, звук, интерфейс, общий стиль. Всё это вместе и даёт первые впечатления от игры, на которые обращает внимание основная масса игроков. Внешний вид – красивая обертка игрового процесса.

Параметры качества показателя:

- FPS (количество кадров в секунду),
- количество движущихся объектов в поле зрения, требующих внимания,
- временные затраты на осмотр информационного поля и принятие решения,
- соответствие расположения элементов интерфейса оптимальному расположению.

Показатель *Геймплей* – иностранное слово, которое прочно укоренилось в среде игроков, дословно обозначающее «играбельность игры», а по смыслу значащее «то, насколько интересно играть в игру» или, другими словами, «Механика игры». В это понятие входит то, какие действия можно совершать внутри игры, какие ситуации происходят, как игра реагирует на те или иные поступки игрока. «Механику» ценят в основном более опытные игроки, проводящие за играми большую часть свободного времени. Геймплей – основа любой игры, её рабочая часть.

Параметры *Геймплей*:

- наличие в системе встроенной системы помощи,

– количество часто используемых кнопок/элементов управления.

Показатель *Сюжет* – повествовательная часть игры, рассказывающая историю мира, персонажей, раскрывающая их мотивы и поступки. Ученые-нарратологи считают, что сюжет – это основополагающий компонент компьютерных игр, а сами игры – новая интерактивная форма повествования (следующее звено в цепочке «речь – книга – театр – кино – компьютерные игры»). *Сюжет* – смысловая начинка игры, которая может и отсутствовать. Применительно к поиску эргономических параметров оценки игрового ПО, в данном случае интерес представляет не сам сюжет, а соответствует ли его подача эргономическим характеристикам: количество слов в минуту для передачи сюжета через аудио и количество времени, предоставляемого на чтение текста в текстовом формате. Поэтому в качестве параметра здесь можно использовать:

– соответствие методов подачи сюжета эргономическим критериям.

Отдельно надо сказать о длительности. *Длительность* – среднее время, которое игроки тратят на достижение заранее определенного выигрыша. Этот параметр отнесен сразу к двум показателям потому, что, с одной стороны, это время, которое тратит пользователь на достижение каких-либо результатов, а с другой стороны – это время, которое тратится на объяснение сюжета и игровых механик новому пользователю. Разработчики игрового ПО должны соблюсти баланс между тем, чтобы дать игрокам достаточное количество возможностей для исследования игрового мира, и тем, чтобы дать понять пользователям, что результат

может быть достигнут в разумные сроки. Оценивать *Длительность* можно средним временем игровой сессии, за которое достигается результат.

Заключение

Графика, звук, длительность и управление – важнейшие аспекты, характеризующие игровой процесс и оказывающие влияние на удовлетворенность пользователя от использования продукта. Поиск параметров, позволяющих дать численную оценку каждого из этих аспектов позволит перейти от субъективной оценки игрового ПО к объективной и даст возможность разрабатывать эргономические требования, которые будут учитывать специфику видеоигр как отдельного вида программного обеспечения.

Становится очевидным, что для дальнейшего развития игровой индустрии необходима разработка стандарта для игрового ПО, позволяющего оценить эргономические критерии и показатели. Это даст возможность более широкого качественно выбора игр с точки зрения добротного

и безопасного для здоровья эргономического качества игрового продукта.

Список литературы

1. Global games market. [Electronic resource]. URL: <https://www.gamesindustry.biz/articles/2018-12-18-global-games-market-value-rose-to-usd134-9bn-in-2018> (date of access: 25.04.2019).
2. Горячкин Б.С. Эргономический анализ систем обработки информации и управления // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Т. 9. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/79TVN317.pdf> (дата обращения: 25.04.2019).
3. Turing Variable Rate Shading in VRWorks. [Electronic resource]. URL: <https://devblogs.nvidia.com/turing-variable-rate-shading-vrworks/> (date of access: 25.04.2019).
4. Moore Michael E., Novak Jeannie. Game Industry Career Guide, Delmar: Cengage Learning. 2010. P. 35–37.
5. Тармаева В.И. Компьютерные игры и игровая журналистика // Вестник Челябинского государственного университета. Филология. Искусствоведение. 2015. № 5 (360). Вып. 94. С. 343–350.
6. Venkatesh V. 1999. Creating favorable user perceptions: Exploring the role of intrinsic motivation. MIS Quart. 23(2) 239–260.
7. Jiming Wu, Pengtao Li, Rao Shashank. Why they enjoy virtual game worlds? An empirical investigation. Journal of Electronic Commerce Research. 2008. Vol. 9. Issue 3. P. 219–230.

МЕТОДЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ И ЗАДАЧИ ЛОГИЧЕСКОГО ВЫДЕЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ

Иванько А.Ф., Иванько М.А., Горчакова Я.В.

Московский политехнический университет, Москва,

e-mail: alekfed@mail.ru, mihaleks@mail.ru, jane.gorchakova@gmail.com

Данная статья состоит из двух взаимосвязанных частей. Первая часть дает основные понятия о теории распознавания образов, о машинном зрении, изображении как о двумерном массиве данных, характеризующемся тремя величинами и рассматриваемом в качестве модульной парадигмы, и описывает классические методы фильтрации изображения. Для приведения многомерных задач к одномерным и выделения ключевых характеристик изображения используются такие методы, как гистограммная обработка, бинаризация порогов полутоновых изображений, сегментация многомодальных изображений, преобразования Фурье и линейная фильтрация изображения в пространственной и частотной области. А вторая часть содержит алгоритмы логического решения задач на основе уже проведенной фильтрации изображения. Включая способ математической морфологии с алгоритмами выделения неизвестного объекта в известной среде и известного объекта в неизвестной среде, а также способ нахождения объектов посредством выделения особых точек, принадлежащих трем классам: стабильные на коротком отрезке времени, стабильные при малейших движениях и смене освещения и постоянно стабильные. И в том числе приводятся яркие примеры использования методов фильтрации изображений и выявления образов и очертаний объектов, искомых в заданных задачах.

Ключевые слова: теория распознавания образов, машинное обучение, гистограмма, сегментация, бинаризация, обработка изображения, машинное зрение

METHODS OF RECOGNITION OF IMAGES AND THE TASK OF LOGICAL ISOLATION OF OBJECTS

Ivanko A.F., Ivanko M.A., Gorchakova Ya.V.

Moscow Polytechnic University, Moscow,

e-mail: alekfed@mail.ru, mihaleks@mail.ru, jane.gorchakova@gmail.com

This article consists of two interrelated parts. The first part gives the basic concepts of the theory of pattern recognition, of machine vision, the image as a two-dimensional data array, characterized by three values and regarded as a modular paradigm, and describes the classical methods of image filtering. Methods such as histogram processing, binarization of halftone image thresholds, segmentation of multimodal images, Fourier transforms and linear filtering of the image in the spatial and frequency domain are used to bring multidimensional problems to one-dimensional and to highlight key characteristics of the image. And the second part contains algorithms for logical problem solving based on the image filtering already performed. Including, a method of mathematical morphology with algorithms for isolating an unknown object in a known environment and a known object in an unknown environment, as well as a method for finding objects by selecting special points belonging to three classes: stable for a short period of time, stable with the slightest movement and change of lighting and constantly stable. And including vivid examples of the use of image filtering methods and the identification of images and outlines of objects that are required in the given tasks.

Keywords: pattern recognition theory, machine learning, histogram, segmentation, binarization, image processing, machine vision

На сегодняшний день самой актуальной темой развития в информационных технологиях является развитие нейронных сетей и роботостроение. Нельзя не заметить как роботы все чаще и чаще появляются в различных спектрах нашей повседневной жизни. Представить себе машину с автопилотом, повара-робота в ресторане, робота, создающего музыку, и многое другое, ранее представлялось нам невозможным. Люди хотят усовершенствовать свою жизнь, улучшить её с помощью внедрения рабочей силы в качестве роботов.

Поэтому теория распознавания образов пронизывает многие аспекты информационных технологий, как мы уже сказали, это

и машиностроение, и создание нейронных сетей, а также роботостроение.

Цель исследования: исследование и создание краткого описания методов распознавания образов и решения задач логического выделения объектов для использования данной информации в работах начинающих программистов и инженеров.

Методы исследования

Мы использовали метод анализа вариантов для создания удобной и понятной классификации методов фильтрации изображений. В процессе исследования мы с помощью синтезирования уже существующих алгоритмов выявления образов наш-

ли самые удобные и интересные для решения практических задач.

Результаты исследования и их обсуждение

Теория распознавания образа представляет собой раздел машинного обучения, который позволяет осуществлять классификацию и идентификацию предметов, явлений, процессов, сигналов и ситуаций. Наш мир состоит из сигналов, которые и обрабатывает человек. А представьте теперь, что сигналы обрабатывает не человек, а программа, которая видит, как человек, и может принимать «человекоподобные» решения.

Термин «машинное зрение» можно связывать с задачей интерпретации сцены наблюдения по ее двумерным проекциям, а также практическое использование этих результатов.

Мы не замечаем, как ежедневно имеем дело с самыми распространёнными компьютерами, с «компьютерным зрением»: считывальщики штрихкодов, которые используются для автономного чтения закодированной информации; анализ автомобильных номеров в камерах, анализирующих скорость на автомобильных дорогах, и многое другое.

Для того чтобы начать решать задачи распознавания объектов в реальной среде, нужно учитывать биологические и психологические аспекты человеческого зрения, сформулировать этапы наращивания опыта запоминания и классификации объектов. Представим человека который впервые увидел объект, например самолёт. У человека в голове возникает описательный образ предмета и, возможно, его характеристики и свойства. Впоследствии, повторной встрече, человеческий мозг, опираясь на опыт и воспоминания, воссоздаёт располагающийся в памяти образ и классифицирует объект. А как все-таки происходит распознавание у компьютера? Компьютер не может опереться на опыт, но в его программу закладываются определенные алгоритмы-правила, с помощью которых программа и выводит ответ. Поэтому изначально определяются массивы данных, описывающих факторы (факторы среды, условий, света и так далее), которые впоследствии и задают примеры, а после чего анализируются и выводятся в формулу или математический закон.

На сегодняшний день изображение рассматривается в согласии с *модульной парадигмой*, предложенной Д. Марром. В связи с этим обработка изображения осуществляется на основе нескольких уровней восходящей информационной линии, включая от

«иконического» до символического представления объектов [1].

Стоит акцентировать внимание на самом изображении, данное в видимом поле, которое на самом деле представлено в виде функции распределения яркости или цвета на двумерной плоскости, $f(x, y)$, где x и y – декартовы координаты, описывающие плоскость изображения. И при этом изображение состоит из дискретных цветных прямоугольников в виде регулярной прямоугольной матрицы. А вот с точки зрения математики цифровое изображение – это двумерная матрица $Im[x, y]$ размера $DimX \times DimY$, где x – целое число от 0 до $DimX-1$, которое описывает номер элемента в строке матрицы, y – целое число от 0 до $DimY-1$, которое описывает номер строки матрицы, в которой расположен данный элемент. Элемент цифрового изображения, который имеет скалярное целочисленное значение, равное значению функции распределения яркости, называется пикселем [2].

Пиксель изображения кодируется тремя величинами $\langle x, y, I \rangle$. Первые две отвечают за геометрическое положение в плоскости, и третья – I , показывает яркость и интенсивность пикселя. Тем самым такое представление позволяет разработчику легче понимать задачу, каждый раз понижая порядок, и, соответственно, существенно экономить время. И еще нужно отметить, что яркостная составляющая I описывает одномерный массив гистограммы, а именно частоты встречаемости одинаковых по яркости пикселей. Но другие величины описываются двумерным массивом информации. Поэтому и возникает сведение двумерных задач к одномерным.

Так же используется рассмотрение изображения с точки зрения его цветовых характеристик. Зачастую используются изображения, закодированные в пространстве RGB. По осям располагаются цвета: красный, зелёный, синий (x, y, z соответственно), при этом интенсивность варьируется в диапазоне от 0 до 255. При этом каждый сигнал кодируется 8 битами информации.

Также существует модель HSV (Hue, Saturation, Value). Hue – угловая характеристика, показывающая интенсивность цвета, иначе цветовой тон. Saturation – насыщенность цвета, этот параметр показывает «чистоту цвета». Value – ось, определяющая количественную характеристику светового потока. Данная модель является нелинейной моделью RGB и близка к человеческому зрению.

Этапы обработки включают: преобразование изображений, сегментацию, выделе-

ние геометрической структуры и определение структуры и семантики.

В настоящее время существует несколько алгоритмов, методов и математических формализмов, которые используются при анализе изображений.

1. Гистограммные преобразования.
2. Анализ проекций.
3. Линейная и нелинейная фильтрация.
4. Яркостная и текстурная сегментация.
- И другие.

Для начала вернёмся к описанию признаков. Смотри на идущего человека, наш мозг выделяет важные и второстепенные объекты (в данном примере назовём их признаками). Человек в нашем случае важен, так как именно его мы хотим идентифицировать, а сцена вокруг него является второстепенным признаком. Так и для компьютера существуют локальные и глобальные признаки. Но в понимании компьютера большую часть будет занимать окружающая человека среда, к примеру дорога в лесу, но не человек. Поэтому существует множество способов, нахождения объектов в реальной среде по типу человеческого зрения.

1. Гистограммные преобразования.
2. Анализ проекций.
3. Линейная и нелинейная фильтрация.
4. Яркостная и текстурная сегментация.
- И другие.

Рассмотрим гистограммную обработку изображения. Далее будем называть гистограммой частоту встречаемости пикселей одинаковой яркости. Яркостным преобразованием изображения называется преобразование двумерных функций яркости, которые описываются формулой

$$I'(x, y) = f(I(x, y)),$$

где f является функцией отображения яркости. Примером яркостных преобразований может служить линейное преобразование яркости:

$$f(I) = aI + b.$$

Коэффициент a определяет изменение контраста изображения, а b определяет изменение средней яркости изображения. Эти преобразования можно назвать фотографическими, так как с помощью них можно настраивать характеристики выдержки и диафрагмы. Функция отображения яркости задается таблицей отображения LUT (*Look-Up-Table, просмотровой таблицы*).

Также часто используют инвертирование яркости при обработке изображения, $LUT[i] = 255 - i$. Результатом инвертирования получается негатив.

Часто используемый метод бинаризации порогов, при котором устанавливается по-

рог и сравниваются две области изображения ниже и выше порога. Пороговая сегментация позволяет приблизить гистограмму изображения к кривой с весовыми суммами больше не менее двух вероятностей интенсивности с нормальным распределением. При этом порогом можно считать множество рядом расположенных уровней яркости с минимумом вероятности.

Представим изображение в виде двумерного массива Im с размером $X*Y$ и целочисленными значениями от 0 до 255 включительно. Получаем представление гистограммы в виде одномерного массива $Hist[0...255]$, который содержит число пикселей со значением i , равным порядку нашего элемента. После чего рассматривается «подгистограмма» $Hist[k...l]$, $0 \leq k \leq l \leq 255$. Проводим оценку дисперсии яркости $DISP(k, l)$. Пусть задан порог t : $0 \leq t \leq 255$, для которого вычисляется «критерий разделимости»

$$SC(t) = 1 - \frac{DISP(0, t) + DISP(t+1, 255)}{DISP(0, 255)}.$$

Алгоритм Отсу, при $0 \leq SC(t) \leq 1$, позволяет эффективно и устойчиво определить адаптивный порог бинаризации изображений

$$T = \arg \max SC(t), \text{ где } t \in \{0, \dots, 255\}.$$

Еще один метод – сегментация многомодальных изображений, с помощью которого можно оценивать количество и выраженность мод на гистограмме, который, в частности, основывается на оптимизации глобального критерия разделимости на количество мод больше одной. Пусть дан $n + 1$ -мерный вектор $t = \langle t_0, \dots, t_n \rangle$ от 0 до 255 [3].

Получается, среднеквадратичный критерий выбора порогов сегментации равен

$$\sum_{i=0}^{n-1} DISP(t_i, t_i + 1) \rightarrow \min(t_1, \dots, t_n - 1).$$

Вследствие того, что гистограмма является одномерным массивом, то задача сводится к динамическому программированию, в результате чего набор порогов сегментации обеспечивает минимальное среднеквадратическое отклонение на n уровней изображения.

$$\sum_{i=0}^{n-1} DISP(t_i, t_i + 1) + \alpha n \rightarrow \min(t_1, \dots, t_n - 1).$$

Далее мы рассмотрим линейную фильтрацию изображения в пространственной и частотной области, которая заключается

в том, что вычисляется линейная комбинация значений яркости пикселя с коэффициентами матрицы весов фильтра – называется ядром или маской линейного фильтра.

Маска фильтра представляется в виде матрицы

Mask[-1,-1]	Mask[0,-1]	Mask[1,-1]
Mask[-1,0]	Mask[0,0]	Mask[1,0]
Mask[-1,1]	Mask[0,1]	Mask[1,1]

А фрагмент с центральным пикселем

Im[x-1,y-1]	Im[x,y-1]	Im[x+1,y-1]
Im[x-1,y]	Im[x,y]	Im[x+1,y]
Im[x-1,y+1]	Im[x,y+1]	Im[x+1,y+1]

Тогда результатом фильтрации будет

$$Im'[x,y] = \sum_{i=-hWinX}^{hWinX} \sum_{j=-hWinY}^{hWinY} Im[x+i,y+j] \times Mask[x+i,y+j],$$

$hWinX$ и $hWinY$ – это полуширина и полувысота соответственно.

Самым простым видом оконной фильтрации является скользящее среднее в окне, с результатом значения математического ожидания, элементы маски которой равны $1/n$.

Классические методы фильтрации можно также применять для решения данного вида задач. С помощью преобразований Фурье можно представить любую функцию. Для двумерного массива размера $M \times N$ для дискретного преобразования вычисляется по формуле

$$Guw = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^{N-1} \left[\frac{1}{M} \sum_{m=0}^{M-1} xmne^{\frac{-2\pi j m \omega}{M}} \right] e^{\frac{-2\pi j n u}{N}}.$$

Так как компоненты преобразования Фурье называют пространственными частотами.

Рассмотренные методы фильтрации изображений позволяют решать разнородные логические задачи. Теперь нужно пояснить, что результатом фильтрации являются пригодные для обработки данные, с помощью которых можно выделить объекты и их свойства [4].

Одним из логических переходов является способ математической морфологии, это можно назвать операциями наращивания и эрозии бинарных изображений. С помощью морфологии можно выделить неизвестные объекты на изображениях известной сцены. Идея решения заключается в том, что существуют два изображения одной сцены (А и В). При том эти два сним-

ка сняты в условиях разной освещенности и разных характеристик видимого поля, и на изображении В появился какой-то объект. Но при сравнении этих двух изображений мы получаем разностное изображение, с помощью которого все же невозможно понять различия исходников. Поэтому приходится создавать вспомогательное изображение С с формой изображения А, но яркость элементов будет оцениваться по В. В данном случае новое изображение С называется проекцией В на форму А. А далее существует алгоритм распознавания:

1. Выделение связных областей на изображении А.
2. Вычисление средней яркости по областям А и В.
3. Формулировка С по форме А с яркостями из В.
4. Нахождение разности С и В.
5. Выделение области с существенной разностью интенсивности пикселей.

Рассмотрим пример на двух фотографиях зимнего и летнего периода. Теперь нам нужно найти объект, отсутствующий на «летнем» фото, но находящийся на «зимнем». А внизу представлены два изображения с разностью яркостей сцены [5].

Еще существует класс задач, который называется поиск известных объектов на неизвестной сцене. К примеру, у нас есть два изображения: снимок сцены в видимом диапазоне видимого излучения и автомобиль на изображении ИК-диапазона. Далее выстраивается график зависимости близости по форме объектов сравнения, где точка максимума соответствует наибольшему сходству изображений по форме. Яркости участков, которые являются автомобилем или ему принадлежат, очень различаются, но сохраняют очертание формы, что позволяет находить координаты объекта из ИК-изображения на снимке с видимым спектром.

Еще одними характеристиками объекта можно считать особые точки, которые являются уникальными характеристиками, с помощью которых можно сравнивать объекты. Они находятся с помощью большинства алгоритмов, например, выделение особых точек в соседних кадрах при смене освещения или через промежуток времени и так далее [6]. Выделяют несколько классов особых точек.

Первый из которых содержит особые точки, которые являются стабильными на коротком отрезке времени (в течение нескольких секунд). Данный вид точек служит, чтобы можно было вести объект между соседними кадрами видео или сведения изображения с двух ракурсов и камер. К ним относятся локальные максимумы, макси-

мумы дисперсии, определенные градиенты и так далее.

Второй класс включает особые точки, которые стабильны при малейших движениях и смене освещения и служат для того, чтобы построить машинное обучение классификации другого вида объектов. Так же сюда можно отнести точки, которые были найдены методом гистограмм направленных градиентов.

К третьему классу можно отнести стабильные точки, которые находятся методами SHIFT и SURF [7].

Представленные в исследовании методы логического и технического анализа на основе редактирования и фильтрации изображений позволили выделить и представить в виде классификации наиболее простые и понятные для практического применения.

Заключение

И в заключение можно сказать, что на сегодняшний день не существует единого метода или способа создания алгоритмов анализа изображения с выделением образов объектов. Так как машинное зрение находится в процессе развития и находит разнообразные ключи к пониманию данного этапа машинного обучения. Если посмотреть в прошлое, то мы заметим, как наука сделала огромный шаг к автоматизации чело-

веческой деятельности. Поэтому в скором времени, возможно, произойдет научный прорыв и появятся новейшие методы и теории распознавания образов. А сейчас нужно трудиться и улучшать уже существующие для точной детализации и усовершенствования методов для определения объектов из динамичной сцены в реальном времени для обработки информации в компьютере работа.

Список литературы

1. Техническое зрение Wiki ресурс «Техническое зрение» Код доступа. [Электронный ресурс]. URL: http://wiki.technicalvision.ru/index.php/Заглавная_страница (дата обращения: 16.05.2019).
2. Визильтер Ю.В., Желтов С.Ю., Бондаренко А.В., Ососков М.В., Моржин А.В. Обработка и анализ изображений в задачах машинного зрения: Курс лекций и практических занятий. М.: Физматкнига, 2010. 672 с.
3. Журавель И.М. Краткий курс теории обработки изображений (MatLab Image Processing Toolbox). [Электронный ресурс]. URL: <http://matlab.exponenta.ru/imageprocess/book2/index.php> (дата обращения: 01.06.2019).
4. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. 3-е издание, исправленное и дополненное. М.: Техносфера, 2012. 1104 с.
5. Richard Szeliski. ComputerVision: Algorithmsand Applications. [Электронный ресурс]. URL: <http://szeliski.org/Book/> (дата обращения: 01.06.2019).
6. Шапиро Л., Стокман Дж. Компьютерное зрение. М.: Бинум, 2009. 763 с.
7. Пару слов о распознавании образов habr. [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/208090/> (дата обращения: 16.05.2019).