

## ИНФОРМАТИВНОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТОВ ФУРЬЕ В АУТЕНТИФИКАЦИИ ПО РАДУЖНОЙ ОБОЛОЧКЕ ГЛАЗА

*Валериян Швец, Андрей Фесенко, Владислав Фесенко,  
Александр Швец, Валериан Швец*

*Аутентификация человека вне всяких сомнений является актуальной задачей, практическим решением которой заняты тысячи и миллионы человек по всему миру. Автоматизация этого процесса важная составляющая развития современного общества. Задачи аутентификации и идентификации человека теперь решаются при помощи автоматических биометрических систем, составляя одну из новых областей прикладной математики, биометрическую идентификацию. В биометрической аутентификации распознавание по радужке на сегодняшний день признанный лидер по точности и надёжности среди биометрических признаков. Проанализировав недостатки обработки радужной оболочки глаза математическим аппаратом Габора, предложен новый метод выделения информативных признаков из изображения радужной оболочки преобразованием Фурье. Отличительным признаком различности радужных оболочек предлагается использовать огибающую коэффициентов Фурье. Полученные результаты показали, что огибающая коэффициентов Фурье достаточно информативна – имеет ярко выраженные максимумы, значительный разброс по амплитуде и имеет четкие отличия для изображений радужной оболочки глаза различных людей. Достоинством огибающей коэффициентов Фурье есть то, что для ее вычисления используется только пространство декартовых координат, что является естественным для обработки изображений. Огибающая коэффициентов Фурье может быть рекомендована для использования в аутентификации по радужной оболочке глаза.*

**Ключевые слова:** аутентификация, радужная оболочка глаза, биометрическая идентификация, фильтр Габора, преобразование Фурье, коэффициенты Фурье.

**Введение.** Аутентификация человека, то есть подтверждение того, что он является тем, за кого себя выдаёт, вне всяких сомнений является актуальной задачей, практическим решением которой заняты тысячи и миллионы человек по всему миру: паспортные столы, контрольно-пропускные пункты и т.п. Автоматизация этого процесса, в том числе при помощи новейших технологий – важная составляющая развития современного общества. То же самое можно сказать и о задаче идентификации, то есть установлении личности человека путём поиска его записи в базе данных. Развитие систем компьютерного зрения, цифровой обработки изображений, увеличение мощности вычислительных средств в последнее десятилетие дало возможность ставить и решать задачи автоматической регистрации, выделения, распознавания таких сложных, изменчивых, трудно моделируемых и формализуемых объектов как биометрические признаки живых организмов. Таким образом, задачи аутентификации и идентификации человека теперь решаются при помощи автоматических биометрических систем, составляя одну из новых областей прикладной математики, *биометрическую идентификацию*.

Предложено, исследуется, практически используется большое количество типов биометрических признаков, называемых *биометрическими модальностями*: рисунок папиллярных линий

пальца, изображения лица, радужной оболочки глаза (РОГ), рисунки вен сетчатки глаза, форма кисти руки, особенности походки, почерка, характеристики голоса. Многие из этих модальностей использовались в целях идентификации задолго до появления электроники и вычислительных средств.

Изображения радужки глаза среди прочих модальностей выделяются в двух отношениях [1]. С одной стороны, практическое распознавание по радужке реализовано совсем недавно, на рубеже столетия, с появлением электронных цифровых камер и достаточно мощных ЭВМ. С другой стороны, именно распознавание по радужке на сегодняшний день – признанный лидер по точности и надёжности среди биометрических признаков. Таким образом, обработка изображения радужки является наиболее быстро развивающейся областью систем биометрической идентификации.

Радужка является достаточно простым объектом для распознавания (если сравнивать с иными классами объектов). Однако с другой стороны, к системам распознавания по радужке предъявляются жёсткие требования по надёжности, точности и устойчивости выделения при наличии различных помех и изменениях условий съёмки. Устойчивость и точность определения элементов радужки на изображениях в современных системах

уже превышают эти характеристики для человека-эксперта [2, 3].

В последнее десятилетие биометрические системы, основанные на обработке изображения радужки глаза, развиваются быстрыми темпами [4–6].

Все существующие в настоящее время методы автоматического распознавания радужки глаза по её изображениям реализуют следующую схему:

- регистрация изображений глаза;
- выделение области интереса (радужки) на изображении;
- оценка качества изображения и качества выделения;
- вычисление признаков и формирование из них эталона радужки;
- сравнение двух наборов признаков.

В представленной работе не будут рассматриваться методы по регистрации изображений, выделения области интереса, оценки качества изображения, а только направление по вычислению признаков РОГ и возможность сравнения полученных наборов признаков с использованием аппарата Фурье.

**Постановка задачи.** Идея распознавать людей по радужной оболочке появилась в 1987 у доктора Джона Даугмана и была запатентована в 1989. Алгоритм распознавания для чёрно-белых глаз, состоит из двух частей – сегментация и сравнение.

Сегментация – это выделение самого глаза на фотографии или в видеопотоке. Алгоритм сегментации сильно зависит от используемого оборудования и оптической конфигурации. В отличие от сравнения, которое является математически строгой задачей, сегментация это задача со слишком большим количеством переменных. Даугман в своём патенте предлагал при сегментации искать глаз как окружность для которой градиент максимален (1) [7; 8]:

$$\text{grad} = \max_{(r, x_0, y_0)} \left| G_{\sigma}(r) * \frac{d}{dx} \oint_{r, x_0, y_0} \frac{I(x, y)}{2\pi r} ds \right|. \quad (1)$$

Здесь  $G$  – оператор гауссовского размытия изображения, а  $I(x, y)$  – само изображение,  $x_0, y_0$  – координаты центра изображения,  $r$  – радиус,  $ds$  – элементарная дуга. При этом количество гипотез, которые нужно перебирать примерно равно  $W \cdot H \cdot (R_{\max} - R_{\min})$ , где  $W$  – ширина изображения,  $H$  – его высота,  $R_{\max}$  и  $R_{\min}$  максимальные и минимальные радиусы соответственно. Алгоритм Даугмана это вывернутое наизнанку преобразование

Хафа для окружностей. В чистом виде он не применим. Преобразование Хафа само по себе не стабильно к тому же на современных процессорах Intel CORE™ i3 (использовался компьютер Fujitsu SH531 и MatLab 2015) эта операция для 1.3 мегапиксельного изображения без предварительной оптимизации составляет порядка 250 – 500 миллисекунд.

**Сравнение.** После нахождения области зрачка и радужной оболочки [3], необходимо провести сравнение с другими РОГ для этого радужка разворачивается из полярных координат в декартовую и представляется как прямоугольник для последующей фильтрации. В качестве фильтра Даугман предлагал использовать фильтр Габора, который позволяет подчеркнуть характеристические области и понизить высокочастотные шумы [7-9]. Фильтр Габора зависит от частоты и направления квазипериодической структуры изображения. Поэтому перед применением фильтра, необходимо построить частотное и ориентационное поля для текущего изображения в полярной системе координат. Обычно, для упрощения задачи рассчитывается средняя частота изображения, которая считается неизменной в каждой точке.

Для построения поля направлений может применяться несколько способов, наиболее быстрым из которых, является дифференциальный метод, позволяющий построить четырех градиентное поле направлений. Таким образом, имея частоту и 4 направления, предварительно строятся 4 фильтра Габора по одному на каждое направление. После чего в каждой точке изображения происходит свертка фильтра с изображением по определенной области, что дает выходное значение нового изображения. После фильтрации РОГ кодируют и получают двоичный код – *IrisCode*.

Методы получения *IrisCode* могут быть следующие: бинаризация по яркости пикселя РОГ (необходимо вычислять оптимальный порог бинаризации), или бинаризация с использованием 2D-вейвлетов Габора [9].

Чтобы сравнить две радужки для полученных *IrisCode* строят дистанцию Хемминга, которая является мерой корреляции объектов. Чем меньше дистанция Хемминга между двумя кодами, тем ближе друг к другу они расположены [8; 9].

Недостатком обработки РОГ аппаратом Габора то, что обработка проводится в полярной системе координат, а затем в декартовой системе

координат, но полярным аппаратом Габора, таким образом значительное время затрачивается на операции, не относящиеся к основной задаче (преобразование координатной сетки) – получение *IrisCode*.

Исходя из выше сказанного можно сформулировать **задачу для аутентификации** по РОГ – разработать метод получения информативных признаков из РОГ не используя математический аппарат Габора и оставаясь в пространстве декартовых координат.

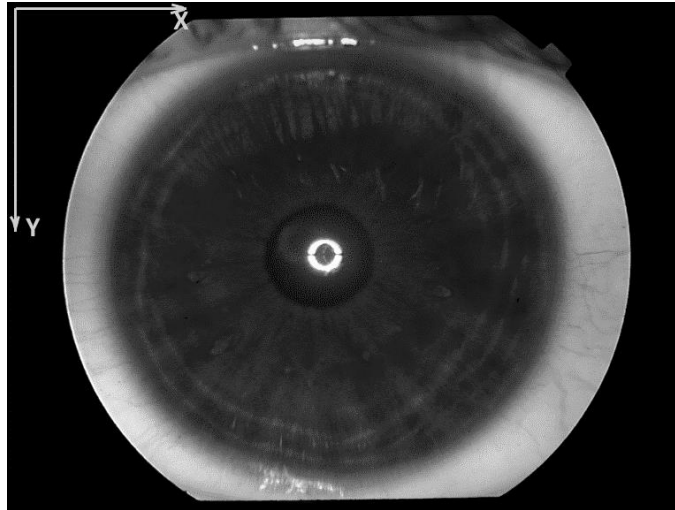


Рис. 1. Исходное цветное изображение глаза

Проанализируем изображение, с точки зрения теории обработки сигналов, по оси  $X$ , зафиксировав координату  $y$  на середине изображения. В результате имеем: зону постоянного сигнала (маска), зона изменения сигнала по амплитуде (склера и радужная оболочка), зона постоянного сигнала (зрачок), зона изменения сигнала по амплитуде (склера и радужная оболочка), зона постоянного сигнала (маска). Все зоны по координате  $x$  при  $y = \text{const}$  можно отобразить в виде графика (рис. 2).

Разложим наше цветное изображение на палитру составляющих RGB для дальнейшей работы (рис. 3), что даст возможность обрабатывать каждую из составляющих отдельно и однозначно характеризовать человека. Построим график значения яркости каждого пикселя по координатам  $XU$  для одного из цветов (рис. 4), как видим мы имеем матрицу яркости пикселя  $\mathbf{I}(N, M)$ .

Преобразуем матрицу пикселей  $\mathbf{I}$  в вектор пикселей  $\mathbf{rI}$  размерностью  $k = N \times M$ , путем конкатенации всех строк матрицы  $\mathbf{I}$ . Над вектором пикселей  $\mathbf{rI}$  проведем преобразование Фурье и получим комплексный вектор  $\mathbf{F}$  коэффициентов Фурье (2) для красного цвета:

$$\mathbf{F} = \text{fft}(\mathbf{rI}). \quad (2)$$

**Решение задачи и результаты исследований.** *Обработка.* Попробуем выделить информационные признаки РОГ не пользуясь аппаратом Габора и методами предложенными Даутманом оставаясь в декартовой системе координат.

В качестве исходных данных примем локализованное цветное изображение глаза, полученное из биометрических баз данных [10] (рис. 1), левый верхний угол имеет координаты (0,0). Изображение также можно получить с веб-камеры, а локализацию провести методом описанным в [11].

Модуль спектра (коэффициентов Фурье) вектора  $\mathbf{F}$  представлен рис. 5.

На рис. 5а представлен полный спектр, а на рис. 5б первых сто коэффициентов Фурье (ось ординат – значение коэффициента Фурье, ось абсцисс – индекс коэффициента Фурье).

Проанализировав спектры нескольких изображений и взяв во внимание то, что основная энергия сигнала сосредоточена в первых коэффициентах Фурье (рис. 5б) было принято решение усечь спектр (вектор  $\mathbf{F}$ ) до 128 коэффициентов (3) и коэффициент Фурье  $\mathbf{F}(0)$  приравнять к нулю, из теории сигналов это постоянная составляющая, которая не несет информации:

$$\mathbf{F}'(k) = \mathbf{F}(k), \quad k = 0 \div 127. \quad (3)$$

Проведем анализ изображения РОГ другого человека (рис. 6).

Значения первых ста коэффициентов Фурье изображения глаза второго человека представлены на рис. 7.

Визуально видно, что коэффициенты Фурье двух изображений РОГ отличаются (рис. 5б и рис. 7), однако проводить сравнение двух РОГ в таком виде не удобно – разный масштаб и огибающая коэффициентов Фурье (ОгКФ) малоинформативна. Для повышения информативности проведем операцию преобразования Фурье над

набором коефіцієнтів  $\mathbf{F}'$  (4), результат якого приведено на рис. 8:

$$i\mathbf{R} = \text{fft}(\mathbf{F}'). \quad (4)$$

Проведемо такі ж перетворення для зеленого і синього кольорів, а результат виведемо на один графік (рис. 9).

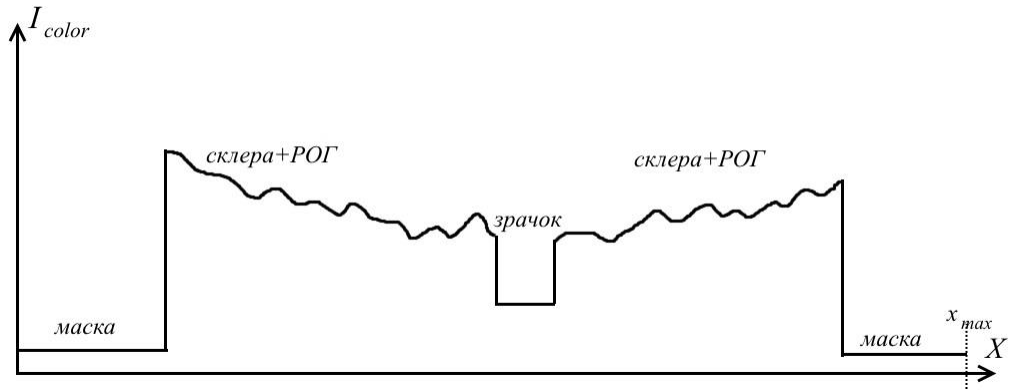


Рис. 2 Изменение цвета в изображении

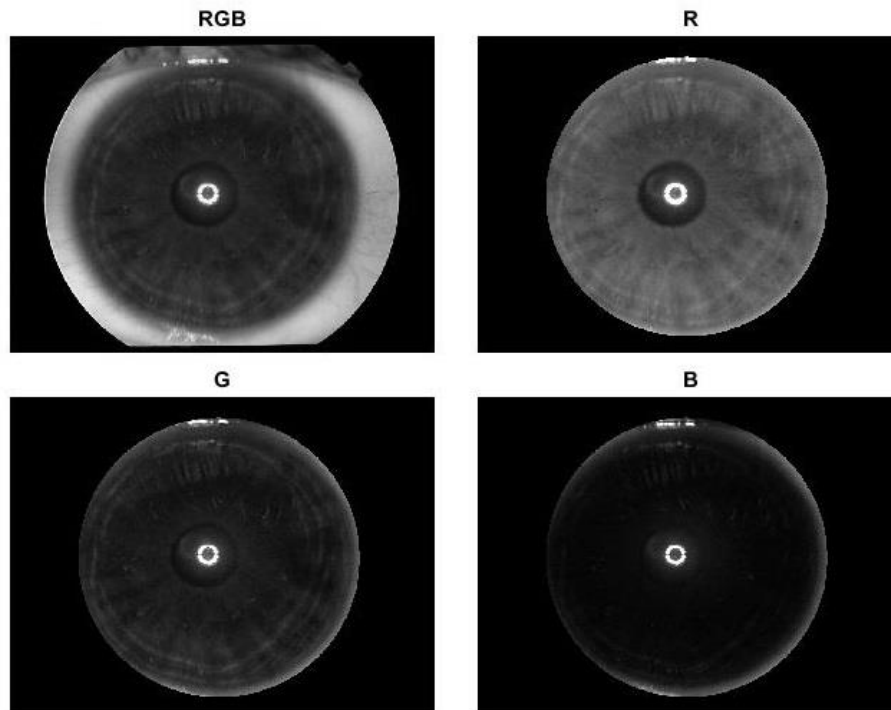


Рис. 3. Разложение цветного изображения на составляющие

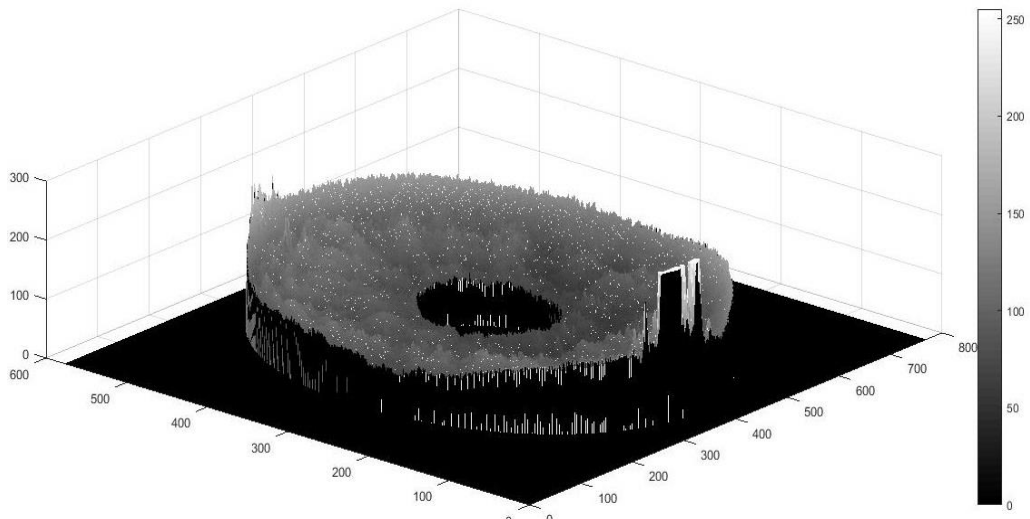


Рис. 4. Матрица яркости пикселя в одноцветном изображении (красный цвет)

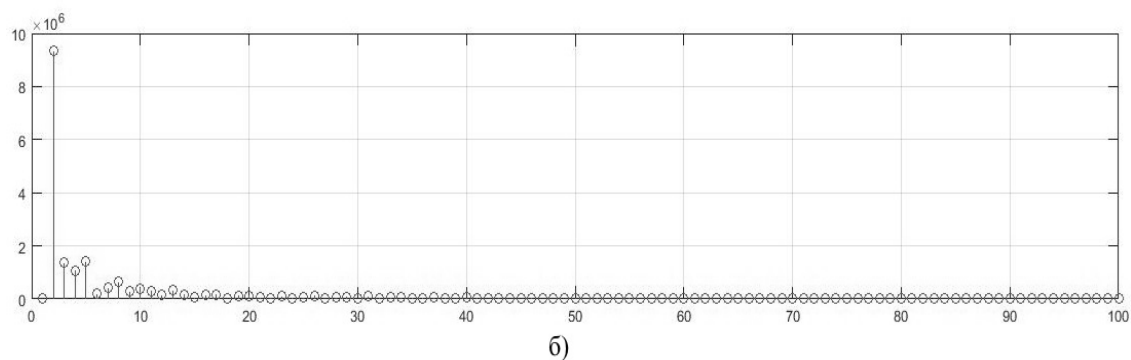
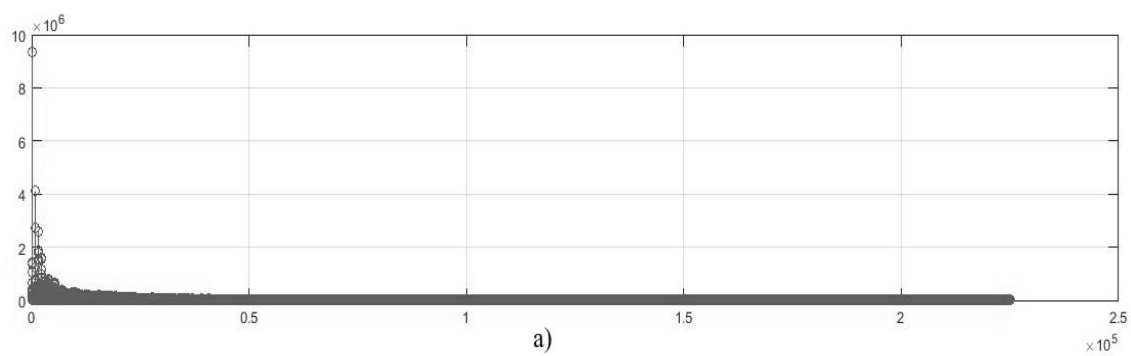


Рис. 5. Коэффициенты Фурье изображения РОГ на рис. 3 (красный цвет)

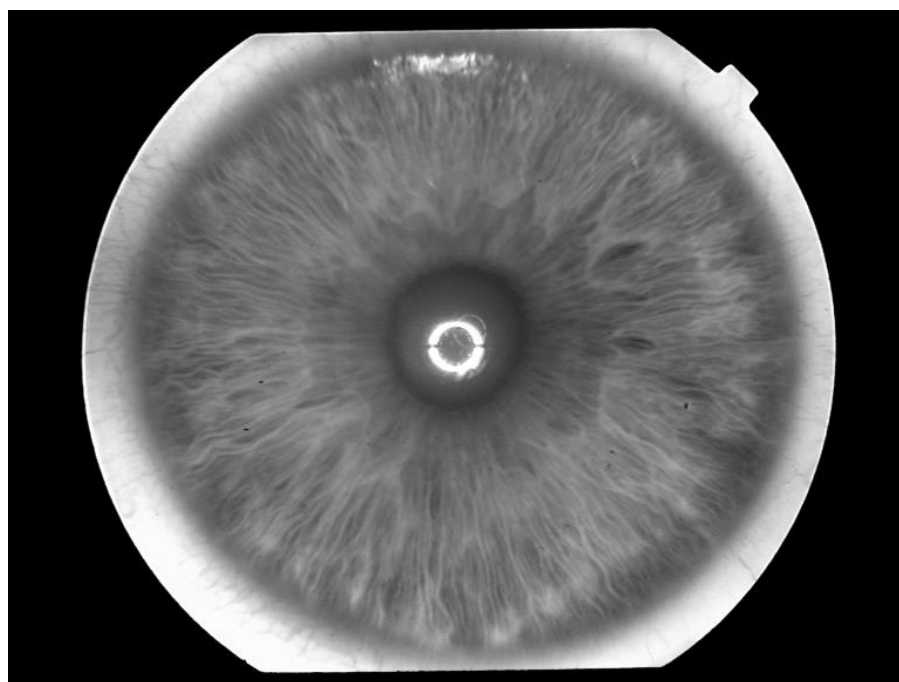


Рис. 6. Изображение глаза другого человека

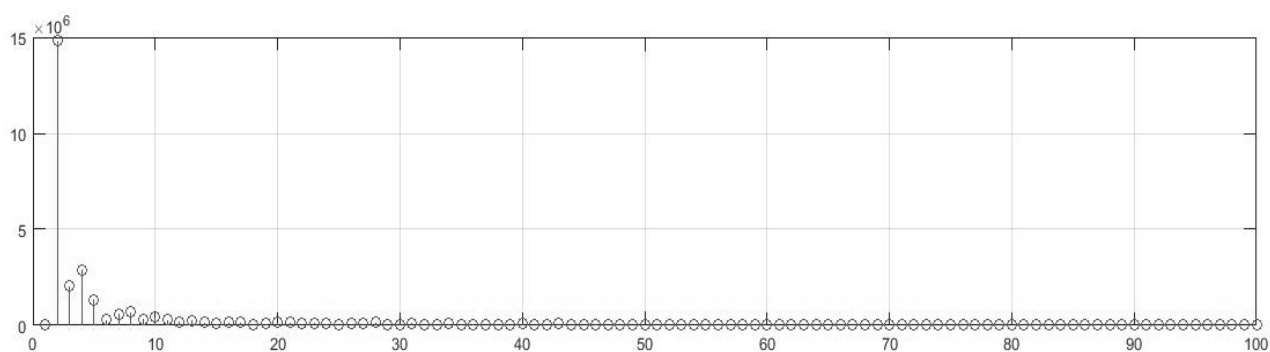


Рис. 7. Коэффициенты Фурье изображения глаза второго человека

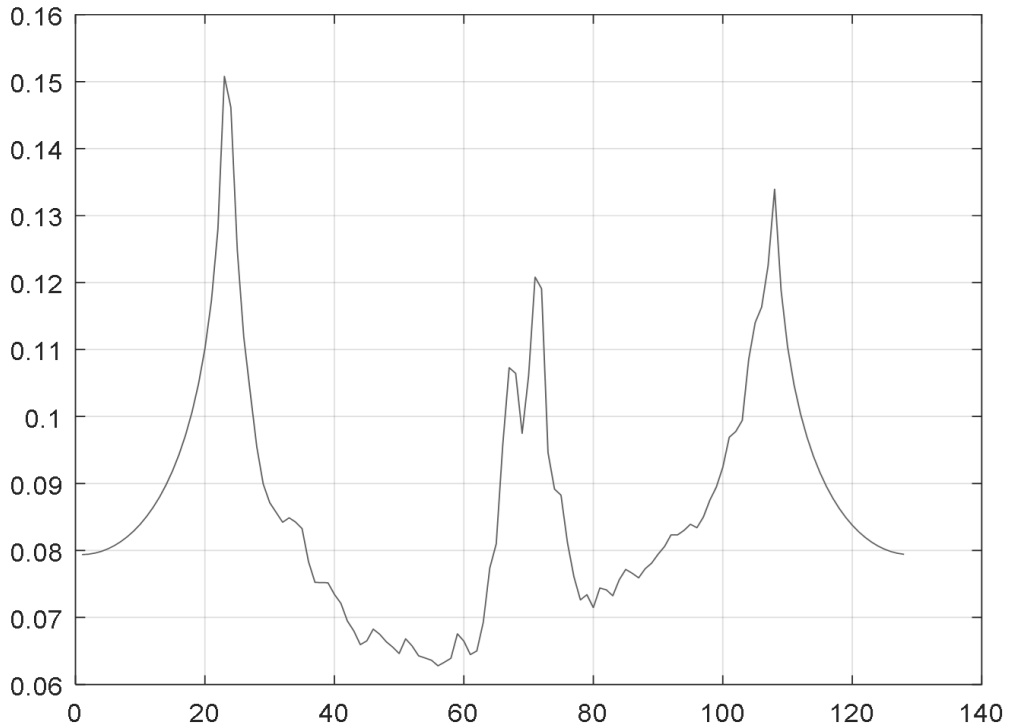


Рис. 8. Результат преобразования Фурье над вектором  $F'$  изображение 1 (рис. 1)

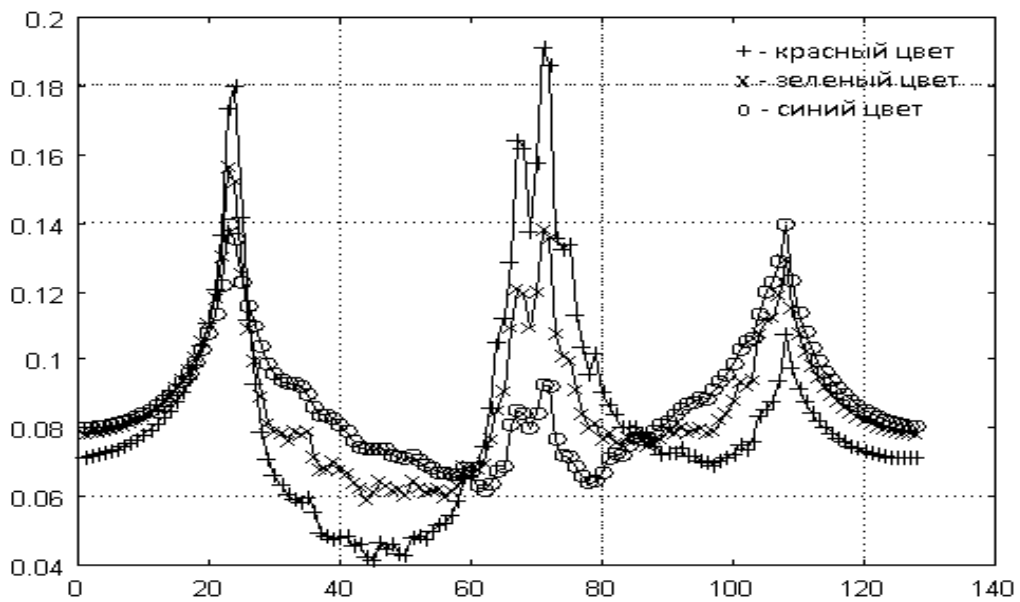


Рис. 9. Огибающая коэффициентов Фурье для красного, зеленого и синего цветов для первого изображения RGB (рис. 1)

Из рисунка видно, что характер изменения кривых практически одинаковый, максимальные значения коэффициентов Фурье для всех цветов по индексам совпадают (горизонтальная ось).

Проанализировав характер ОгКФ практически ста изображений RGB в цветовой палитре RGB был сделан вывод о возможности обработки

RGB в оттенках серого изображения основываясь на том, что получение оттенков серого использует следующее выражение  $Y = 0,299R + 0,587G + 0,114B$ .

Проведем преобразование Фурье над изображением RGB в оттенках серого результат, которого представлен на рис. 10.

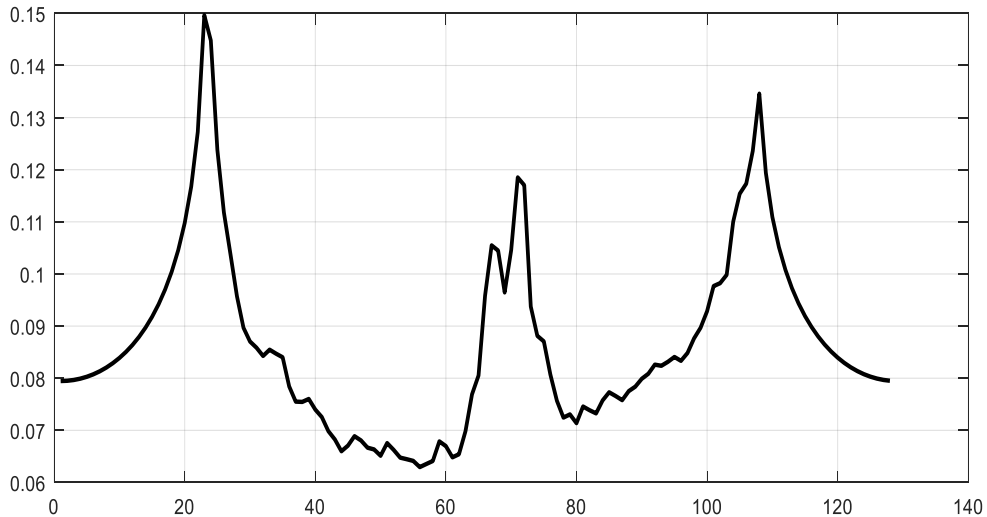


Рис. 10. Огибающая коэффициентов Фурье для первого изображения РОГ (рис. 1) в оттенках серого

Оценивая результаты представленные на рис. 8 и рис. 10 видим совпадение характера ОгКФ РОГ из чего можно сделать вывод, что возможно и достаточно проводить обработку изображения РОГ в сером цвете, ОгКФ имеет достаточно выраженное изменение по амплитуде, которое можно использовать для характеристики человека.

Тогда для получения ОгКФ предлагается следующая методика:

- получение прямоугольного изображения с камеры с определенными размерами  $\mathbf{I}(x, y)$ ;
- сегментация, выделение области РОГ и получение информационного вектора  $\mathbf{rI}$ ;
- проведение операции преобразования Фурье над информационным вектором, вычисление вектора  $\mathbf{F}$ ;

– усеменение вектора  $\mathbf{F}$  и проведение операции преобразования Фурье над вектором  $\mathbf{F}$ , вычисление вектора  $\mathbf{F}'$ .

По приведенной методике получим и представим на рисунке ОгКФ для нескольких изображений одной РОГ (рис. 11), а также ОгКФ изображений РОГ различных людей (рис. 12). Исходя из результатов представленных на рис. 8 – 11, можно сделать вывод, что ОгКФ РОГ достаточно информативна – имеет ярко выраженные максимумы, значительный разброс значений по амплитуде, которые можно использовать при сравнении.

Получим ОгКФ РОГ различных людей по методике описанной выше, а результат представим на рисунке (рис. 12).

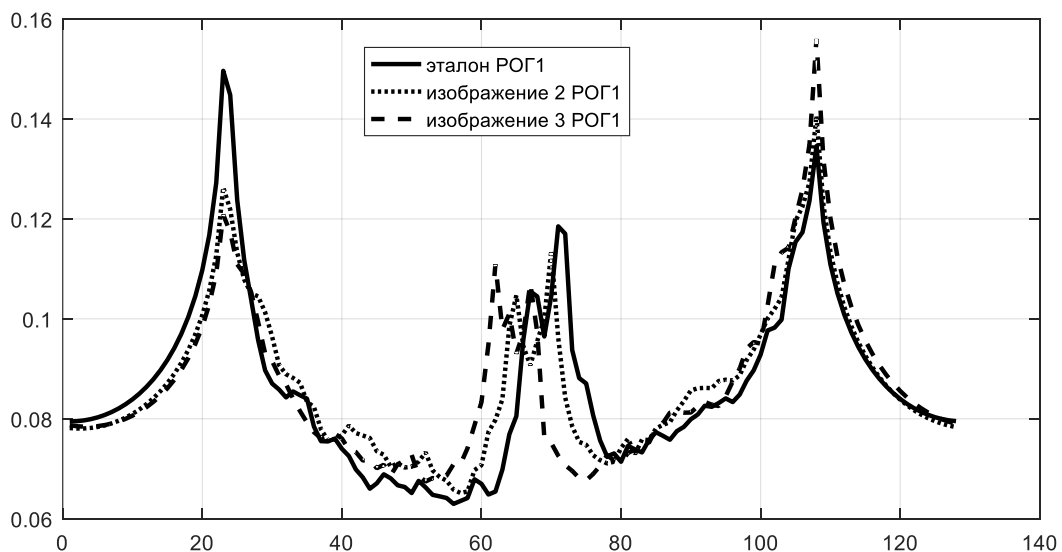


Рис. 11. Огибающая коэффициентов Фурье нескольких изображений РОГ одного человека

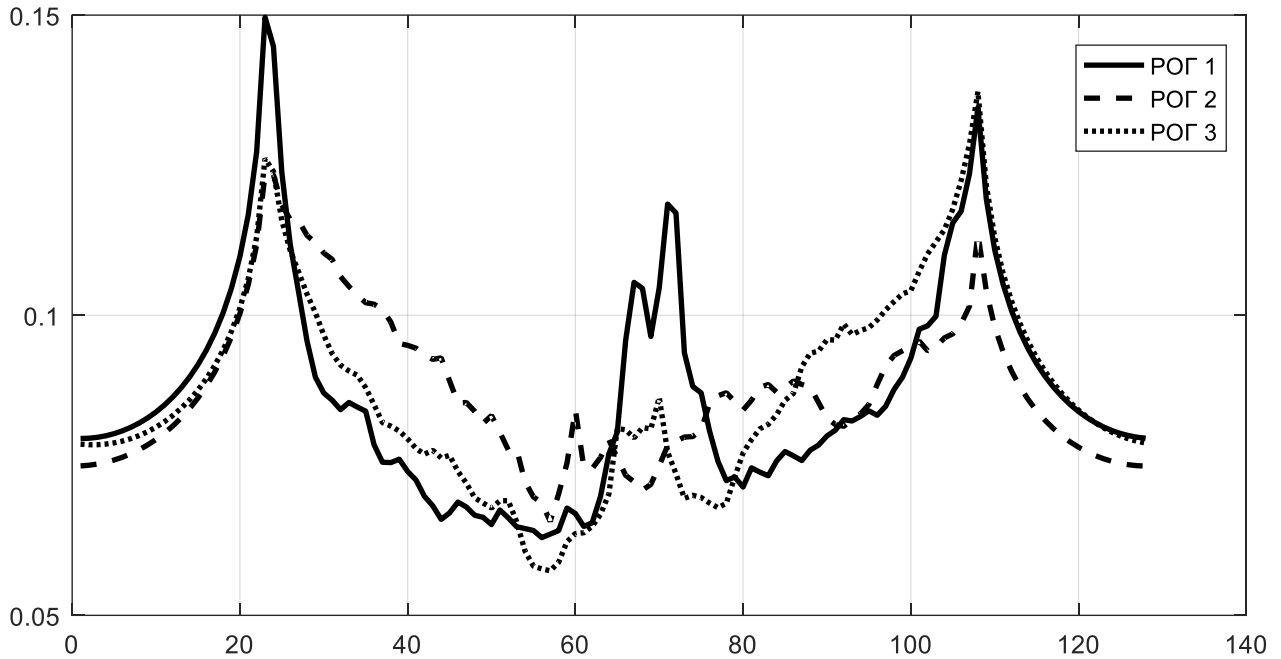


Рис. 12. Огибающая коэффициентов Фурье изображений РОГ различных людей

Использование ОгКФ имеет свои достоинства: проведение всех операций только в декартовой системе координат, отсутствие сегментации РОГ, отказ от использования сложных фильтров Габора, однако есть и недостаток – использование преобразования Фурье над большим вектором входных данных в классическом базисе (базисе дискретно-экспоненциальных функций). Поэтому возникают некоторые ограничения: желательно использовать входное изображение размерностью  $2^k$  по осям  $x$  и  $y$ , где  $k \in 7 \div 9$  (определено экспериментальным путем) это дает возможность использовать только быстрые алгоритмы преобразования Фурье, РОГ должна быть локализована на изображении глаза или лица.

#### Направление дальнейших исследований.

Для дальнейшего применения ОгКФ в аутентификации по РОГ необходимо провести исследования по увеличению быстродействия вычисления преобразования Фурье – это использование целочисленных базисов Уолша, а так же базиса вещественно-мнимых функций [12], определения способа сравнения ОгКФ изображений РОГ различных людей, собрать достаточные статистические данные для достоверной аутентификации по РОГ. Провести исследования по сравнению быстродействия метода обработки РОГ предложенным проф. Дж. Даутманом и методом основанным на преобразовании Фурье.

**Выводы.** В работе представлены результаты исследования коэффициентов Фурье полученных при обработке изображения РОГ и оценка их информативности. Полученные результаты показали, что огибающая коэффициентов Фурье достаточно информативна – имеет ярко выраженные максимумы, значительный разброс по амплитуде и имеет четкие отличия для изображений РОГ различных людей. Достоинством ОгКФ есть то, что для ее вычисления используется только пространство декартовых координат, что является естественным для обработки изображений, в работах [7 – 9] используется полярная система координат. Огибающая коэффициентов Фурье может быть рекомендована для использования в аутентификации по радужной оболочке глаза.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вельховер Е.С., Шульпина Н.Б., Алиева З.А., Ромашов Ф.Н. Ириодиагностика. – М.: Медицина, 1988. – 240 с.
- [2]. Flom L., Safir A. Iris recognition system // United States Patent 4641349. Filed February 20, 1985.
- [3]. Daugman J. High confidence visual recognition of persons by a test of statistical independence [Электронный ресурс] // IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 15, NO 11, NOVEMBER 1993. P. 1148 – 1160. Режим доступа: World Wide Web. – URL: <http://www.cl.cam.ac.uk/~jgd1000/PAMI93.pdf>.



- [4]. Bowyer K.W., Hollingsworth K., Flynn P.J. Image understanding for iris biometrics: a survey // *Computer Vision and Image Understanding*. 2008. V.110. N.2. P.281-307.
- [5]. Bowyer K.W., Hollingsworth K., Flynn P.J. A Survey of Iris Biometrics Research: 2008-2010, in *Handbook of Iris Recognition*, Mark Burge and Kevin W. Bowyer, editors, Springer, 2012.
- [6]. Labati R.D., Genovese A., Piuri V., Scotti F. Iris segmentation: state of the art and innovative methods // *Intelligent Systems Reference Library*. 2012. V.37.P.151–182.
- [7]. Daugman J. and Cathryn Downing Epigenetic randomness, complexity, and singularity of human iris patterns [Електронний ресурс] // *Proceedings of the Royal Society, Biological Sciences*, P. 1737 - 1740. Режим доступу: World Wide Web. – URL: <http://www.cl.cam.ac.uk/~jgd1000/roysoc.pdf>.
- [8]. Daugman J. Biometric decision landscapes [Електронний ресурс] // *Technical Report No. TR482, University of Cambridge Computer Laboratory* Режим доступу: World Wide Web. – URL: <http://www.cl.cam.ac.uk/techreports/UCAM-CL-TR-482.pdf>.
- [9]. Daugman J. Demodulation by complex-valued wavelets for stochastic pattern recognition [Електронний ресурс] // *Int'l Journal of Wavelets, Multi-resolution and Information Processing*, 1(1), P. 1-17. Режим доступу: World Wide Web. – URL: <http://www.cl.cam.ac.uk/~jgd1000/patrec.pdf>.
- [10]. Biometrics Ideal Test [Електронний ресурс] // Режим доступу: World Wide Web. – URL: [biometrics.idealtest.org/findTotalDbByMode.do?mode=Iris](http://biometrics.idealtest.org/findTotalDbByMode.do?mode=Iris).
- [11]. Швець В. А. Выделение характерных фрагментов на изображении лица человека [Текст] / В. А. Швець, В. В. Васянович, Т. В. Нимченко // *Захист інформації*. – 2015. – №4, Том 17. – С. 27 – 31.
- [12]. Швець В. А. Исследование и разработка целочисленных квазигармонических базисов спектрального анализа в задачах обнаружения-измерения доплеровско-импульсных радиолокационных сигналов: Автореф... дис. канд. техн. наук. — Киев: КМУГА, 1996. — 20 с.
- NOVEMBER 1993. P. 1148 – 1160. – Access mode: World Wide Web. – URL: <http://www.cl.cam.ac.uk/~jgd1000/PAMI93.pdf>.
- [4]. Bowyer K.W., Hollingsworth K., Flynn P.J. Image understanding for iris biometrics: a survey // *Computer Vision and Image Understanding*. 2008. V.110. N.2. P.281-307.
- [5]. Bowyer K.W., Hollingsworth K., Flynn P.J. A Survey of Iris Biometrics Research: 2008-2010, in *Handbook of Iris Recognition*, Mark Burge and Kevin W. Bowyer, editors, Springer, 2012.
- [6]. Labati R.D., Genovese A., Piuri V., Scotti F. Iris segmentation: state of the art and innovative methods // *Intelligent Systems Reference Library*. 2012. V.37.P.151–182.
- [7]. Daugman J. and Cathryn Downing Epigenetic randomness, complexity, and singularity of human iris patterns [Electronic resource] // *Proceedings of the Royal Society, Biological Sciences*, P. 1737 - 1740. – Access mode: World Wide Web. – URL: <http://www.cl.cam.ac.uk/~jgd1000/roysoc.pdf>.
- [8]. Daugman J. Biometric decision landscapes [Electronic resource] // *Technical Report No. TR482, University of Cambridge Computer Laboratory*. – Access mode: World Wide Web. – URL: <http://www.cl.cam.ac.uk/techreports/UCAM-CL-TR-482.pdf>.
- [9]. Daugman J. Demodulation by complex-valued wavelets for stochastic pattern recognition [Electronic resource] // *Int'l Journal of Wavelets, Multi-resolution and Information Processing*, 1(1), P. 1-17. – Access mode: World Wide Web. – URL: <http://www.cl.cam.ac.uk/~jgd1000/patrec.pdf>.
- [10]. Biometrics Ideal Test [Electronic resource] // Access mode: World Wide Web. – URL: [biometrics.idealtest.org/findTotalDbByMode.do?mode=Iris](http://biometrics.idealtest.org/findTotalDbByMode.do?mode=Iris).
- [11]. Shvets V. A. Vydelenie kharakternykh fragmentov na izobrazhenii litsa cheloveka [Text] / V. A. Shvets, V. V. Vasyanovich, T. V. Nimchenko // *Zakhyst informatsii*. – 2015. – №4, Том 17. – С. 27 – 31.
- [12]. Shvets V. A. Issledovanie i razrabotka tselochislennykh kvazigarmonicheskikh bazisov spectralnogo analiza v zadachakh obnaruzheniya-izmereniya dopplerovskikh signalov: Avtoref... dis. kand. tekh. nauk. — Kiev: KMUGA, 1996. — 20 с.

## REFERENCES

- [1]. [Vitkhovet E. S., Shulpina N. B., Alieva Z. A., Romashov F. N. Iridiagnostika. – M.: Mtditsina, 1988. – 240 с.
- [2]. Flom L., Safir A. Iris recognition system // United States Patent 4641349. Filed February 20, 1985.
- [3]. Daugman J. High confidence visual recognition of persons by a test of statistical independence [Electronic resource] // *IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 15, NO 11,

## ІНФОРМАТИВНІСТЬ КОЕФІЦІЄНТІВ ФУР'Є В АУТЕНТИФІКАЦІЇ ПО РАЙДУЖНІЙ ОБОЛОНЦІ ОКА

Аутентифікація людини поза всяких сумнівів є актуальною задачею, практичним вирішенням якої зайняті тисячі і мільйони людей по всьому світу. Автоматизація цього процесу важлива складова розвитку сучасного суспільства. Задачі аутентифікації

і ідентифікації людини тепер вирішуються за допомогою автоматичних біометричних систем, складаючи одну з нових областей прикладної математики, біометричну ідентифікацію. У біометричній аутентифікації розпізнавання по райдужці на сьогоднішній день визнаний лідер по точності і надійності серед біометричних ознак. Аналізуючи недоліки обробки райдужної оболонки ока математичним апаратом Габора запропоновано новий метод виділення інформативних ознак зображення райдужної оболонки перетворенням Фур'є. Відмінною ознакою відмінності райдужних оболонок пропонується використовувати огинаючу коефіцієнтів Фур'є. Отримані результати показали, що огинає коефіцієнтів Фур'є досить інформативна – має яскраво виражені максимуми, значний розкид по амплітуді і має чіткі відмінності для зображень різних людей. Перевагою обвідна коефіцієнтів Фур'є є те, що для її обчислення використовується тільки простір декартових координат, що є природним для обробки зображень. Огинаюча коефіцієнтів Фур'є може бути рекомендована для використання у аутентифікації по райдужній оболонці ока. **Ключові слова:** аутентифікація, райдужна оболонка ока, біометрична ідентифікація, фільтр Габора, перетворення Фур'є, коефіцієнти Фур'є.

#### THE INFORMATION CONTENT OF THE FOURIER COEFFICIENTS IN THE AUTHENTICATION BY THE IRIS OF THE EYE

Authentication of a person without a doubt is an actual problem, a practical solution which employs thousands and millions of people worldwide. Automation of this process is an important component of the development of modern society. The tasks of authentication and identification of the person now being done with automatic biometric systems, constituting one of the new areas of applied mathematics, biometrics identification. In the biometric authentication detection iris today recognized as the leader in accuracy and reliability among biometric characteristics. Analyzing the disadvantages of processing the iris of the eye the mathematics of Gabor. This paper proposes a new selection method of informative features from the image of the iris the Fourier transform. Distinguishing feature of different irises are encouraged to use the envelope of the Fourier coefficients. The results showed that the envelope of the Fourier coefficients quite informative and has pronounced maxima, the large variation in amplitude and has a clear distinction for images of iris of different people. The advantage of the envelope of the Fourier coefficients is that for its calculation uses only

the space of Cartesian coordinates, which is natural for image processing. The envelope of the Fourier coefficients can be recommended for use in authentication by the iris of the eye.

**Keywords:** authentication, iris, biometric identification, Gabor filter, Fourier transformation, Fourier coefficients.

**Швец Валеріян Анатолієвич**, к.т.н., доц., доцент кафедри засобів захисту інформації Національного авіаційного університету.

E-mail: hvan@nau.edu.ua

**Швец Валеріян Анатолієвич**, к. т. н., доц., доцент кафедри засобів захисту інформації Національного авіаційного університету.

**Shvets Valerian**, PhD in Eng., Associate Professor of Academic Department information security, National Aviation University.

**Фесенко Андрей Алексеевич**, асистент кафедри кібербезпеки та захисту інформації Національного університету ім. Т. Г. Шевченка.

E-mail: a.fesenko@meta.ua

**Фесенко Андрій Олексійович**, асистент кафедри кібербезпеки та захисту інформації Національного університету ім. Т. Г. Шевченка.

**Fesenko Andrei**, assistant of the Department of cybersecurity and information security National University. T. G. Shevchenko.

**Фесенко Владислав Алексеевич**, студент Національного авіаційного університету.

E-mail: v.fesenko@bk.ru

**Фесенко Владислав Олексійович**, студент Національного авіаційного університету.

**Fesenko Vladislav**, student National aviation University.

**Швец Александр Валерієвич**, студент Національного авіаційного університету.

E-mail: exundera@yandex.ru

**Швец Олександр Валерієвич**, студент Національного авіаційного університету.

**Shvets Alexander**, student National aviation University.

**Швец Валеріан Валерієвич**, студент Європейського університету.

E-mail: hvan@nau.edu.ua

**Швец Валеріан Валерієвич**, студент Європейського університету.

**Shvets Valerian**, student, European University.