

УДК 57.01

ЗВ'ЯЗОК КРИТЕРІЇВ ФОРМ ЯЄЦЬ З УНІВЕРСАЛЬНИМИ КОНСТАНТАМИ ПРИРОДИ

І. Митяй

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
вул. Володимирівська, 64, Київ 01033, Україна
e-mail: oomit@mail.ru

За допомогою геометричних моделей доведена ідентичність критеріїв форми яєць і деяких універсальних констант природи. Це дає змогу здійснювати опис яєць на основі об'єктивних (незалежних від волі дослідника) характеристик. Із низки індексів форми яєць, що пропонуються в зарубіжній і вітчизняній літературі, лише індекс подовженості (*elongation index*) $I_e=L/D$ відповідає зазначеним вимогам. Як додаткові пропонуються чотири індекси форми: інфундибулярний індекс (*infundibular index*): $I_i=r_i/D$; клоакальний індекс (*cloacal index*): $I_c=r_c/D$, латеральний індекс (*lateral index*): $I_l=r_l/D$ та узагальнюючий індекс (*generalizing index*) $I_g=(a+b)(b+c)/bL$, де $c=r_i$; $a=r_c$ – радіуси інфундибулярної та клоакальної дуг, $b=L-(a+c)$. Останній індекс є показником узгодженості (пропорційності) радіусів дуг. Позитивним моментом запропонованих критеріїв опису яєць є можливість графічно відтворити на основі кількісних показників любу із форм, що було неможливим при використанні традиційних методик.

Ключові слова: фундаментальні (універсальні) константи, індекси форми яєць, "протоовоїд", овоїд.

Овоїдна (яйцеподібна) форма є одним із дивовижних проявів природи. Її простота і краса знайшла своє втілення у яйцях птахів та інших тварин, у формі тіла різних організмів і їх органів. Вона повною мірою займає важливе місце серед таких форм природи, як куляста, спіральна та лінійно розчленована. Однак, на відміну від згаданих, суть яйцеподібної форми, її поширення та біологічне значення до сих пір є недостатньо дослідженими. Найбільших результатів досягли орнітологи, проте і вони зіткнулися з низкою проблем. Серед останніх можна відзначити відсутність єдиної методики, на основі якої можна було б давати назви форм, геометрично й алгебраїчно їх описувати, а за наявності числових параметрів графічно відтворювати будь-яку із них. Це можливо лише в тому випадку, коли в наявності є певна кількість стійких ознак і варіантів їх перетворень. Прикладом такого стану речей є теоретична фізика. Це єдина наука, яка оперує такими поняттями, як фундаментальні, універсальні константи, світові постійні та ін. Останні лежать в основі усіх фізичних розрахунків і створюють можливість об'єднання даних та здійснення взаємопереходів від рівняння до рівняння.

Досліджуючи суть фундаментальних констант, фізики дійшли висновку, що ці величини повинні бути безмірними та поширюватись на всі явища природи [22]. Пізніше закріпилася думка, що їх можна звести до математичних констант [17]. Останнім часом був зроблений висновок, що із близько 300 фізичних постійних статусові "фундаментальні" найбільше відповідають константи типу π (відношення довжини кола до його діаметра) та e (основа натурального логарифму) [6, 12]. Обидві величини мають геометричну природу. Перша пов'язана з круглими (сферичними) тілами, а друга – зі спіралеподібними. Наведені матеріали наштоткнули нас на думку про існування подібних констант в овоїдній формі. Пошукам останніх присвячене дане повідомлення.

В основу публікації покладено аналіз літературних даних і результати власних досліджень стосовно прояву у природних овоїдах деяких стійких числових значень. Як якості об'єкти досліджень були взяті форма яєць птахів і яйцеподібні форми різних організмів. Аналіз здійснювали з використанням раніше розробленої нами методики [9] та її удосконаленого варіанту [10], що базуються на використанні геометрії правильного овоїда. Правильним овоїдом називається фігура, що виділена жирною лінією на рис. 1, а. Він є проекцією (профілем) тіла обертання на площину усередненого типу яєць (тут і далі опис ведеться у площинному варіанті, при цьому мається на увазі, що обертання плоскої фігури адекватно переводить її в об'ємне тіло). Аналіз і класифікація форм стали можливими завдяки системному підходу, умовою якого є вичленування структури досліджуваного об'єкту. Структурними (складовими) блоками профілю овоїда виступають дуги, які формують зони яйця. Останні, згідно з Ю. В. Костіним [7], мають відповідні назви. Дуги полярних зон (рис. 1, а): AO_2B (r_1) – інфундибулярна, EKF (r_2) – клоакальна; інтерполярні (латеральні – за нашою пропозицією) дуги: AE і BF (r_1). Структурна модель не є реальним яйцем, подібно до того, як креслення деталі не є сама деталь. Проте за кресленням можна виготовити деталь, а за допомогою структурної моделі профілю можна розкрити суть овоїдної форми та розібратись у різноманітті форм яєць. Аналіз здійснювали за фотографіями яєць. Під час фотографування кожне яйце встановлювали таким чином, щоб його поздовжня вісь була паралельна площині, на якій його розміщували. Потім інформацію з цифрової камери переносили в комп'ютер. У випадку відсутності цифрового фотоапарата, можна використовувати звичайний із подальшим скануванням знімків. Сканувати можна і самі яйця, але сучасні об'ємні сканери досить дорого коштують, і їх застосування практично неможливе в польових умовах. Повний аналіз здійснювався у програмах *CorelDraw* і *Excel*, а пізніше за спеціально написаними програмами.

Об'єм матеріалу налічує близько 10 тис. яєць 500 видів з 19-ти рядів птахів Палеарктики.

Фундаментальні константи природи, як відзначалося вище, є ключовим моментом досліджень фізиків. Крок за кроком ці вчені прийшли до висновку, що константи пов'язані з найбільш загальними властивостями матерії та є тотожними при характеристиці структури і функцій різних об'єктів природи [4, 17]. Цілком зрозуміло, що вони не можуть бути виражені в метрах, кілограмах, секундах та ін. [5, 22]. На важливу роль безрозмірних відношень і деяких особливих чисел в організації природи вказують також і багато інших дослідників [1–3, 16, 21, 23].

Що стосується біології, то в ній як науці описовій проблема констант тільки у другій половині ХХ ст. почала фрагментарно з'являтися в літературних джерелах [13, 20]. Проте, як не дивно, більшість робіт на зазначену тематику належать не біологам, а архітекторам, музикантам, фізикам, математикам і філософам [8, 11, 15, 16, 18, 20, 21].

Огляд зазначеної літератури показав, що на сучасному етапі розвитку загальноприйнятими універсальними константами є згадані вище π , e та корені квадратні від одиниці до п'яти. Останні, з погляду структурної симетрії, архітектором С. Карповим [13] були названі симетричним набором-мінімумом, за яким більше не проглядається жодних рівнів організації матеріальних структур. Взаємозв'язок між зазначеними константами наочно продемонстрував Д. Хембідж [19] на відношеннях сторін і діагоналей прямокутників, похідних квадрата (рис. 1, з). Якщо діагональ квадрата взяти як одну зі сторін, то ми отримаємо прямокутник з відношенням сторін $1:\sqrt{2}$. Продовження такої ж процедури дасть прямокутники з відношенням сторін – $1:\sqrt{3}$; $1:\sqrt{4}$; $1:\sqrt{5}$. Останній із них є фігурою, що складається з двох квадратів. Низкою авторів було переконливо доведено, що "подвійний квадрат" [3] або "двосуміжний квадрат" [21] є універсальним кодовим ансамблем будь-якої розмірно-просторової структури. При ознайомленні з вищезгаданими матеріалами ми прийшли до думки про наявність таких же констант у будові яєць.

Поштовхом до їх пошуку стали способи викреслювання куполів храмів у Стародавньому Ірані в 550–330 рр. до н. е. (рис. 1, б) та створення так званого "яйцеподібного" (рис. 1, в) архітектурного орнаменту [3]. Аналіз цих методик привів до фігури, що складається з трьох кіл, одне з яких окреслене з двох сторін двома іншими колами більшого діаметру (рис. 1, з). Її ми назвали "протоовоїдом" (матрицею форм), тобто такою фігурою, з якої шляхом комбінації діаметрів графічно можна отримати все різноманіття форм, яке досить точно відповідає природним формам яєць. Принаймні, за допомогою комп'ютерних програм, розроблених за вказаним принципом, ми отримували профілі яєць, які точно лягають по контурах фотографій реальних яєць, а це робить можливим перехід до еталонів.

Під *еталоном яйця* ми розуміємо таку геометричну фігуру, яка, з одного боку, максимально точно відповідає формі реального яйця, а з іншого – є найбільш простою за геометричною побудовою і алгебраїчними розрахунками. Матрицею таких еталонів виступає "протоовоїд". Якщо в ньому провести через центр дві перпендикулярні лінії, то ми побачимо, що центри латеральних і клоакальних дуг лежать на них по різних сторонах базового (центрального) кола та на ньому (рис. 1, з–ж). Така прив'язка до базового кола робить фіксованою (взаємозалежною) відстань між точками перетину P , P_1 латеральних кіл, а значить, і створює можливість чисельного вираження цих відстаней у різних "протоовоїдах". Останнє дає можливість розбити всю сукупність еталонів на окремі дискретні групи.

Для виявлення наявних залежностей ми взяли за основу чотири діаметри латеральних кіл (рис. 1, д–ж): 1,5 (центри всередині базового кола); 2,0 (центри на базовому колі); 2,5 – 3,0 (центри за межами базового кола). З'ясувалося, що відстань між точками P та P_1 в них дорівнює величинам $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt{4}$, $\sqrt{5}$. Якщо точки P і P_1 збігаються з точками O_1 і O_2 , а відстань між ними дорівнює одиниці, то ми маємо справу з колом ($\sqrt{1}$). У даному випадку його можна розглядати як овоїд, у якого всі дуги однакові. Порівняння систем квадрата і "подвійного квадрата" з нашою системою "протоовоїда" показало їх тотожність (рис. 2). Ця обставина дає нам право вважати за можливе присвоєння статусу універсальних констант числовим характеристикам $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt{4}$, $\sqrt{5}$, а самі фігури можуть слугувати еталонами чотирьох класів для трьох типів овоїдів (симетричних, моноасиметричних і біасиметричних). Довжини симетричних (радіуси полярних зон однакові) та біасиметричних овоїдів (радіуси полярних зон різні: інфундибулярний менший за половину діаметра овоїда, але більший від клоакального радіуса) перебувають у межах відстаней між точками P і P_1 . У зв'язку з цим їх умовно можна поділити на чотири класи, назвавши останні: короткими ($1,0 < L < 1,4142$); нормальними ($1,4142 < L < 1,7321$); видовженими ($1,7321 < L < 2,0$) та довгими ($2,0 < L < 1,2361$).

За такою ж схемою отримаємо по чотири класи моноасиметричних овоїдів (асиметричних з одного боку). Уявити механізм їх утворення можна таким чином: якщо вихідну форму (сфера, коло) витягувати в довжину з одного боку, а протилежний залишати без змін, то отримаємо фігури (AO_2BPA , рис. 1, д–ж), подібні на краплю. Для їх кількісної характеристики важливе значення має відстань (O_2P) від краю базового кола до точки перетину латеральних дуг. Використавши такі ж назви, як і для попередніх двох типів (короткі, нормальні, видовжені та довгі), отримаємо відповідний ряд числових значень: $(1+\sqrt{2})/2=1,207107$; $(1+\sqrt{3})/2=1,366025$; $(1+\sqrt{4})/2=1,5$; $(1+\sqrt{5})/2=1,618034$. Ці параметри також повною мірою можна вважати універсальними константами. Принаймні, останній числовий вираз є золотим перерізом, який багато авторів визнали універсальною комплексною константою [1–3, 13, 14, 16, 18, 20, 21, 23].

Отримані нами дані збігаються з матеріалами І. П. Шмельова [21] і є їх фактичним продовженням. Згаданий автор із ряду коренів квадратних ($\sqrt{1}$, $\sqrt{2}$, $\sqrt{4}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt{5}$) виво-

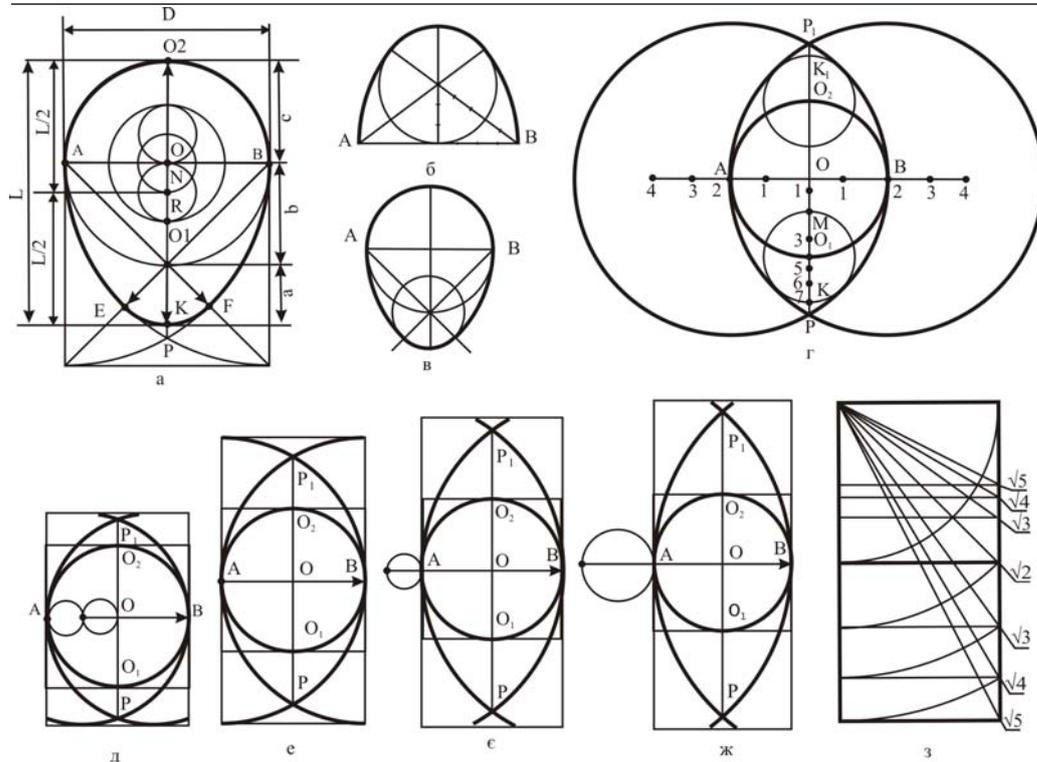


Рис. 1. Геометрія овоїдної форми (пояснення в тексті): а – моноасиметричний овоїд; б, в – овоїдні профілі, що використовувалися для викреслювання куполів храмів і в так званому "яйцеподібному" архітектурному орнаменті [3]; г – "протоовоїд"; д-ж – чотири типи "протоовоїда" ($\sqrt{2}, \sqrt{3}, \sqrt{4}, \sqrt{5}$); з – поділ квадрата діагоналями [19].

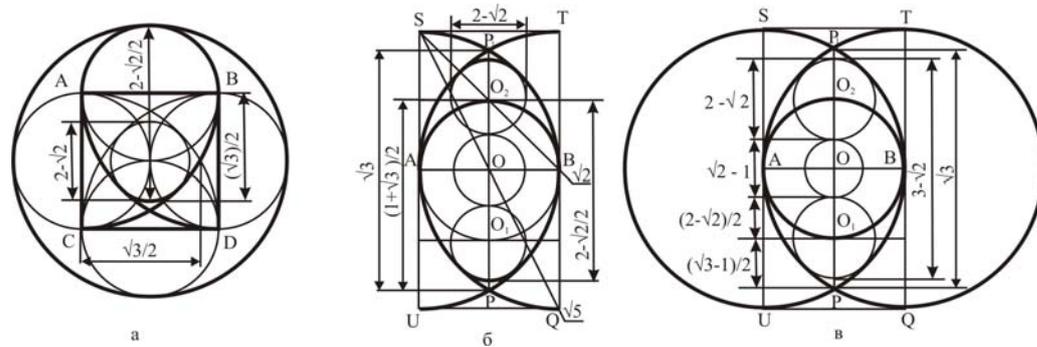


Рис. 2. Зв'язок геометричних систем квадрата та двосуміжного квадрата з нашою системою колових перетворень (пояснення в тексті): а – зв'язок овоїда з квадратом; б, в – зв'язок "протоовоїда" з "двосуміжним" квадратом.

дить узагальнюючий інваріант $(\sqrt{5} \pm \sqrt{1}) / \pm \sqrt{4}$ – золоту пропорцію, відводячи їй роль третьої сигнальної системи. На цьому його розгляд закінчується. Насправді ж із цих п'яти констант овоїдів (п'ятий варіант $(\sqrt{1} \pm \sqrt{1}) / \pm \sqrt{4}$ стосується кола) виводиться багато варіантів, але ми обмежимося згаданими чотирма та їх похідними, з якими пов'язане все різноманіття. За своєю природою усі ці цифри є кількісними значеннями пропорцій.

Пропорція як рівність двох і більше відношень є способом поєднання між собою трьох частин цілого. Наприклад, одиниця і двійка найкраще об'єднуються через корінь квадратний із двох, бо спостерігається пропорція: $1/\sqrt{2}=\sqrt{2}/2$. Те ж саме спостерігається і для інших чисел. Запропоновані нами чотири "протоовоїди" є своєрідними геометричними системами, у рамках яких проходить формоутворення пропорційним способом. Розглянемо це на моделі моноасиметричного овоїда. Як зазначалося вище, завершальне формування яйцеподібного профілю відбувається за рахунок замикання латеральних дуг клоакальною. Знову ми тут отримуємо ряд чисел. Якщо центр клоакальної дуги буде лежати на базовому колі, то в нормальному (середньої довжини) моноасиметричному овоїді радіус клоакальної дуги буде дорівнювати $r_c=L-D=0,2929=1-(\sqrt{2}/2)$, а його довжина $L=1,2929=2-(\sqrt{2}/2)$. Якщо таке замикання зробити з двох сторін у "протоовоїді", то отримуємо нормальний симетричний овоїд довжиною $L=1,5858=3-\sqrt{2}=1,2929+0,2929$. Така ситуація можлива лише в гармонійній конструкції, а гармонія, як відомо, забезпечується пропорціями. Підтвердженням цього є низка пропорцій, які присутні в правильному овоїді та "протоовоїді" (рис. 1 а, з): $KO_2/O_1O=KP/KN=2-\sqrt{2}/2=1,2929$; $KO_1/O_1O_2=NR/RK=1-\sqrt{2}/2$; $KM/MK_1=KO_1/O_1O=2-\sqrt{2}$; $KO/OO_2=KK_1/K_1M=3-\sqrt{2}$ та ін. Цей список можна продовжувати до нескінченності, наочно ілюструючи те, як у яйці здійснюється принцип повторення цілого в його частинах. Останнє є одним із визначень гармонії. Завдяки гармонії у музиці відбувається накладання однієї ноти на іншу, породжуючи співзвуччя (цілісність) тієї чи іншої мелодії. Аналогічним способом здійснюється перехід однієї дуги в іншу, створюючи цілісність овоїда.

Пропорційність овоїдів і зв'язок їх параметрів з універсальними константами дає можливість здійснювати характеристику яєць на основі об'єктивних критеріїв. Із низки індексів форми яєць, що пропонуються в зарубіжній і вітчизняній літературі, лише індекс подовженості (*elongation index*) $I_e=L/D$ відповідає зазначеним вимогам. Як додаткові пропонуються чотири індекси форми: інфундибулярний індекс (*infundibular index*): $I_f=r_1/D$; клоакальний індекс (*cloacal index*): $I_c=r_c/D$, латеральний індекс (*lateral index*): $I_l=r_l/D$ та узагальнюючий індекс (*generalizing index*) $I_g=(a+b)(b+c)/bL$, де $c=r_1$; $a=r_c$ – радіуси інфундибулярної та клоакальної дуг, $b=L-(a+c)$. Останній індекс є показником узгодженості (пропорційності) радіусів дуг. Позитивним моментом запропонованих нами критеріїв опису яєць є те, що, маючи кількісні показники, ми можемо графічно відтворити будь-яку із форм, що було неможливим при використанні традиційних методик.

Вищенаведені матеріали, на наш погляд, переконливо показують взаємозв'язок параметрів яйця з універсальними константами. Це дає можливість із конструктивних позицій розглядати яйце як систему. Вибір критеріїв оцінки різноманіття форм диктується геометричною системою, а не є довільним вибором дослідника. Назви, геометричні сталони та їх числові вирази взаємопов'язані. Від геометричної фігури можна перейти до її числового виразу і навпаки.

1. Аракелян Г. Б. Фундаментальные безразмерные величины. Ереван: Изд-во АН Арм. ССР, 1981. 157 с.
2. Артемьев Ю. И. О совершенстве композиций систем научных и художественных обобщений // Система. Симметрия. Гармония. М.: Мысль, 1988. С. 274–292.
3. Гика М. Эстетика пропорций в природе и искусстве. М.: Изд-во Всесоюз. академии архитектуры, 1936. 250 с.
4. Гильберт Д. Основа физики. А.Эйнштейн и теория гравитации. М.: Наука, 1979. 238 с.
5. Зельдович Я. В. Современная космология // Природа. 1983. № 9. С. 21–30.
6. Косинов Н. В. Константные базисы новых физических и космологических теорий // Физический вакуум и природа. 2002. № 5. С. 69–104.

7. *Костин Ю. В.* О методике ооморфологических исследований и унификации описаний оологических материалов // Методики исследования продуктивности и структуры видов птиц в пределах их ареалов: Сб. науч. ст. Вильнюс: Мокла, 1977. Ч. 1. С. 14–22.
8. *Мелхиседек Д.* Древняя Тайна Цветка Жизни. К.: София, 2002. Т. 1. 248 с.
9. *Митяй И. С.* Новая методика комплексной оценки формы яйца // Бранта. 2003. № 6. С. 179–192.
10. *Митяй И. С.* Новые подходы в организации исследований яиц хищных птиц // Материалы V междунар. конф. по хищным птицам Северной Евразии. Иваново, 2008. С. 28–29.
11. *Неаполитанский С. М., Матвеев С. А.* Сакральна геометрия. СПб.: Святослав, 2003. 632 с.
12. *Окунь Л. Б.* Фундаментальные константы физики // Успехи физических наук. 1991. Вып. 9. С. 177–194.
13. *Петухов С. В.* Биомеханика, бионика и симметрия. М.: Наука, 1981. 240 с.
14. *Петухов С. В.* Высшие симметрии превращения и инварианты в биологических объектах // Система. Симметрия. Гармония. М.: Мысль, 1988. С. 260–274.
15. *Селье Г.* От мечты к открытию. М.: Прогресс, 1987. 367 с.
16. *Сороко Э. М.* Структурная гармония систем. Минск: Наука и техника, 1984. 254 с.
17. *Спирidonov О. П.* Фундаментальные физические постоянные. М.: Высш. школа, 1991. 238 с.
18. *Урманцев Ю. А.* Симметрия природы и природа симметрии. М.: КомКнига, 2006. 232 с.
19. *Хэмбидж Д.* Динамическая симметрия в архитектуре. М.: ВАА, 1936. 78 с.
20. *Цветков В. Д.* Сердце, золотое сечение и симметрия. Пущино: ПНЦ АН, 1997. 170 с.
21. *Шевелев И. Ш., Марутаев М. А., Шмелев И. П.* Золотое сечение: Три взгляда на природу гармонии. М.: Стройиздат, 1990. 343 с.
22. *Эйнштейн А.* Физика и реальность. М.: Наука, 1965. 359 с.
23. *Thompson D 'Aescu.* On growth and form. Cambridge Univ. Press, 1942. 1116 p.

THE CONNECTION OF EGG SHAPE CRITERIA WITH THE UNIVERSAL CONSTANTS OF NATURE

I. Mytiai

*Taras Shevchenko National University of Kyiv
64, Volodumyriivska St., Kyiv 01033, Ukraine
e-mail: oomit@mail.ru*

The identity of egg form criteria and some universal constants of nature is well-proven by geometrical models. This enables to carry out description of eggs on the basis of objective (independent of researcher's will) parameters. From the row of egg form indexes offered in foreign and domestic literature, only the elongation index $I_{el}=L/D$ meets the noted requirements. Four indexes are offered as additional: infundibular index $I_i=r_i/D$; cloacal index $I_c=r_c/D$; lateral index $I_l=r_l/D$ and generalizing index $I_g=(a+b)(b+c)/bL$, where $c=r_i$; $a=r_c$ are the radiuses of infundibular and cloacal arcs, $b=L-(a+c)$. The last index is the index of co-ordination (proportionality) of the arc radiuses. The positive moment of the offered criteria of egg description is that on the basis of quantitative indexes it is possible to graphically reproduce any forms, that was impossible by means of traditional methods.

Key words: fundamental (universal) constants, egg form indexes, ovoid, "protoovoid".

Стаття надійшла до редколегії 21.02.08
Прийнята до друку 27.02.08