

РОЗРОБКА МЕТОДУ ЗАМИКАННЯ ЛІНІЇ ПРОЙМИ В ДОВІЛЬНОМУ ЧОТИРИКУТНИКУ В ХОДІ ПРОЕКТУВАННЯ ЖІНОЧОГО ПЛЕЧОВОГО ОДЯГУ

Пропонується універсальний алгоритм замикання плоскої лінії пройми жіночого плечового одягу на основі відрізків еліпса. Враховуються варіанти розміщення частин пройми в довільному опуклому чотирикутнику. Запропонований алгоритм дозволяє будувати такі лінії зі значеннями проєкційного дискримінанту в діапазоні (0,0.5).

Ключові слова: пройма, контрольні точки, окат рукава, алгоритм, опуклість, проєкційний дискримінант.

M.S. VYNNYCHUK, M.V. KOLOSNIHENKO

Kyiv National University of Technologies and Design

DEVELOPMENT METHOD CIRCUIT IN THE ARBITRARY QUADRILATERAL ARMHOLES OF PROJECTING WOMEN CLOTHING

Abstract - The purpose of the article is to develop a method of circuit lines in an arbitrary quadrangle armhole based ellipse segments. Algorithms for constructing line using armhole at each site of the fourth part of an ellipse or circle, limit values and discriminant projection techniques such need clarification. The result of this clarification should be able to build armhole line segments ellipse with values below the projection discriminant value $\sqrt{2}-1$ and discriminant projection for values greater than this value, build armhole line without inserts segments. It is shown that for an armhole line of flat, located in an arbitrary quadrangle can be used ellipse segments. The proposed algorithm allows to build such lines discriminant projection for values in the range (0,0.5) and can be used to build a plane armhole line in automated systems designing clothes.

Keywords: armhole, control points, head sleeve, an algorithm, bulge, projection discriminant.

Постановка проблеми

Вузол «пройма – окат рукава» є одним з основних формотворчих та найбільш складних вузлів виробу, де конфігурація лінії пройми є визначальною. В даній роботі розглядається спосіб автоматизованої побудови замкненої плоскої лінії пройми при її розміщенні в довільному чотирикутнику на основі відрізків еліпса.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

В традиційних методиках конструювання одягу [1–4] лінія пройми будується на розгортці конструкції на площині, вписується в прямокутник, а всі контрольні точки пройми знаходяться на його сторонах; ділянки лінії пройми між критичними точками з'єднуються опуклою лінією, що проходить на деякій відстані (як правило задається великий діапазон значень) від певної прямої, що сполучає контрольні точки.

На основі аналізу літератури встановлено, що розрахунково-графічні методи відрізняються один від одного кількістю та видом використаних вимірів фігури, розрахунковими формулами. Побудова конструкцій за певним автором здійснюється за багатьма параметричними залежностями, які в деяких випадках не мають наукового підґрунтя. Контрольні точки лінії пройми визначаються антропометричними характеристиками фігури і до кожної з точок додатково необхідно визначати кути нахилу дотичних. В такому разі перша умова може виконуватись тільки у випадках, коли кут нахилу дотичних є 0° або 90° , що є винятками. Друга ж умова показує, що до кривої майже немає вимог, крім її опуклості [1–4].

Більш досконалими є алгоритми побудови лінії пройми, описані в роботах [2, 5, 6]. В роботі Є.Б. Коблякової [2] описується алгоритм, згідно з яким лінія пройми між двома критичними точками, розміщеними на сторонах прямокутника, будується за допомогою дуг кола та прямолінійних відрізків, де коло проходить через задану проміжну точку.

При побудові лінії пройми за методикою, описаною в роботі О.А. Богушка [5], вона будується дугами еліпса, що розміщується в прямокутнику, де центр еліпса є однією з вершин, і крива проходить через задану проміжну точку. Такий спосіб є точнішим, хоча і в ньому дуги еліпсів сполучаються прямолінійними відрізками.

В роботі М.М. Раздомахіна [6] пройма вписується в прямокутник, місцезнаходження контрольних точок визначається за допомогою коефіцієнтів моделювання, які знаходяться в деяких межах. Автор вважає, що коефіцієнти з визначення точок дотику лінії пройми до сторін прямокутника забезпечують можливість «тонкого» регулювання положення контрольних точок.

Для перших двох методів характерна наявність відрізків прямих, які насправді відсутні в лінії пройми, крім того в даних методах контрольні точки вибираються в точках дотику лінії пройми до сторін прямокутника, хоча, насправді «антропометричні» контрольні точки не обов'язково відповідають цим вимогам.

В роботі [7] розроблено алгоритм, у відповідності з яким замкнена лінія пройми будується як кусково-лінійна. Тоді форма лінії залежить від числа її розбиттів точками (рис. 1), що будуються за допомогою запропонованого в роботі алгоритму. Тобто, актуальною є задача дослідження можливостей

використання відрізків еліпса для побудови ліній пройма, в тому числі для випадків її розміщення в довільному чотирикутнику.

Формулювання цілей статті

Для побудови лекал на практиці користуються лекальними кривими, які є кривими другого порядку. В якості таких кривих при побудові лінії плоскої пройма частіше всього вибирають відрізки еліпса. Завданням даного дослідження є визначення області використання відрізків еліпса в залежності від значення проекційного дискримінанта.

Основна частина

Загально прийнято використовувати при побудові лінії пройма криві другого порядку – відрізки еліпсів, парабол, гіпербол. При використанні «ручних» способів побудови лінії пройма для цього використовують лекала, тобто будуються лекальні криві, що є кривими другого порядку.

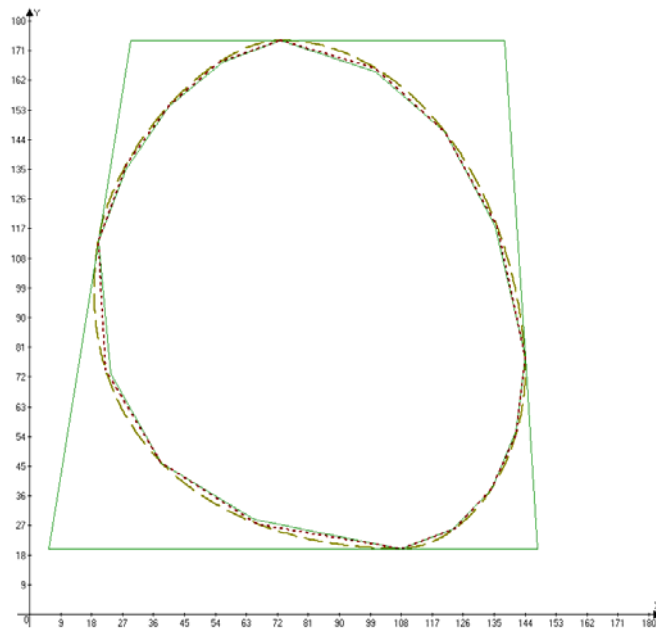


Рис. 1. Побудова профільної проекції лінії пройма

У випадку автоматизованої побудови замкненої лінії пройма у прямокутнику відомі способи її побудови використовують положення (координати) умовних критичних точок та будують частини лінії замкненої пройма:

- або на основі частин кола із вставками відрізків (радіусографія),
- або на основі відрізків еліпса, де сторони прямокутника паралельні осям еліпса.

Для таких варіантів навіть без вставок додаткових відрізків прямих отримуємо значення проекційного дискримінанта, яке дорівнює значенню проекційного дискримінанта для кола і дорівнює $\sqrt{2} - 1 \approx 0.4142$.

Такий висновок впливає із того, що проекційний дискримінант не змінюється при лінійних перетвореннях координат типу $u = k_1y + k_2z + b_1$, $v = -k_2y + k_1z + b_2$.

Дійсно, це очевидно для випадку переносу початку координат ($u=y+b_1$, $v=z+b_2$), чи повороту системи координат ($u = k_1y + k_2z$, $v = -k_2y + k_1z$, де $k_1^2 + k_2^2 = 1$), коли не змінюються відстані між точками.

У випадку кривих другого порядку, при пропорційному збільшенні осей, пропорційно змінюються відповідні точки кривих

$$\frac{(y - y_0)^2}{a^2} + \frac{(z - z_0)^2}{b^2} = \frac{(k_1(y - y_0))^2}{(k_1a)^2} + \frac{(k_2(z - z_0))^2}{(k_2b)^2} = 1,$$

де y_0, z_0 – координати деякої точки S (рис. 2).

Якщо $S(y_0, z_0)$ вибрати на продовженні лінії, що проходить із точки H через середину відрізка AB точку O , та помістити в неї центр координат, то при перетвореннях $u = k_1(y - y_0)$, $v = k_2(z - z_0)$ точки A, B, O, F та H перейдуть у точки A', B', O', F' та H' із координатами:

$$A'((k_1(y_A - y_0) + y_0), (k_2(z_A - z_0) + z_0)),$$

$$B'((k_1(y_B - y_0) + y_0), (k_2(z_B - z_0) + z_0)),$$

$$O'((k_1(y_O - y_0) + y_0), (k_2(z_O - z_0) + z_0)),$$

$$F'((k_1(y_F - y_0) + y_0), (k_2(z_F - z_0) + z_0)),$$

$$H'((k_1(y_H - y_0) + y_0), (k_2(z_H - z_0) + z_0)),$$

де точка O' буде серединою відрізка $A'B'$, для координат точки F' матиме місце співвідношення:

$$u_{F'} / v_{F'} = k_1 (y_F - y_0) / k_2 (z_F - z_0),$$

тобто точка F' лежатиме на прямій, що проходить через точки H' та O' .

Оскільки при перетвореннях координат точку початку координат (y_0, z_0) вибрано на прямій, що сполучає точки O та H , то

$$\begin{aligned} (y_O - y_0)/(z_O - z_0) &= (y_F - y_0)/(z_F - z_0) = \\ (y_H - y_0)/(z_H - z_0) &= m, \end{aligned}$$

де m – деяке число (кутовий коефіцієнт прямої OH).

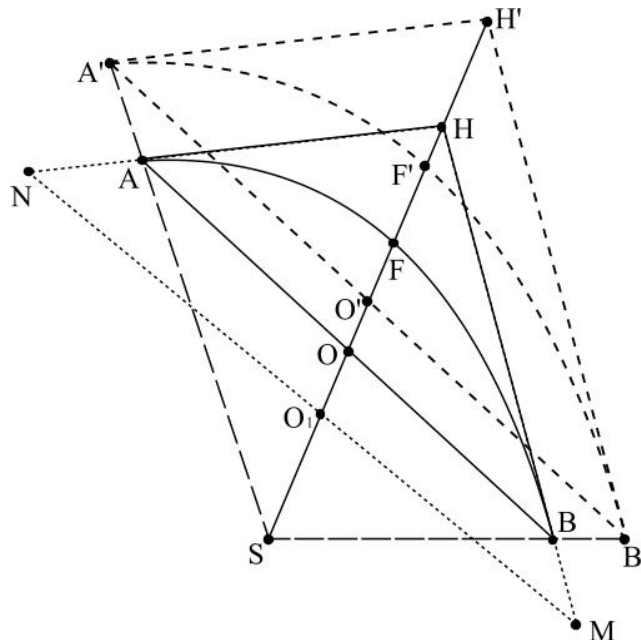


Рис. 2. Пропорційне перетворення частин еліпса

А тому для відношення відрізків $|O'F'| / |O'H'|$ має місце співвідношення

$$\begin{aligned} \frac{|O'F'|^2}{|O'Y'|^2} &= \frac{\left| \left((k_1(y_O - y_0) + y_0) - (k_1(y_F - y_0) + y_0) \right)^2 + \left((k_2(z_O - z_0) + z_0) - (k_2(z_F - z_0) + z_0) \right)^2 \right|}{\left| \left((k_1(y_O - y_0) + y_0) - (k_1(y_H - y_0) + y_0) \right)^2 + \left((k_2(z_O - z_0) + z_0) - (k_2(z_H - z_0) + z_0) \right)^2 \right|} = \\ &= \frac{\left| \left((k_1(y_O - y_F))^2 + (k_2(z_O - z_F))^2 \right) \right|}{\left| \left((k_1(y_O - y_H))^2 + (k_2(z_O - z_H))^2 \right) \right|} = \frac{(y_O - y_F)^2 |k_1^2 + (k_2 m)^2|}{(y_O - y_H)^2 |k_1^2 + (k_2 m)^2|} = \frac{(y_O - y_F)^2}{(y_O - y_H)^2} = \frac{|OF|^2}{|OY|^2} = f^2 \end{aligned}$$

що і слід було показати.

Додаткові вставки відрізків значення проєкційного дискримінанта завжди тільки збільшують (рис.1).

$$\frac{|O_1F|}{|O_1H|} = \frac{|O_1O| + |OF|}{|O_1O| + |OH|} > \frac{|OF|}{|OH|} = f$$

Отже, алгоритми побудови лінії проймаї із використанням в кожній з ділянок четвертої частини еліпса чи кола, обмежує значення проєкційного дискримінанта знизу значенням $\sqrt{2} - 1$ і такі методики потребують уточнення. Результатом цього уточнення повинна бути можливість побудови лінії проймаї відрізками еліпса із значеннями проєкційного дискримінанта меншими за величину $\sqrt{2} - 1$, а при значеннях проєкційного дискримінанта більшого за число $\sqrt{2} - 1$ будувати лінію проймаї без вставок відрізків.

Зазначимо також, що у випадку довільного чотирикутника для побудови лінії проймаї на основі відрізків еліпса, відомі методики не можуть бути використані, оскільки потребує вирішення проблема вибору орієнтації осей еліпса, коли кут між сторонами чотирикутника не є прямим. Тобто не можна скористатися четвертою частиною лінії еліпса, а вибір такої частини повинен бути обґрунтований. На рис. 3 наведено приклади використання різних відрізків еліпса при одних і тих же положеннях критичних точок. Як видно із рис.3 існує багато варіантів побудови такого еліпса, де в різних варіантах різними є значення проєкційного дискримінанта: $f_1 = OF_1 / OP = 0,2575$; $f_2 = OF_2 / OP = 0,3398$; $f_3 = OF_3 / OP = 0,4161$.

Для побудови ділянки лінії проймаї з використанням відрізка еліпса скористаємося наступним:

- у рівнобедреному трикутнику висота перпендикулярна до основи і ділить її пополам і тому еліпс, одна з осей якого паралельна основі, а інша лежить на прямій, що проходить через висоту трикутника, одночасно дотикається до обох бічних сторін трикутника;
- елементарні перетворення координат, такі як перенос точки центру координат, пропорційне збільшення чи зменшення масштабу кожної з осей, а також поворот осей координат не змінюють значення проєкційного дискримінанта.

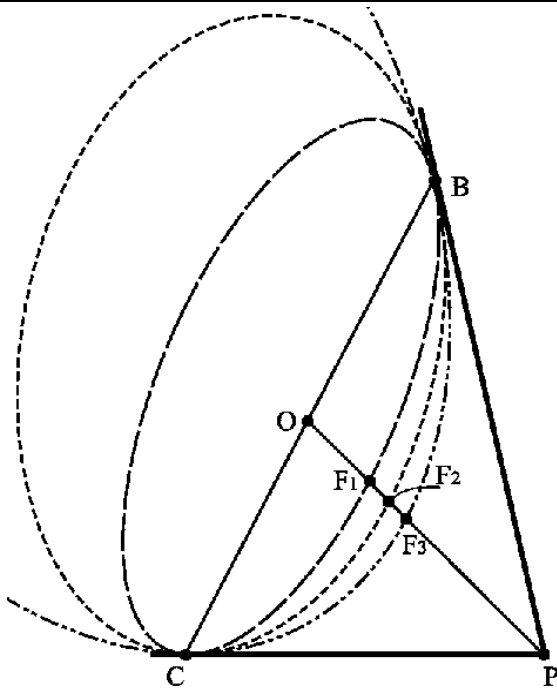


Рис. 3. Варіанти вписування еліпсів, що проходять через дві задані точки в кутовий сектор

Оскільки еліпс проходить через точку F , то має місце співвідношення

$$\frac{(u_F + u_0)^2}{a^2} = 1, \tag{2}$$

де u_F – відстань від точки O до точки F , звідки $a = u_F + u_0$.

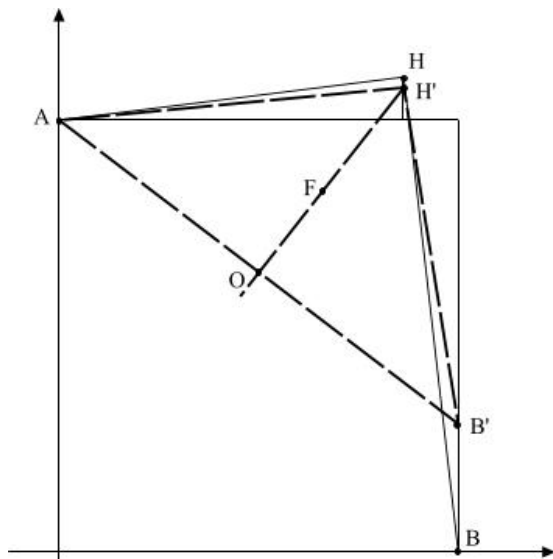


Рис. 4. Перетворення координат та отримання рівнобедреного трикутника для побудови частин еліпса

Алгоритм побудови ділянки лінії пройма ілюструється на рис. 4 і рис. 5.

На рис. 4 показано, як на основі масштабування можна добитися рівності сторін AH' та $B'H'$, де горизонтальна лінія, що проходить через точку A залишається незмінною, а точки B і H пропорційно зближуються.

Маючи точки A , B' і H' вже просто побудувати рівнобедрений трикутник $AB'H'$ і його висоту із вершини трикутника точки H' .

Якщо тепер повернути осі координат на певний кут (рис. 5) так, щоб вертикальна вісь збігалася з висотою трикутника, то в нових координатах u і v можна записати рівняння еліпса, одна з осей якого проходить через лінію висоти трикутника:

$$\frac{(u + u_0)^2}{a^2} + \frac{v^2}{b^2} = 1, \tag{1}$$

де u_0 – відстань від точки O (початок координат) до точки K ; a, b – півосі еліпса.

За правилами побудови ділянки лінії пройма еліпс повинен проходити через точки A і H' , точку F , що визначає значення проекційного дискримінанта, та повинен дотикатися в точках A і H' до ліній AH' та $B'H'$ (рис. 5).

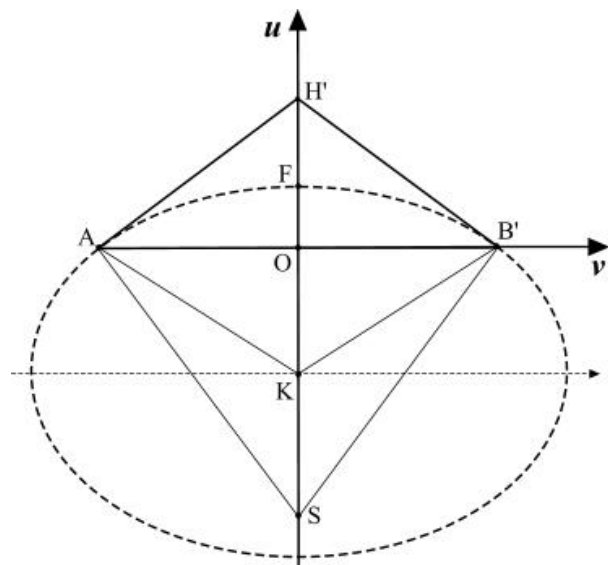


Рис. 5. Визначення осей еліпса та побудова його частин

Із умови, що еліпс проходить через точку B' , можна записати

$$\frac{u_0^2}{a^2} + \frac{v_B^2}{b^2} = 1, \tag{4}$$

де v_B – відстань від точки O до точки B' .

Рівняння дотичної до еліпса в точці B' можна отримати із рівняння еліпса та кутового коефіцієнта прямої, що проходить через точки H' і B'

$$\frac{2v_B}{b^2} = \frac{u_H}{v_B}, \quad (5)$$

де u_H – відстань від точки O до точки H .

Якщо невідому b знайти із рівняння (5), то з урахуванням (3) рівняння (4) зводиться до вигляду:

$$c^2 + c = (c + f)^2, \quad (6)$$

де $c = u_0 / u_H$, а $f = u_F / u_H$ – проєкційний дискримінант.

Рівняння (6) має єдиний розв'язок

$$c = \frac{f^2}{1 - 2f}. \quad (7)$$

Із аналізу розв'язку рівняння (7) випливає, що додатне значення величини c можна отримати при значеннях проєкційного дискримінанту в діапазоні чисел від 0 до 0,5, не включаючи 0,5.

При практичній побудові алгоритму розрахунків основні обчислення проводилися в системі координат (u, v) із наступним переходом до координат (y, z) . Лінія еліпса будувалася як ламана із малими відстанями між сусідніми точками – на кожній з ділянок. Число точок розбиття приймалося рівним 100. Точки розбиття вибиралися рівномірно віддаленими на стороні основи рівнобедреного трикутника.

При порівнянні запропонованого способу побудови із алгоритмом, запропонованим в роботі [6] показало, що при числі розбиттів відрізків порядку 30 і більше, лінії практично збігаються (на графіку їх неможливо розрізнити).

Висновки і перспективи

Показано, що для побудови лінії плоскої пройми, розміщеної в довільному чотирикутнику, можуть бути використані відрізки еліпса. Запропонований алгоритм дозволяє будувати такі лінії при значеннях проєкційного дискримінанту в діапазоні (0,0.5). Показано також, що запропонований спосіб реалізується на основі алгоритму, описаного в роботі [7], де число розбиттів відрізка перевищує 30.

Запропонований алгоритм може бути використаний для побудови лінії плоскої пройми в автоматизованих системах конструювання одягу.

Література

1. Янчевская Е.А. Конструирование одежды / Янчевская Е.А. – М. : Моск. текст. ин-т., 1986. – 444 с.
2. Коблякова Е.Б. Конструирование одежды с элементами САПР / Е.Б. Коблякова. – 4-е изд. переработанное и доп. – М. : Легпромбытиздат, 1988. – 464 с.
3. Методика конструирования женской верхней одежды – М. : ЦНИИТЭИлегпром, 1980. – 127 с.
4. Ергономіка і дизайн. Проектування сучасних видів одягу : навчальний посібник / М.В. Колосніченко, Л.І. Зубкова, К.Л. Пашкевич та ін. – К. : ПП «НВЦ «Профі», 2014. – 386 с.
5. Богушко О.А. Геометрія поверхонь одягу : монографія / Богушко О.А., Малиновський В.І., Святкіна А.Є. – [2-е видання, доп.]. – К. : Освіта України, 2009. – 194 с.
6. Раздомахин Н.Н. Построение замкнутых в пространстве линий проймы и оката рукава с заданной посадкой / Н.Н. Раздомахин, А.Г. Басуев, Е.Я. Сурженко // Швейная промышленность. – 1995. – № 6. – С. 22–23.
7. Винничук М.С. Універсальний алгоритм побудови ліній ділянок плоскої пройми жіночого одягу опуклими кривими / М.С. Винничук, О.А. Богушко // Прикл. геом. і інж. графіка. – К. : КНУБА, 2007. – Вип. 77. – С. 158–163.

References

1. Yanchevskaya E.A. Konstruirovaniye odezhdyy / Yanchevskaya E.A. Moskva, Moskovskiy tekstilnyy institut., 1986. 444 p.
2. Koblyakova Ye. B. Konstruirovaniye odezhdyy s elementami SAPR. Moskva, Legprombytizdat, 1988. 464 p.
3. Metodika konstruirovaniya zhenskoj verhnej odezhdyy. Moskva, TsNIITEIlegprom, 1980. 127 p.
4. Ergonomika i dizain. Proektuvannya suchasnyh vydiv odyagu. Navchalnyj posibnyk. / M.V. Kolosnichenko, L.I. Zubkova, K.L. Pashkevych, T.O. Polka, N.V. Ostapenko, I.V. Vasileva, O.V. Kolosnichenko. Kiev, PP «NVTs «Profi», 2014. 386 p.
5. Bogushko O.A. Geometriya poverhon odyagu / Bogushko O.A., Malynovskiy V.I., Svyatkina A.E., Kiev, Osvita Ukrainy, 2009. 194 p.
6. Razdomahin N.N. Postroenie zamknytyh v prostranstve linii projmy I okata rukava s zadanoj posadkoj / N.N. Razdomahin, A.G. Basuev, E.Ya. Surgenko. Shveytnaya promyshlennost' 1995. № 6. p.p. 22-23.
7. Vynnychuk M.S. Bogushko O.A. Universal'nyj algyortm pobudovy liniy dilyanok ploskoi projmy zhinochogo odyagu opuklymy kryvymy. Prykladna geometriya i ingenerna grafika. Kiev. KNUBA. 2007. Vyp.77. p.p. 158-163.

Рецензія/Peer review : 2.3.2015 р. Надрукована/Printed : 7.4.2015 р.

Рецензент: стаття рецензована редакційною колегією