

**ГЛАДИШ Роман**

Львівський державний університет фізичної культури імені Івана Боберського  
<https://orcid.org/0009-0006-5147-3424>  
[roma.gladys95@gmail.com](mailto:roma.gladys95@gmail.com)

**ВИНОГРАДСЬКИЙ Богдан**

Львівський державний університет фізичної культури імені Івана Боберського  
<https://orcid.org/0000-0002-4417-2811>  
[bvynohrad@ukr.net](mailto:bvynohrad@ukr.net)

## ДИНАМІКА ПОТУЖНОСТІ ПЕДАЛЮВАННЯ ВЕЛОСИПЕДИСТІВ У КОМАНДНІЙ ГОНЦІ ПЕРЕСЛІДУВАННЯ НА 4 КІЛОМЕТРИ У ЧОЛОВІКІВ

*У статті проведено дослідження потужності педалювання велосипедистів — трековиків у командній гонці переслідування на 4 кілометри. Проаналізовано літературні джерела досліджень останніх років які були проведені у цьому напрямку. Ми стикнулися з браком інформації про потужність педалювання велосипедистів трековиків на кожному колі командної гонки переслідування на 4 кілометри. Метою даного дослідження було визначення динаміки прояву потужності педалювання кожного з чотирьох велосипедистів під час командної гонки переслідування на 4 кілометри. Характерною особливістю нашої дослідницької роботи є дослідження не стільки середньої потужності педалювання велосипедистів — трековиків на дистанції командної гонки 4 кілометри, а визначення потужності педалювання на кожному колі в залежності від позиції, в конкретний момент їзди велосипедиста. На основі даних про потужність педалювання кожного спортсмена в залежно від поточної позиції перебування було описано потужність педалювання на кожному колі командної гонки переслідування на 4 кілометри. Проаналізовано та охарактеризовано важливість кожної з чотирьох позицій велосипедистів у командній гонці переслідування на 4 кілометри. Надані рекомендації для практичного застосування результатів даної дослідницької роботи тренерами та спортсменами у процесі підготовки та розставлення велосипедистів на старті командної гонки переслідування у велосипедному спорті на треку.*

**Ключові слова** велосипедний спорт, велотрек, потужність педалювання, наукові дослідження, командна гонка переслідування 4 кілометри.

<http://doi.org/10.31891/pcs.2024.2.11>

### 1. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Чоловіча командна гонка переслідування — це дисципліна велосипедного спорту, який входить до програми літніх Олімпійських ігор. І в ньому команди велосипедистів намагаються у найшвидшій подоланні дистанції у 16 кіл на еліптичному полотні з нахилом. Це спонукає тренерів та науковців до пошуку та використання стратегій для мінімізації часу, необхідного команді велосипедистів для проходження гонки. Пошук цих стратегій є особливо складною проблемою [7]. Конкуренція у велоспорті на треку стимулює широке використання фізіологічних і біомеханічних засобів контролю потужності педалювання. Сучасні технології дозволяють швидко і точно вимірювати інтенсивність педалювання у процесі проходження дистанції гонки [2].

Деякі автори намагалися кількісно визначити «робоче» навантаження педалювання під час гонок переслідування з

використанням різних підходів [7,18,19]. Тільки відносно нещодавно Broker et al. представив модель оцінювання потреби в потужності в командній гонці переслідування зі старту до фінішу, засновані на прямій силі вимірювання за допомогою динамометричних вимірювачів потужності. [4]

Ми стикнулися з браком інформації про потужність педалювання велосипедистів трековиків на кожному колі командної гонки переслідування на 4 кілометри.

Основним напрямком досліджень на теперішній час вчені вважають пошук інформації та проведення контролю не середньої потужності педалювання всієї гонки загалом, а контроль потужності педалювання кожного спортсмена в залежності від поточної позиції під час гонки.

Отже багато досліджень вказують на вагомість і важливість дослідження потужності педалювання кожного спортсмена у командній гонці переслідування на 4 кілометри. Особливістю нашої роботи є дослідження не стільки середньої потужності

на дистанції командної гонки 4 кілометри, а визначення потужності педалювання на кожному колі в залежності від позиції, в конкретний момент їзди велосипедиста[3].

## 2. ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

**Метою роботи** є визначення динаміки прояву потужності педалювання кожного з чотирьох велосипедистів під час командної гонки переслідування на 4 кілометри.

### Завдання дослідження.

1. Визначити потужність педалювання кожного спортсмена на кожному колі дистанції упродовж командної гонки переслідування на 4 кілометри.

2. Порівняти потужність педалювання спортсменів в залежності від позиції на якій знаходиться велосипедист у конкретний момент часу.

### Матеріали та методи дослідження.

Основним методом дослідження було педагогічне спостереження за велосипедистами збірної команди України на другому етапі кубка світу з велосипедного спорту на треку у Гонконгу 15-17 березня 2024 року. Інструментальним методом контролю потужності педалювання був

прилад Power meter FAVERO ASSIOMA DUO.

## 3. ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ З ПОВНИМ ОБҐРУНТУВАННЯМ ОТРИМАНИХ НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Відомо, що на потужність педалювання велосипедиста із заданою швидкістю впливають різні величини: зріст, маса тіла, висота сидіння велосипедиста, тип та аеродинамічні характеристики велосипеда, велосипедна форма, опір коченню по поверхні тощо. Моделювання цих чинників широко практикується вченим [2,3]. Попередні наші дослідження показали, що середнє робоче навантаження для кожного члена команди національної збірної команди України у гонці переслідування складає 505 Вт. В табл. 1 розміщено показники потужності педалювання велосипедиста на кожному колі командної гонки в залежності від поточної позиції у розташуванні спортсменів під час їзди. У командних гонках переслідування регулярна зміна позицій відбувається між членами команди під час гонки зазвичай кожних два або півтора кола.

Таблиця 1

Середня потужність педалювання велосипедистів на кожному колі дистанції, Вт

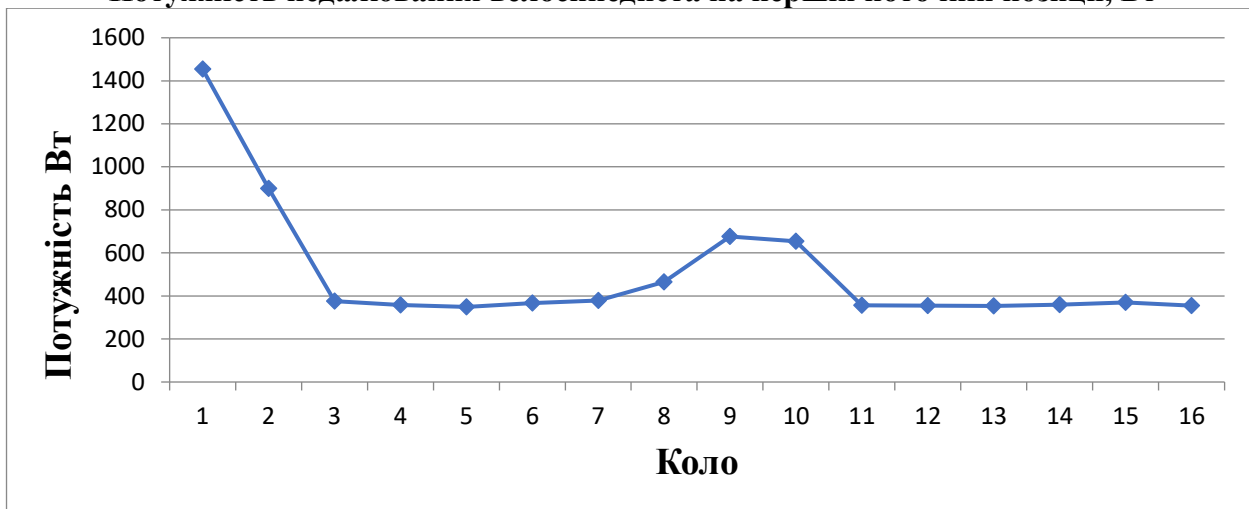
Спортсмен 1		Спортсмен 2		Спортсмен 3		Спортсмен 4	
Коло	Потужність	Коло	Потужність	Коло	Потужність	Коло	Потужність
1	1454	1	1334	1	1115	1	1158
2	899	2	848	2	826	2	801
3	376	3	677	3	455	3	403
4	358	4	654	4	367	4	368
5	349	5	349	5	657	5	377
6	367	6	357	6	670	6	401
7	378	7	346	7	344	7	670
8	465	8	336	8	378	8	601
9	676	9	336	9	370	9	347
10	654	10	429	10	399	10	367
11	357	11	678	11	469	11	350
12	355	12	654	12	508	12	340
13	354	13	354	13	675	13	380
14	360	14	360	14	688	14	388
15	370	15	370	15	358	15	635
16	355	16	401	16	389	16	639

Примітка: виділені кола спортсмен їхав на першій позиції.

Таким чином, відбувається постійна зміна аеродинамічного опору кожного велосипедиста. Це було підтверджено нашими дослідженнями. 100% навантаження

припадає на спортсмена, який веде команду. Його вихідна потужність педалювання складає біля 670 Вт при умові проходження кола за 14.7с. (табл.2)

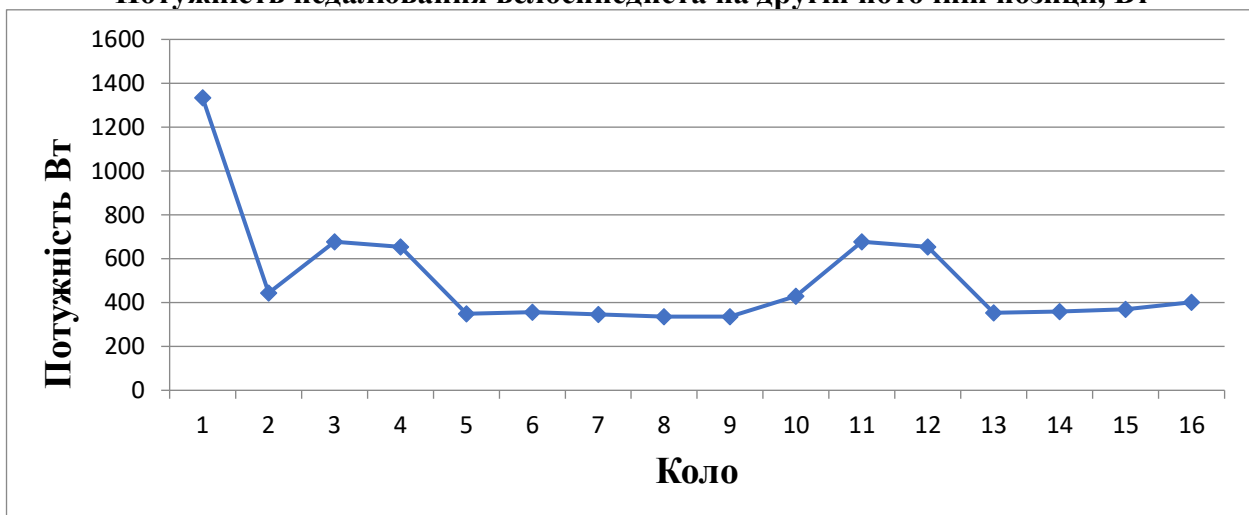
Таблиця 2

**Потужність педалювання велосипедиста на першій поточній позиції, Вт**

Однак спортсмени, які слідують за першим, мають менший аеродинамічний опір, а отже зменшується потужність педалювання велосипедиста, який їде на другій позиції до

74%. При цьому середня потужність педалювання другого велосипедиста складає 370-415Вт. (табл.3)

Таблиця 3

**Потужність педалювання велосипедиста на другій поточній позиції, Вт**

В той час велосипедист на 3 і 4 позиції працює приблизно з 60% від максимальної потужності першого тобто – 360 – 400Вт (табл. 4, 5).

Також слід врахувати, що під час зміни лідера, велосипедист тимчасово втрачає аеродинамічний захист, який триває приблизно одна п'ята частини кола.

**Дискусія.** У попередніх дослідженнях встановлено що, під час їзди на велосипеді просто неба аеродинамічний опір складається окрім іншого компоненту «природного» бокового вітру; однак у приміщенні закритого велодрому відсутній «природний вітер»[9]. Під час командної гонки переслідування на 4 кілометри велосипедист

може поперемінно перебувати попереду або позаду іншого гонщика. На додання аеродинамічного опору припадає понад 90% загальної сили опору, що діє на велосипедиста. [8]

Відомо, що з аеродинамічних міркувань, командний велогонщик переслідування, який їде зі швидкістю 60 км/год, потребуватиме ~600 Вт потужності педалювання на позиції лідера, але ~400 Вт під час драфту [1,3,4]

Саме тому метою цього дослідження було дослідження потужності педалювання кожного велосипедиста в залежності від позиції, на якій він їде. З результатів випливає, що найважчою позицією у командній гонці переслідування на 4

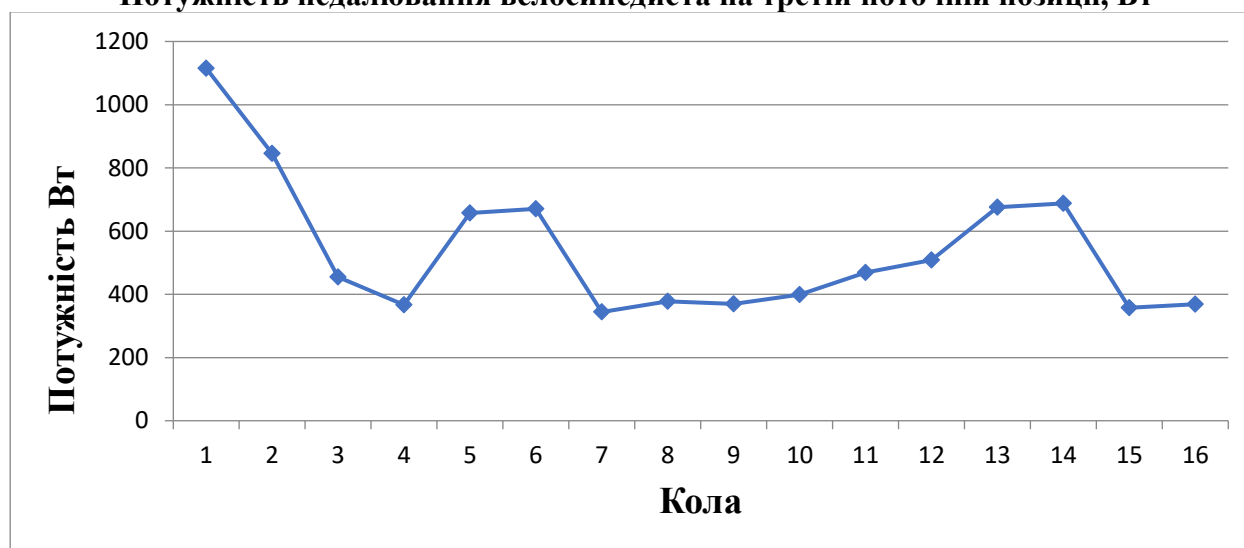
кілометри є стартова позиція номер один, оскільки спортсмен вже із старту працює на максимумі своїх можливостей для того щоб розігнати команду до максимальної середньої швидкості на дистанції.

Після першого спортсмена найбільше навантаження педалювання припадає на спортсмена на другій позиції. Цей спортсмен відповідає за доведення команди до максимальної дистанційної швидкості, якщо перший спортсмен не зміг цього зробити. Третя та четверта позиції велосипедистів

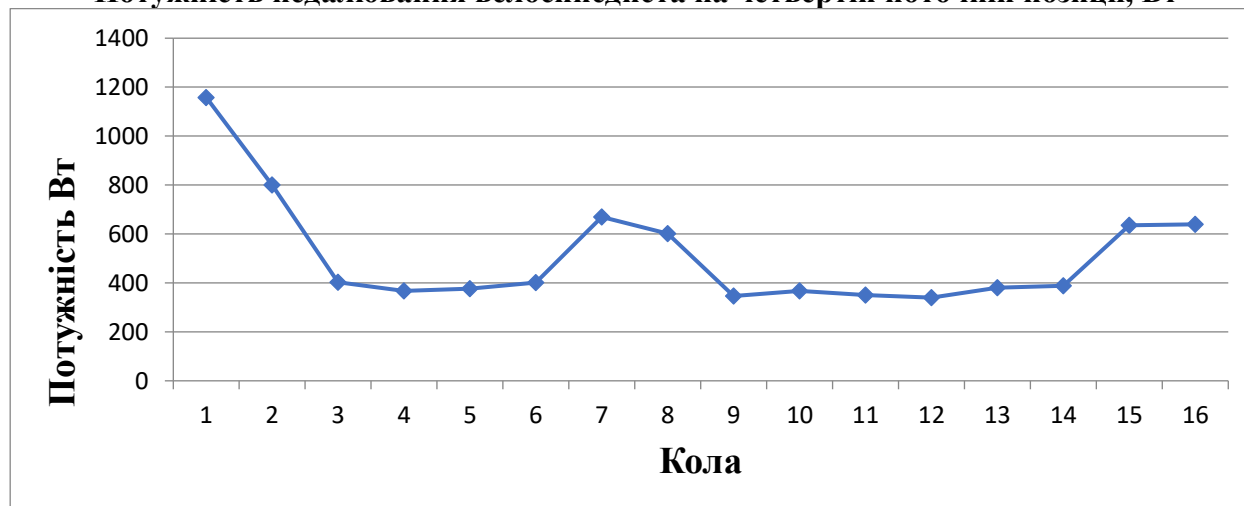
націлена на те, щоб у процесі гонки велосипедисти з цих позицій змогли у разі кризових моментів з боку спортсменів першої або другої поточної позиції зуміти узяти на себе додання більшої відстані, наприклад упродовж 2,5 чи 3 кіл.

Отримані нами дані можуть забезпечити позитивний вплив на процес та результат у командній гонці переслідування. Зокрема ці дані допоможуть тренеру розташувати спортсменів на старті командної гонки переслідування на 4 кілометри.

Таблиця 4

**Потужність педалювання велосипедиста на третій поточній позиції, Вт**

Таблиця 5

**Потужність педалювання велосипедиста на четвертій поточній позиції, Вт**

#### **4. ВИСНОВКИ З ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМКУ**

Ми визначили середню потужність педалювання велосипедистів на кожному колі дистанції у командній гонці переслідування на 4 кілометри у збірної команди України.

Порівняно потужність педалювання велосипедистів в залежності від позиції, на якій знаходиться спортсмен.

Підтверджено що спортсмен на першій позиції показує потужність педалювання 650-685Вт за умови проходження кола одного кола за 14.7с. Якщо час проходження кола буде зменшуватися, то, як наслідок,

показники потужності педалювання велосипедистів будуть збільшуватися.

Спортсмени, які слідуєть за лідером, витрачають дещо менше енергії у них потужність педалювання коливається від 345 до 440Вт що сприяє відновленню м'язової сили.

Базуючись на цій інформації можна планувати спеціальну підготовку кожного

спортсмена індивідуально. Її доцільно використовувати під час обрання стартової та поточної позиції для кожного спортсмена. Для тренерів це розширює можливість обрання та урізноманітнення компромісних стратегій розстановки велосипедистів на стартових позиціях.

### Література

1. BASSETT D., KYLE C., PASSFIELD L., BROKER J. and BURKE E. Comparing cycling world hour records, 1967–1996: modeling with empirical data. *Med. Sci. Sports Exerc.* 31: 1999. 1665–1676 p.
2. BROKER, J. Team pursuit aerodynamic testing, Adelaide, Australia. USOC Sport Science and Technology Report 1994, 1–24 p.
3. BROKER J., KYLE C. and BURKE E. Racing cyclist power requirements in the 4000-m individual and team pursuits. *Med. Sci. Sports Exerc.* 31: 1999, 1677–1685 p.
4. OLDS T., NORTON K., CRAIG N., OLIVE S., and LOWE E. The limits of the possible: models of power supply and demand in cycling. *Aust. J. Sci. Med. Sport* 27: 1995 29–33 p.
5. OLDS, T. S., K. I. NORTON, and N. P. CRAIG. Mathematical model of cycling performance. *J. Appl. Physiol.* 75: 1993 730–737 p.
6. Wagner M. Nested Multi – and Many Objective Optimization of Team Track Pursuit Cycling published: October 2016 doi: 10.3389/fams.2016.00017
7. Bassett D., Kyle C., Passfield L., Broker J., Burke, E. Comparing cycling world hourrecords, 1967–1996: modeling with empirical data. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31 (11), 1999 1665–1676 p.
8. Lukes R, Hart J, Haake S. An analytical model for track cycling. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology* 226(2): 2012, 143–151 p.

### References

1. BASSETT D., KYLE C., PASSFIELD L., BROKER J. and BURKE E. (1999) Comparing cycling world hour records, 1967–1996: modeling with empirical data. *Med. Sci. Sports Exerc.* 31: pp. 1665–1676.
2. BROKER, J. (1994) Team pursuit aerodynamic testing, Adelaide, Australia. USOC Sport Science and Technology Report. pp. 1–24 p.
3. BROKER J., KYLE C. and BURKE E. (1999) Racing cyclist power requirements in the 4000-m individual and team pursuits. *Med. Sci. Sports Exerc.* 31: pp. 1677–1685.
4. OLDS T., NORTON K., CRAIG N., OLIVE S., and LOWE E. (1995) The limits of the possible: models of power supply and demand in cycling. *Aust. J. Sci. Med. Sport* 27: pp. 29–33.
5. OLDS, T. S., K. I. NORTON, and N. P. CRAIG. (1993) Mathematical model of cycling performance. *J. Appl. Physiol.* 75: 1993 pp. 730–737 p.
6. Wagner M. (2016) Nested Multi – and Many Objective Optimization of Team Track Pursuit Cycling published: October doi: 10.3389/fams.2016.00017
7. Bassett D., Kyle C., Passfield L., Broker J., Burke, E. (1999) Comparing cycling world hourrecords, 1967–1996: modeling with empirical data. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31 (11), pp. 1665–1676.
8. Lukes R, Hart J, Haake S. (2012) An analytical model for track cycling. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology* 226(2): pp. 143–151.

### Abstract

GLADYSH Roman, VYNOHRADSKY Bohdan

### PEDALING POWER DYNAMICS OF CYCLISTS IN THE MEN'S 4-KILOMETER TEAM PURSUIT RACE

*The article examines the pedal power of track cyclists in a 4 km team pursuit race. Literary sources of research conducted in this direction in recent years are analyzed. We encountered a paucity of information regarding the pedaling force of track cyclists during each lap of a 4 km team pursuit race. The aim of this study was to determine the pedaling power dynamics of each of four cyclists during a 4 km team pursuit race. The main research method was the pedagogical observation of cyclists of the national team of Ukraine at the second stage of the World Cup in track cycling in Hong Kong on March 15-17, 2024. The instrument used to study pedaling power was the FAVERO ASSIOMA DUO power meter, which is mounted in the bicycle pedal. Information was transmitted to the Garmin 530 cycling computer. During the 4 km team pursuit race. A cyclist can take turns leading or following another rider. Previous studies have shown that the average load per cyclist in a team pursuit race is 505 W. A characteristic feature of this study is not so much the study of the average power of rotation of the pedals of cyclists - track racers at the distance of a team race. 4 kilometers, but determining the force of rotation of the pedals on each wheel depending on the position at the specific moment of the cyclist's ride. Based*

---

*on the pedaling power data of each athlete, depending on the current position, the pedaling power of each lap of the 4 km team pursuit race was described. The importance of each of the four positions of cyclists in a 4 km team pursuit race is analyzed and characterized. Recommendations are provided for the practical application of the results of this scientific work by coaches and athletes in the process of preparing and placing cyclists at the start of a team pursuit race in cycling on a track.*

**Keywords** *cycling, track cycling, pedaling power, scientific research, 4 kilometer team pursuit race.*

---

**Стаття надійшла до редакції 17.05.2024 р.**