

DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2019-12-76-27>

УДК 378.14:372.857

Ткачук Г.С.

Хмельницький національний університет

ЗОЛОТИЙ ПЕРЕТИН НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ НА ПРИКЛАДІ НАВЧАЛЬНОГО ПЛАНУ БАКАЛАВРА СПЕЦІАЛЬНОСТІ 102 «ХІМІЯ»

Анотація. У цій статті розглядається моделювання навчального процесу зі спеціальності 102 «Хімія» першого бакалаврського рівня за методом аналогії з класичним важелем, що має два плеча та точку опори. Показано, як важелем досягається зрівноваження між собою процесу викладання та процесу учіння, якщо точку опори важеля розмістити в його золотому перетині. Визначене золоте співвідношення між навчальним навантаженням процесу викладання і навчальним навантаженням процесу учіння, що виражається через число ϕ , що приблизно дорівнює 1,618... – пропорцію золотого перетину. Отримані аналітичні вирази для визначення плеч важеля золотого перетину, що дозволяють розрахувати пропорції процесу викладання та процесу учіння в одиницях навчального навантаження і, на основі цього, навчальний план для конкретної навчальної дисципліни та спеціальності. Пропонується для використання навчальний план бакалавра золотого перетину спеціальності 102 Хімія.

Ключові слова: навчальний процес, хімія, викладання, учіння, правило важеля, золотий перетин, навчальний план, навчальне навантаження.

Tkachuk Hanna

Khmelnyskyi National University

GOLDEN RATIO OF THE EDUCATIONAL PROCESS BY AN EXAMPLE OF THE CURRICULUM OF SPECIALTY 102 BACHELOR OF CHEMISTRY

Summary. This paper considers modeling the educational process in the specialty 102 Bachelor of Chemistry by the method of analogy with the classical lever, which has two arms and a point of support. It is shown how the lever achieves a balance between the teaching and learning process by placing the lever support point in its golden section. The golden ratio between the educational load of the teaching process and the educational load of the learning process is found, which is expressed by the number of ϕ approximately equal to 1,618... being the ratio of the golden section. Analytical statements are obtained to determine the arms of the lever's golden ratio, which allows to calculate the proportions of the teaching process and the learning process in units of educational load and, on the basis of this, to develop the curriculum for a specific subject and specialty. The curriculum of specialty 102 Bachelor of Chemistry is suggested for the usage. A model of the educational process with the aim of balancing teaching and learning processes in the form of a classic two-arm lever is suggested. The paper shows that in order to balance the lever of the educational process, its point of support must be placed in the golden section. The arms of the lever are defined: teaching $a_{\phi} = 0,382$ and learning $b_{\phi} = 0,618$ in the golden section. The specialty curriculum must be supplemented by a gear u . The equilibrium condition of the educational process is the equality of the gear of the educational process lever to the golden ratio. An analysis of the curriculum of specialty 102 Bachelor of Chemistry shows that, in general, it is close to the golden ratio, but there is an imbalance in the educational process in nearly half of the curriculum subjects. To balance the curriculum, and subsequently the educational process itself, the lever's arm sizes a and b for the subjects need to be recalculated by setting $u = \phi$, as it is shown in columns 9* and 13*, by replacing the columns.

Keywords: educational process, chemistry, teaching, learning, lever rule, golden ratio, curriculum, educational load.

Постановка проблеми. Влиття України в Євросоюз потребує розроблення та оптимізації методичної і організаційної системи викладання в закладах вищої освіти. Найбільш важливим і актуальним є навчання природничих дисциплін, а саме хімії за компетентнісним підходом, що є запорукою конкурентоздатності фахівців не тільки хімічних, але й інших спеціальностей. Складність завдань з організації навчального процесу у закладах вищої освіти, що засновані на Болонських ідеях, потребують принципово нових підходів та принципів, котрі розвивають перспективи пошуку оптимальних технологій освітньої діяльності.

У цій статті розглядається моделювання навчального процесу зі спеціальності 102 «Хімія» першого бакалаврського рівня за методом аналогії з класичним важелем, що має два плеча та точку опори. Показано, як важелем досягається зрівноваження між собою процесу викладання та процесу учіння, якщо точку опори важеля розмісти-

ти в його золотому перетині. Визначене золоте співвідношення між навчальним навантаженням процесу викладання і навчальним навантаженням процесу учіння, що виражається через число ϕ , що приблизно дорівнює 1,618... – пропорцію золотого перетину. Отримані аналітичні вирази для визначення плеч важеля золотого перетину, що дозволяють розрахувати пропорції процесу викладання та процесу учіння в одиницях навчального навантаження і, на основі цього, навчальний план для конкретної навчальної дисципліни та спеціальності. Пропонується для використання навчальний план бакалавра золотого перетину спеціальності 102 Хімія.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

У попередніх працях ми зазначали, що в нашій країні немає теоретичної і методологічної бази з організації самонавчання громадян, тому принцип актуалізації інтересу потрібно насамперед спрямувати на вирішення проблеми організації самостійної роботи студентів. На прикладі дис-

ципліни «Хімія» (загальна) продемонстровано технологію актуалізації інтересу.

Виявлені додаткові дидактичні можливості тематичного тезаурусу. Авторська його структура дає змогу реалізувати дидактичні його можливості.

Для кількісної оцінки інтересу запропонована величина – рівень інтересу, яка є відношенням його точкового значення до максимального значення, що відповідає прояву гострого інтересу. Методи кваліметрії інтересу слід використовувати у системі моніторингу якості навчального процесу і в самоосвіті.

Учіння представлено як елемент технології освітньої діяльності на базі психолого-педагогічних уявлень про його природу, рушійну силу та системоутворювальні фактори.

Подано спробу представити навчально-методичний комплекс із загальної хімії як перший щабель в технології освітньої діяльності, яка базується на сучасних психолого-педагогічних уявленнях. Використано наукові й навчально-методичні видання автора з навчальної дисципліни «Загальна хімія», котра викладається у класичному університеті для студентів хімічних, інженерних, педагогічних й інших спеціальностей [1–3].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. У реалізації навчальної діяльності мають місце спроби зрівноважити процеси викладання і процеси учіння, проте в реальній діяльності це відсутнє. Ми бачимо картину, коли, наприклад, пропорція зі співвідношень у навчальному процесі викладання і процесі учіння в бік збільшення, порушується. У першому випадку, ми маємо перевантаження професорсько-викладацького складу викладацькою роботою, в другому випадку ми маємо перевантаження студентів їхньою самостійною роботою. Тому пропонується зрівноважити навчальний процес гармонійним співвідношенням процесів викладання і учіння як золота пропорція.

Мета статті. Головною метою цієї роботи є зрівноваження процесів викладання і учіння у навчальному процесі на прикладі навчального плану бакалавра спеціальності 102 Хімія, а саме, запропонувати модель навчального процесу з метою зрівноваження процесів викладання і учіння у вигляді класичного двохплечого важеля; показати, що для зрівноваження важеля навчального процесу його точка опори має бути розміщена у золотому перетині; визначити плечі важеля: викладання $a_\phi = 0,382$, та учіння $b_\phi = 0,618$ для золотого перетину.

Навчальний план спеціальності потрібно доповнити передаточним числом u . Умовою зрівноваження навчального процесу є рівність передаточного числа важеля навчального процесу u і золотий перетин.

Виклад основного матеріалу. Важіль навчального процесу має складові, які мають бути зрівноважені. Відомо, що навчальний процес як об'єкт уваги, вивчення та управління, має два головні структурні елементи, а саме, процес викладання та процес учіння, на що була звернута увага в праці [1]. Пропонуємо для моделювання навчального процесу і взаємодії його головних елементів представити навчальний процес у вигляді класичного жорсткого двохплечого важеля (рис. 1).

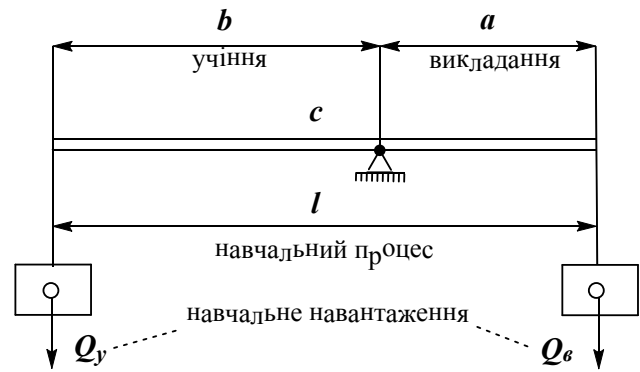


Рис. 1. Важіль навчального процесу

На рис. 1 зображена принципова схема представлення навчального процесу як жорсткого двохплечого важеля, що має довжину l і плечі a і b , причому плече a відображає процес викладання, а плече b відноситься до процесу учіння. Точка опори важеля c розміщена на стику плеч a і b важеля l . Важіль буде зрівноважений, якщо, згідно з відомим правилом важеля, виконується співвідношення (1) [2]:

$$Q_v \cdot a = Q_u \cdot b. \quad (1)$$

Відношення довжини більшого плеча b до довжини меншого плеча a в механіці називають передаточним числом або передаточним відношенням важеля u (2):

$$u = \frac{b}{a}. \quad (2)$$

Виразимо геометрію важеля через відносні величини, прийнявши довжину важеля $l = 1$, і, враховуючи, $l = a + b$, запишемо (3):

$$a + b = 1. \quad (3)$$

Виходячи з того, що плече $b = a \cdot u$, вираз (3) перепишемо у вигляді (4):

$$a(u + 1) = 1. \quad (4)$$

Із цього виразу отримуємо формули для визначення розмірів плеч важеля – плеча викладання (5) і плеча учіння (6):

$$a = \frac{1}{u + 1}, \quad (5)$$

$$b = \frac{u}{u + 1}. \quad (6)$$

Як же виглядає золотий перетин або золота пропорція навчального процесу? У математиці дві величини утворюють золотий перетин, якщо відношення її суми і більшої величини дорівнює відношенню більшої і меншої величин (7) [3]:

$$\frac{a + b}{b} = \frac{b}{a} = \phi, \quad (7)$$

Число ϕ (фі) називають пропорцією золотого перетину та інколи золотим числом.

Зробимо підстановки у формулу (7) і отримаємо (8):

$$\frac{a + a \cdot \phi}{a \cdot \phi} = \frac{a \cdot \phi}{a}. \quad (8)$$

Після елементарних перетворень прийдемо до квадратного рівняння відносно пропорції ϕ золотого перетину (9):

$$\phi^2 - \phi - 1 = 0. \quad (9)$$

Це рівняння має два розв'язки, один з яких є додатним (10):

$$\varphi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \approx 1,6180339887... \quad (10)$$

Трансцендентне число φ є пропорцією золотого перетину і разом з тим вона є границею відношень двох сусідніх членів у числовій послідовності Фі-боначчі [3]. Мабуть з цієї причини число φ в науково-популярних виданнях часто називають числом Фібоначчі, що не вірно. Насправді φ – це перша літера в імені знаменитого скульптора древньої Греції Фідія, який часто використовував золотий перетин у своїх роботах. Тому з ініціативи відомого американського математика Марка Барра вже у ХХ столітті золотому перетину надали ім'я φ . В математиці число φ займає одне з почесних місць поряд зі знаменитими трансцендентними числами π – відношенням довжини кола до його діаметра, та e – основою натурального логарифма.

Золотий перетин і його практичне застосування були вже відомі в Стародавньому Світі, зокрема в Греції, Китаї, Індії. Це питання висвітлюється у фаховій, науковій, науково-популярній літературі.

Вважається, що поняття про золотий перетин запровадив Піфагор. Утім, існує припущення, що Піфагор запозичив знання золотого перетину в єгиптян і вавилонян. Ідеї Піфагора у своїх дослідженнях продовжив Платон. Його діалог «Тимей» висвітлює математичні й естетичні переконання школи Піфагора і, зокрема, питання золотого перетину. В античній літературі, що дійшла до нас, золотий перетин вперше згадується в «Початках» Евкліда – у другій книзі дається геометрична побудова золотого перетину. Після Евкліда його вивчали Гіпсикл (II ст. до н. е.) та Папп.

У середньовічній Європі із золотим перетином знайомились за арабськими перекладами Евкліда. Секрети золотого перетину ревно оберігалися й були відомі лише утаємниченим. В епоху Відродження інтерес до золотого перетину серед учених і художників посилювався, зокрема, у зв'язку з його застосуванням, як у геометрії, так і в мистецтві, особливо в архітектурі. Велику увагу йому приділив Леонардо да Вінчі. Саме він дав співвідношенню назву золотий перетин (лат. «Sectio aurea»). 1509 року у Венеції було видано книгу Луки Пачолі «Божественна пропорція» з блискуче виконаними ілюстраціями (вважають, що їх зробив Леонардо да Вінчі). Над тими самими проблемами працював Альбрехт Дюрер в Німеччині.

Із часом про золотий перетин дещо забули. Знову його відкрив німецький дослідник Адольф Цейзінг у своїй праці «Естетичні дослідження» (1855 р.).

Закономірності золотого перетину проявляються в енергетичних переходах елементарних часток, у будові деяких хімічних сполук, у планетарних і космічних системах, у генних структурах живих організмів. Ці закономірності є в будові окремих органів людини і тіла в цілому, а також проявляються в біоритмах і функціонуванні головного мозку і зорового сприйняття, а також багато іншого, криються в золотому перетині з модулем $\varphi = 1,618... [4]$.

Для того, щоб показати, як працює золота пропорція в навчальному процесі, проведемо наступні розрахунки. Розміри плеч важеля навчального процесу та розподіл навчального навантаження визначимо, використавши співвідношення (5) і (6), поклавши, що в золотому перетині передаточне число $u = u \cdot \varphi = \varphi$, і, надавши їм індекс φ золотого перетину, отримаємо значення частки плеча – процесу викладання (11) і плеча – процесу учіння (12) навчального процесу:

$$a_{\varphi} = \frac{1}{1 + \varphi} \approx 0,382... \quad (11)$$

$$b_{\varphi} = \frac{\varphi}{1 + \varphi} \approx 0,618... \quad (12)$$

Сума плеч золотого важеля золотого перетину дорівнює

$$a_{\varphi} + b_{\varphi} = 0,382 + 0,618 = 1,0, \text{ що потрібно було довести.}$$

Розподіл навчального навантаження по кінцях важеля визначимо за правилом важеля без урахування втрат на тертя у спряженнях важеля в точці опори та місцях прикладання навантаження (13):

$$Q_a \cdot a_{\varphi} = Q_y \cdot b_{\varphi}, \quad (13)$$

враховуючи, що (14):

$$Q_a + Q_y = Q_n, \quad (14)$$

де Q_a – навчальне навантаження з викладання, Q_y – навчальне навантаження з учіння, Q_n – загальне навчальне навантаження, отримаємо співвідношення (15), (16):

$$Q_a = \left(1 - \frac{1}{\varphi}\right) Q_n, \quad (15)$$

$$Q_y = \frac{1}{\varphi} \cdot Q_n. \quad (16)$$

Вияснимо, як саме співвідноситься діючий навчальний план бакалавра спеціальності 102 Хімія з його золотим перетином. На рис. 2 поданий фрагмент обов'язкової частини такого навчального плану. В його форму введена колонка (стовбці 9* та 13*) для плеч важеля a_{φ} і b_{φ} , які мають бути внесеними як зміни до навчального плану золотого перетину. Він стає таким, коли цифри стовбців 9 і 13 замінити на відповідні цифри стовбців 9* і 13*. При цьому колонки передаточних чисел u та u_{φ} , а також примітки, не нумеруються. У діючий навчальний план введемо колонку передаточного числа. Щоб визначити, в якій мірі навчальний процес наближається до процесу золотого перетину, будемо порівнювати для кожної навчальної дисципліни її передаточне число із золотою пропорцією φ , бо саме в золотому перетині передаточне число важеля $u = \varphi \approx 1,618$, що відповідає його рівновазі. Якщо передаточне число діючого навчального плану спеціальності $u < \varphi$, це означає, що самостійна робота (учіння) переважає за обсягом виділених на неї годин навчального навантаження і має місце перевантаження студентів самостійною роботою. І навпаки, коли $u > \varphi$, це означає, що аудиторне навантаження переважає над самостійною роботою студентів. У першому випадку навчальне навантаження процесу учіння $Q_y > 0,618 \cdot Q_n$, а у другому випадку $Q_a > 0,382 \cdot Q_n$.

Розглянемо фрагмент навчального плану бакалавра спеціальності 102 Хімія (обов'язкова

2. ПЛАН НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ

№	Назва компонента освітньої програми	Семестровий контроль		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Передаточне число N	Зміни до навчального плану											
		Іспит	Залік													Курсова робота	Курсовий проєкт	Обсяг дисциплін, кредитів ECTS	Кількість годин				Самостійна робота	Аудиторних	Кількість годин	9*	13*
																			Разом	Лекції	Лабораторні	Практичні					
1	2																										
ОБОВ'ЯЗКОВА ЧАСТИНА																											
Дисципліни загальної підготовки (ОЗП)																											
ОЗП.01	Іноземна мова (за професійним спрямуванням)	2	1					6	180	70			70	110	1,57				Без змін								
ОЗП.02	Громадянське суспільство		1					4	120	34	17		17	86	2,53	46	74		1,62								
ОЗП.03	Українська мова (за професійним спрямуванням)		4					4	120	36			36	84	2,33	46	74		1,62								
ОЗП.04	Віща та прикладна математика	1, 2						15	450	211	88	36	87	239	1,13	173	277		1,62								
ОЗП.05	Фізика	1	2					15	450	140	70	70	310	2,21	173	277		1,62									
ОЗП.06	Інформаційні технології	4	3					11	330	140	70	70	190	1,36	127	203		1,62									
ОЗП.07	Основи технічної творчості та наукових досліджень	4	3					12	360	123	53	36	34	237	1,93	138	222		1,62								
	Разом :							67	2010	754	298	212	244	1256	1,67	770	1240		1,62								
Дисципліни професійної підготовки (ОПП)																											
ОПП.01	Неорганічна хімія	1, 2			2			20	600	315	105	210		285	0,91	230	370		1,62								
ОПП.02	Аналітична хімія	3, 4			4			18	540	281	105	176		259	0,92	207	333		1,62								
ОПП.03	Фізичні методи дослідження речовини	5						5	150	68	34		34	82	1,21	58	92		1,59								
ОПП.04	Органічна хімія	5, 6			6			16	480	246	88	158		234	0,95	186	300		1,62								
ОПП.05	Фізична та колоїдна хімія	5, 6						15	450	224	88	102	34	226	1,1	174	280		1,62								
ОПП.06	Фізико-хімія високомолекулярних сполук	7						9	270	85	34	51		185	2,20	104	166		1,61								
ОПП.07	Загальна хімічна технологія	7, 8						15	450	166	66	66	34	284	1,71				Без змін								
ОПП.08	Екологічна безпека хімічних виробництв	6						5	150	72	36	36		78	1,10	58	92		1,59								
ОПП.09	Навчальна практика		4Д					3	90	72				18					Без змін								
ОПП.10	Атестаційний іспит	8																	Без змін								
	Разом:							106	3180	1529	556	799	102	1651	1,1	1240	1960		1,58								
	Разом обов'язкова частина:							173	5190	2283	854	1011	345	2907	1,27	2010	3200		1,59								

Рис. 2. Фрагмент плану обов'язкової частини навчального процесу навчального плану бакалавра спеціальності 102 Хімія

частина) на рис. 2. Звертає увагу на себе те, що по дисциплінах загальної підготовки в цілому передаточне число навчального процесу $u = 1,67$, що дуже близько до золоті пропорції.

Однак з деяких навчальних дисциплін загальної підготовки ОЗП передаточні числа значно відхиляються від золоті пропорції. Наприклад, вони становлять для дисципліни «Громадянське суспільство» 2,53, «Українська мова» – 2,33, «Фізика» – 2,21. Лише тільки з «Іноземної мови» він дуже близький до золоті пропорції 1,57 та з «Інформатики» – 1,36, що є задовільним результатом.

Стосовно дисциплін професійної підготовки (ОПП), тут цей показник засвідчує, що має місце перевантаження студентів самостійною роботою. Передаточне число u для навчальних дисциплін відповідно дорівнює: неорганічна хімія – 0,91, аналітична хімія – 0,92, органічна хімія – 0,95, фізхімія високомолекулярних сполук – 2,20. Сюди ще слід додати фізичну та колоїдну хімію, а також екологічну безпеку хімічних виробництв, для яких передаточне число $u = 1,10$. З цих дисциплін навчальний план не зрівноважений в бік перевантаження студентів самостійною роботою. Слід зазначити, що виключення тут становить лише одна навчальна дисципліна – загальна хімічна технологія, для якої передаточне число становить 1,71, що дуже близько до золоті пропорції.

Якщо б ми розглядали навчальний план далі і показали стан справ з дисциплін вибіркової його частини, то ситуація з відповідності співвідношень аудиторного навантаження (викладання) до самостійної роботи студентів (учіння) до пропорції золотого перетину виглядає наступним чином. З навчальних дисциплін загальної підготовки (ВЗП) передаточне число у трьох рекомендованих блоках становить 2,6, що далеко від золоті пропорції в бік зростання аудиторного навантаження. Значно краща відповідність передаточного числа золоті пропорції у вибіркових дисциплінах професійної підготовки. В загальному у блоці ВЗП навчальних дисциплін передаточне число становить 1,556, що зовсім близько до золоті пропорції. Слід звернути ува-

гу, що за величиною u майже половина навчальних дисциплін блоку ВЗП перебуває у золотому перетині.

Якщо порівняти передаточне число навчального процесу в цілому по навчальному плану бакалавра спеціальності 102 Хімія із золотою пропорцією, то маємо співвідношення 1,451/1,629, що становить 89,6% відповідності. Таким чином, в цілому навчальний процес відповідає золоті пропорції хоча б в розрізі окремих навчальних дисциплін, як це було показано вище, має місце суттєве розбалансування між навчальним навантаженням процесу викладання і навчальним навантаженням процесу учіння.

Для удосконалення організації навчального процесу бакалаврів зі спеціальності 102 Хімія, потрібно удосконалити навчальний план внесеним до нього змін, які подані в стовбцях 9* і 13*. При цьому навчальний процес повністю приводиться до пропорції золотого перетину і зрівноважується.

Висновки і пропозиції.

1. Запропонована модель навчального процесу з метою зрівноваження процесів викладання і учіння у вигляді класичного двоплечого важеля.

2. Показано, що для зрівноваження важеля навчального процесу його точка опори має бути розміщена у золотому перетині. Визначені плечі важеля: викладання $a_0 = 0,382$, та учіння $b_0 = 0,618$ у золотому перетині.

3. Навчальний план спеціальності потрібно доповнити передаточним числом u . Умовою зрівноваження навчального процесу є рівність передаточного числа важеля навчального процесу u і золоті пропорції.

4. Аналіз навчального плану бакалавра спеціальності 102 Хімія показує, що в цілому він близький до золоті пропорції, однак має місце незрівноваженість навчального процесу майже з половини дисциплін навчального плану.

5. Для зрівноваження навчального плану, а відтак і навчального процесу, розміри плеч важеля a і b для навчальних дисциплін потрібно перерахувати, поклавши $u = \varphi$, як це подано в стовбцях 9* і 13*, замінивши стовбці.

Список літератури:

1. Ткачук Г.С. Учіння як базовий елемент технології навчального процесу. *Теорія та методика навчання та виховання*. 2019. № 47. С. 133–147.
2. Romanuke V.V. Interval uncertainty reduction via division-by-2 dichotomization based on expert estimations for short-termed observations. *Journal of Uncertain Systems*. 2018. Vol. 12. No. 1. P. 3–21.
3. Костогрыз С.Г. Історія інженерної діяльності. Хмельницький : ХНУ, 2014. 250 с.
4. Мельхиседек Д. Древняя тайна цветка жизни / перев. с англ. под ред. И.В. Сутокской. Москва : София, 2009. 592 с.

References:

1. Tkachuk, H.S. (2019). Uchinna yak bazovyi element tehnologii navchalnogo protsesu [Learning as a basic element of the technology of the educational process]. *Teoriya ta metodyka navchannia ta vyhovannia*, no. 47, pp. 133–147.
2. Romanuke, V.V. (2018). Interval uncertainty reduction via division-by-2 dichotomization based on expert estimations for short-termed observations. *Journal of Uncertain Systems*, vol. 12, no. 1, pp. 3–21.
3. Kostogryz, S.G. (2014). Istoriya inzhenernoi diyalnosti [History of engineering activities]. Khmelnytskyi : KhNU. (in Ukrainian)
4. Melhisedek, D. (2009). Drevniaya taina tsvetka zhizni [The ancient mystery of the flower of life]. Moscow: Sofia. (in Russian)