

Препринти Інституту фізики конденсованих систем НАН України розповсюджуються серед наукових та інформаційних установ. Вони також доступні по електронній комп'ютерній мережі на WWW-сервері інституту за адресою <http://www.icmp.lviv.ua/>

The preprints of the Institute for Condensed Matter Physics of the National Academy of Sciences of Ukraine are distributed to scientific and informational institutions. They also are available by computer network from Institute's WWW server (<http://www.icmp.lviv.ua/>)

Олеся Ігорівна Мриглод  
Ральф Кенна  
Юрій Васильович Головач  
Бертран Берш

ПРО ВИМІРЮВАННЯ НАУКОВОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Роботу отримано 17 вересня 2013 р.

Затверджено до друку Вченою радою ІФКС НАН України

Рекомендовано до друку відділом статистичної теорії  
конденсованих систем

Виготовлено при ІФКС НАН України  
© Усі права застережені

Національна академія наук України



ІНСТИТУТ  
ФІЗИКИ  
КОНДЕНСОВАНИХ  
СИСТЕМ

ICMP-13-05U

О. Мриглод, Р. Кенна, Ю. Головач, Б. Берш

ПРО ПОРІВНЯННЯ ЕКСТЕНСИВНОЇ ТА ІНТЕНСИВНОЇ  
МІР ЕФЕКТИВНОСТІ НАУКОВИХ ГРУП

ЛЬВІВ

УДК: 001.893, 316.74:001, 519.24, 53.08

PACS: 01.30.-y, 02.50.-r

### Про порівняння екстенсивної та інтенсивної міри ефективності наукових груп

О. Мриглод, Р. Кенна, Ю. Головач, Б. Берш

**Анотація.** У статті піднімаються проблеми, пов'язані із оцінюванням наукової ефективності. Розглядаються екстенсивні та інтенсивні міри для оцінювання загальної сили та усередненого показника якості роботи наукових колективів. Адже з одного боку, досі немає однозначних критеріїв та підходів для аналізу наукової ефективності. З іншого боку, при формалізації процедури оцінювання важливо врахувати відмінності різних галузей науки. У статті обговорюються результати перевірки кореляції між експертними оцінками та показниками на основі цитованості для британських наукових груп, що працюють у різних ділянках науки.

### On the comparison of extensive and intensive measures of scientific group efficiency

O. Mryglod, R. Kenna, Yu. Holovatch, B. Berche

**Abstract.** The problem of scientific efficiency evaluation is discussed in this paper. On the one hand, there is no simple but reliable way to assess the individual or collective scientific performance. It is a challenge to decide which approach, i.e. peer-review or citation-based indicators should be used for this purpose. On the other hand, differences between the disciplines should be taken into account for assessment. Here we analyse correlations between values of citation-based impact indicators and peer-review scores in several academic disciplines, from natural to social sciences and humanities.

Подається в Доповіді НАН України

Submitted to Rep. Nat. Acad. Sci. of Ukraine

© Інститут фізики конденсованих систем 2013  
Institute for Condensed Matter Physics 2013

### Вступ

Однією із характерних рис сучасної науки є те, що кількісні методи досліджень, які виникли і сформувалися в природничих науках, все більше поширюються на науки суспільні і гуманітарні [1]. Більше того, предметом досліджень стає сама наука, що породило порівняно нову галузь – наукометрію [2, 3]. Доступні нині великі обсяги наукометричних даних зручно аналізувати за допомогою методів та інструментарію інших дисциплін, таких як наука про складні системи [4], теорія випадкових графів [5], соціофізика [6], тощо. У задачах соціофізики для розгляду складних соціальних систем використовуються не лише методи, а й понятійний апарат, що виник при вивченні фізичних систем (переважно, об'єктів статистичної фізики). Зокрема, при аналізі наукових груп для розгляду їх структури застосовується теорія складних мереж [7], а при дослідженні ефективності їх роботи використовуються методи і концепції теорії фазових переходів [8]. У нашій статті мова йтиме про ефективність роботи наукових колективів та методи її оцінювання. Ключовим спостереженням, на якому базується наш аналіз, є відмінність між інтенсивними та екстенсивними характеристиками цієї ефективності.

Питання про оцінювання наукового доробку досліджується здавна, проте і нині залишається відкритим. З еволюцією форм наукової праці змінювались і підходи до її аналізу, наприклад, непрямими показниками можна вважати кількість опублікованих робіт, одержаних грантів чи захищених учнів [2, 3]. Сучасний рівень інформаційних технологій дає змогу розширити ці кількісні підходи, окрім іншого, доповнивши їх інформацією про цитованість публікацій [9]. Проте як тривіальні методи простого підрахунку, так і сучасний кількісний аналіз наукометричних даних наразі не дають змоги вивести узагальнений показник, який би однозначно та коректно відображав різні аспекти наукової роботи. Більше того, навіть сучасні методи автоматичного збору даних страждають від багатьох недоліків, а бази даних є неповними. Безумовно, існує ще перевірений часом метод експертної оцінки, який і досі вважається найбільш надійним (наприклад, див. [10]). Прикладом є незалежне рецензування рукописів у наукових виданнях. Проте і цей метод піддається критиці через, скажімо, вплив суб'єктивних факторів на кінцевий висновок [11]. Крім того, проведення масштабної експертної процедури вимагає значного часу та затрат. Таким чином, жоден із можливих підходів до оцінювання наукової ефективності не може вважатися досконалим, проблема балансування між надійністю та простотою неодноразово під-

німається як у наукометричній спільноті, так і на рівні приватних чи державних організацій, що займаються рейтингуванням та/або управлінням у сфері науки. Існує думка, що найкращим вирішенням є комбіноване використання наукометричних показників та рецензування [12].

У цій статті ми розглядаємо проблему взаємної кореляції наукометричних показників та експертних оцінок. Зокрема, ставиться питання про те, чи можна передбачити експертні висновки про роботу наукових груп на основі даних про цитованість їх публікацій, а отже, чи взаємозамінними є ці два підходи. Продовжуючи наші дослідження [13–15], у цій статті ми акцентуємо увагу на особливостях окремих галузей науки.

## 1. Постановка задачі та деякі означення

Для досліджень наукової якості та впливу використаємо інтенсивні та екстенсивні міри – концепції, запозичені із статистичної фізики. У цьому контексті термін “екстенсивний” використовується для опису загальних характеристик системи, що залежать від її розміру, тоді як “інтенсивні” значення відповідають усередненим показникам. Надалі, ведучи мову про оцінювання наукової групи, будемо використовувати два типи показників: *відносні* (інтенсивні), що можуть розглядатися в якості коефіцієнта ефективності групи, тобто усереднені на кількість її членів  $N$ , та *абсолютні* (екстенсивні), що характеризують ефективність групи в цілому і є пропорційними до її розміру  $N$ . Обидві характеристики дослідницьких колективів є важливими та широко використовуються на практиці: відносні значення ефективності лягають в основу рейтингів та дають змогу порівняти між собою установи чи групи різного розміру; натомість, розподілення коштів чи ресурсів відбувається пропорційно до абсолютних значень. Очевидно, що ці два типи показників є взаємозалежними і можуть бути одержані шляхом множення/ділення на  $N$ .

У фізиці екстенсивні та інтенсивні величини, відповідно, позначаються великими та малими літерами – у своїй роботі ми також слідуємо цій традиції. Використовуючи термінологію із попередніх робіт [13–17], відносний показник на основі експертної оцінки ефективності наукового колективу будемо називати *якістю*  $s$ , а загальну, абсолютну оцінку якості – його *силою*  $S$  (від англ. “strength”):

$$S = sN, \quad (1.1)$$

де  $N$  – кількість членів групи. Відповідно, відносний показник, що

базується на основі підрахунку одержаних цитувань, називатимемо *середнім впливом* групи  $i$  (від англ. “impact”), тоді як *загальний вплив*  $I$  буде відповідати абсолютному значенню:

$$I = iN, \quad (1.2)$$

(знову ж таки,  $N$  – кількість членів групи). Вибір таких найменувань змінних пояснюється тим, що рівень цитованості тієї чи іншої наукової публікації інтерпретується як вплив на подальші наукові дослідження, ступінь використання опублікованих результатів у інших роботах. З іншого боку, більш широке значення слова “якість” скоріше співвідноситься із експертною оцінкою, яка враховує різні аспекти роботи.

Метою роботи є порівняння між собою відносних ( $s$  та  $i$ ) та абсолютних ( $S$  та  $I$ ) показників. Ідеально скорельовані значення мали б лягти на пряму лінію і означали б, що результати експертного оцінювання можуть бути легко передбачені на основі даних про цитування і навпаки. Більше того, у такому дослідженні можна врахувати розміри груп, шукаючи кореляцію не для усіх, а для окремо взятих великих, середніх чи малих груп. Питання, пов’язані із розміром групи та залежністю від нього ефективності групи досліджувалося у роботах [16, 17]. Було показано, що коефіцієнт *якості* групи – тобто відносний показник  $s$  – певним чином залежить від її розміру  $N$ : доки група достатньо мала і її розмір не перевищує певного критичного значення  $N_c$ , доти *якість* групи  $s$  зростає із долученням кожного нового члена, коли ж кількість членів перевищує це порогове значення, то коефіцієнт якості групи стає незалежним від її розміру. Тобто залежність *сили* групи  $S$  від  $N$  не є тривіально лінійною: насправді можна побачити, що збільшення розміру групи дає найбільший приріст до її сили лише в певному діапазоні  $N_k < N < N_c$ . Ці два критичні значення  $N_k$  та  $N_c$  якраз і визначають межу між малими ( $N \leq N_k$ ), середніми ( $N_k \leq N \leq N_c$ ) та великими ( $N \geq N_c$ ) науковими колективами. Як показано у [17], існує чіткий взаємозв’язок між  $N_k$  та  $N_c$ : а саме  $N_k = N_c/2$ ; а типові значення порогових розмірів груп відрізняються в залежності від ділянки науки, наприклад:  $N_c = 11 \pm 3$  для економіки,  $N_c = 36 \pm 13$  для хімії і  $N_c \leq 4$  для класичної математики.

## 2. Використані дані

Очевидно, що одержані результати будуть залежати від кожної окремої вибірки даних, адже у різних країнах по-різному організовано

наукові дослідження та неоднаково відбувається розвиток галузей науки. В даному випадку дослідження проводилося на основі даних про ефективність наукових груп у вищих навчальних закладах Великобританії. Це обумовлено тим, що саме там існує багаторічна традиція проведення централізованої процедури оцінювання ефективності наукових та освітніх закладів – **Research Assessment Exercise (RAE)** [18]. Починаючи з 1986 року, і що кожні три-п'ять років організовується масштабна робота з оцінювання та рейтингування навчальних закладів (відсоток дослідних інститутів є малим, натомість основна кількість досліджень здійснюється саме у ВНЗ). Згідно із правилами, кожна установа, що претендує на одержання фінансової підтримки від держави, подає відомості про своїх працівників, які відносяться до різних тематичних груп або так званих модулів – “units of assessment” (UOA). У поданні вказується інформація про вибрані 4 (або менше) публікації кожного науковця, отримані гранти, присвоєні нагороди, кількість студентів та аспірантів, взаємозв'язки із виробництвом, доступні технічні ресурси, тощо. Залучені до RAE експерти аналізують кожне подання і формують профіль якості для усіх наукових груп, визначаючи, яка частка їх результатів відноситься до кожного із 5 рівнів якості:

- 4\*: найвищий рівень якості у світовому масштабі;
- 3\*: високий міжнародний рівень якості;
- 2\*: міжнародний рівень;
- 1\*: національний рівень;
- Unclassified: низький рівень якості або невідповідність опублікованим критеріям RAE.

Таким чином, кожній науковій групі присвоюється власний профіль якості, що складається із набору 5 цифр. Наприклад, результуючий профіль для групи з біології (UOA 14) Університету Кембриджа з  $N = 213, 69^1$ : 20 (4\*); 40 (3\*); 30 (2\*); 5 (1\*); 5 (Unclassified). Оприлюднені профілі якості RAE використовуються для розрахунку так званої формули розподілу коштів, які щорічно виділяє Спеціальна рада Англії з питань фінансування вищої освіти – “Higher Education Funding Council for England” (HEFCE). Зокрема, безпосередньо після

<sup>1</sup> $N$  може набувати дробових значень, якщо частина членів групи працюють не на повну ставку – тоді їх враховують лише частково.

завершення попередньої процедури RAE у 2008 році формула мала вигляд:

$$s = p_{4*} + \frac{3}{7}p_{3*} + \frac{1}{7}p_{2*}, \quad (2.1)$$

де  $p_{n*}$  – це значення із загального профіля якості, що припадає на рівень  $n$ . Саме результуюче значення  $s$  використовується нами як відносний показник *якості* наукової групи. Відповідно, значення *сили* легко розраховується множенням на  $N$ , яке вказується на веб-сторінці RAE разом із відповідним профілем. Наприклад, для згаданої вище біологічної групи Університету Кембриджа значення  $s$  буде приблизно рівним 41,429, і, відповідно,  $S = s \cdot 213, 69 \approx 8852, 87$ .

Для того, щоб одержати показник ефективності для тієї ж виділки наукових груп, але вже на основі даних про цитованість, було використано дані приватної компанії Evidence, що ввійшла до складу **Thomson Reuters Research Analytics** [19]. Використовуючи базу даних Web of Science, для кожної групи, що зробила подання до RAE 2008 року, компанією Evidence були розраховані значення так званого нормалізованого впливу цитувань – normalised citation impact (NCI). Особливістю цього показника є нетривіальна процедура нормування, що дає змогу компенсувати відмінності у цитованості для різних галузей науки, різних видань чи навіть різних проміжків часу. Отже, *середній вплив* групи  $i$  визначається нормованими значеннями цитованості статей, що сумуються та усереднюються на кількість членів групи. Відповідно, значення *загального впливу*  $I$  легко одержується з (2).

Порівняння відносних ( $s$  та  $i$ ) та абсолютних ( $S$  та  $I$ ) показників було здійснено для наукових груп Великобританії із семи галузей науки:

- Біологія (Biology, UOA 14),
- Хімія (Chemistry, UOA 18),
- Фізика<sup>2</sup> (Physics, UOA 19),
- Інженерія (Mechanical, Aeronautical and Manufacturing Engineering, UOA 28),
- Географія та науки про навколишнє середовище (Geography and Environmental Studies, UOA 32),

<sup>2</sup>В інтерпретації RAE “фізика”, в основному, включає експериментальні дослідження, тоді як теоретичні дослідження часто аналізуються разом із прикладною математикою

- Соціологія (Sociology, UOA 41),
- Історія (History, UOA 62).

### 3. Обговорення результатів

Наведені у Табл. 1 результати (див. також [13–15]) свідчать про те, що між відносними показниками ефективності наукових груп кореляція існує, проте лише помірна: для жодної із проаналізованих дисциплін коефіцієнт лінійної кореляції Пірсона  $r$  не перевищує 0,7. Між рейтингами наукових груп, що побудовані на основі  $s$  та  $i$ , також існує лише незначна кореляція з коефіцієнтом Спірмена  $\rho \approx 0,59$  в крайньому випадку [14].

Відсутність помітних закономірностей, пов'язаних із розмірами груп наптовхує на міркування про оцінку надійності методів аналізу ефективності груп різного розміру з точки зору статистики. Скажімо, будь-яке усереднення, зроблене для тієї ж біологічної групи з Університету Кембриджа із  $N = 213$ , 69 буде значно надійнішим, ніж для біологічної групи Університету Дербі з  $N = 6$ . Також кидається у вічі різний розподіл груп за розмірами у різних ділянках науки: тоді як, скажімо, для географії однаково характерними є як великі, так і менші дослідницькі колективи, у галузі експериментальної фізики природно переважають великі групи.

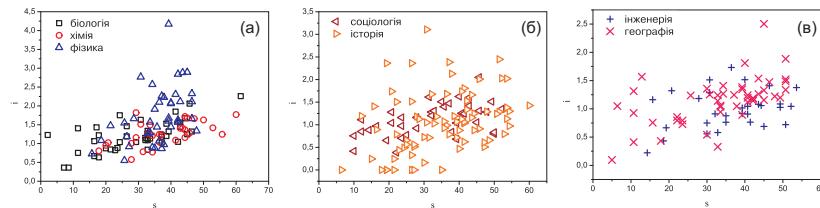


Рис. 1. Залежність між відносними показниками  $s$  та  $i$  для наукових груп в галузях (а) точних, (б) гуманітарних та (в) міждисциплінарних наук. Дані про різні дисципліни наведені різними символами.

Тоді як відносні показники ефективності наукових груп  $s$  та  $i$  корелюють не дуже сильно, їх абсолютні відповідники  $S$  та  $I$  виявляються добре скорельованими, як це чітко видно із Табл. 2. Це означає, що з великою долею ймовірності *сила* наукової групи відповідає її *загальному впливу*. Очевидно, що рейтингування за абсолютними значеннями позбавлене сенсу, проте можна оцінити пропорційний вклад кожного колективу.

Табл. 1. Значення коефіцієнтів кореляції між відносними показниками  $s$  та  $i$ , відповідно, *якості* та *середнього впливу* наукових колективів Великої Британії для різних дисциплін.

Дисципліна	Коефіцієнт Спірмена $\rho$ для порівняння рейтингів	Коефіцієнт лінійної кореляції Пірсона $r$			
		Для усіх груп	Для великих груп	Для малих і середніх груп	Для узагальнених даних
біологія, див. [13] (32 великих груп, 7 середніх і 5 малих)	0,57	0,64	0,62	0,39	0,48
хімія (12 великих груп, 14 середніх і 3 малих)	0,59	0,58	0,62	0,35	
фізика (28 великих груп, 9 середніх і 4 малих)	0,52	0,46	0,37	0,56	0,36
соціологія (29 великих груп, 8 середніх і 2 малих)	0,50	0,51	0,32	0,63	
історія (30 великих груп, 24 середніх і 25 малих)	0,38	0,35	-0,33	0,31	
інженерія (30 груп, немає даних про $N_c$ та $N_k$ )	0,25	0,30	–	–	0,45
географія (16 великих груп, 18 середніх і 14 малих)	0,58	0,57	0,07	0,48	

В Табл. 2 також можна зауважити відмінності у значеннях коефіцієнтів кореляції: хоча у всіх випадках вони є високими, проте найкраще  $S$  та  $I$  корелюють для природничих галузей науки ( $r \geq 0,95$ ), таких як біологія, хімія та фізика. Дещо нижчим ( $r \approx 0,87$ ) коефіцієнт кореляції є для історії та соціології як гуманітарних дисциплін, а проміжних значень ( $r \approx 0,94$ ) набуває для інженерії та географії. Останнє може пояснюватись тим, що в інтерпретації RAE географія є сильно міждисциплінарною наукою, як, зрештою, й інженерія. Щоб перевірити це спостереження, на Рис. 1 і 2 наведені графіки за-

Табл. 2. Значення коефіцієнтів кореляції між абсолютними показниками  $S$  та  $I$ , відповідно, *сили* та *загального впливу* наукових колективів Великої Британії для різних дисциплін.

Дисципліна	Коефіцієнт лінійної кореляції Пірсона $r$			
	Для усіх груп	Для великих груп	Для малих і середніх груп	Для узагальнених даних
біологія, див. [13] (32 великих груп, 7 середніх і 5 малих)	0,97	0,96	0,92	0,94
хімія (12 великих груп, 14 середніх і 3 малих)	0,95	0,93	0,77	
фізика (28 великих груп, 9 середніх і 4 малих)	0,96	0,96	0,75	
соціологія (29 великих груп, 8 середніх і 2 малих)	0,87	0,81	0,67	0,87
історія (30 великих груп, 24 середніх і 25 малих)	0,87	0,78	0,71	
інженерія (30 груп, немає даних про $N_c$ та $N_k$ )	0,94	–	–	0,91
географія (16 великих груп, 18 середніх і 14 малих)	0,93	0,58	0,94	

лежності як відносних, так і абсолютних показників окремо для груп із точних, гуманітарних та міждисциплінарних галузей. З Рис. 1 бачимо, що дійсно між  $s$  та  $i$  існує однакова позитивна тенденція, проте рівень скорельованості дійсно є невисоким.

Добра скорельованість абсолютних показників  $S$  та  $I$  для усіх груп дисциплін, що підтверджується значеннями коефіцієнта кореляції у Табл. 2, продемонстрована також візуально на Рис. 2.

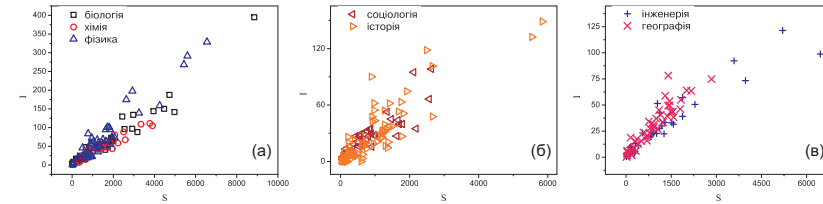


Рис. 2. Залежність між абсолютними показниками  $S$  та  $I$  для наукових груп в галузях (а) точних, (б) гуманітарних та (в) міждисциплінарних наук. Кожній дисципліні відповідають певні символи.

#### 4. Висновки

Одержані у роботі результати ще раз підтверджують, що усереднені показники впливу наукових груп (інтенсивні величини), які базуються на підрахунку цитувань, не можуть добре відтворити експертні оцінки якості. Відповідно, можна стверджувати, що результати рейтингування установ на основі нормалізованого підрахунку цитувань будуть відрізнятися від результатів рейтингування на основі висновків рецензентів. З іншого боку, при бажанні оцінити пропорційні вклади від наукових груп різного розміру (екстенсивні величини), можна з високою долею впевненості використати дані про їх цитованість. Цей висновок справедливий для усіх ділянок науки, проте найкраще працює у випадку саме точних наук, для яких статті у періодичних виданнях є традиційною формою публікації наукових результатів. Значна, проте все ж слабша кореляція між абсолютними оцінками спостерігається для сектора гуманітарних наук, які по-перше найслабше представлені у базі даних Web of Science, а по-друге, мають значну частку публікацій у підручниках, монографіях або інших специфічних формах видань (ноти для музики, методичні матеріали для педагогіки, тощо). Питання щодо ролі, яку відіграє розмір самих груп, згадане у цій роботі, потребує детальнішого дослідження, яке б відповіло на запитання: чи годяться для оцінювання малих та середніх груп методи і підходи, що базуються на статистиці і тому підходять для аналізу ефективності більших за розміром груп.

Дослідження проведено в рамках проектів: “Динаміка і кооперативні явища в складних фізичних і біологічних середовищах” (7-ма Рамкова угода, FP7-PEOPLE, IRSES project N269139) та “Статистична фізика у різноманітних реалізаціях” (7-ма Рамкова угода, FP7-PEOPLE, IRSES project N295302).

## Література

1. Див, наприклад: Lazer D. et al. Computational Social Science // Science. – 2009. – 323. – 721-723; Castellano C., Fortunato S., Loreto V. Statistical physics of social dynamics // Rev. Mod. Phys. – 2009. – 81. – 591-646.
2. Основы науковедения / [ред. Н. Стефанов, Н. Яхиял, Я. Фаркаш, Г. Кребер, И. Малецкий, С. Микулинский, Р. Рихта]. – М. : Наука, 1985. – 431 с.
3. Добров Г. М. Наука о науке / Г. М. Добров. – К. : Наукова думка, 1989. – 304 с. – ISBN 5-12-001112-8.
4. Encyclopedia of Complexity and Systems Science / [ред. Meyers R.A.]. – Springer. – 2009. – 10370 p.
5. Graph Theory / Diestel R. – Springer: 2005. – 410 p.
6. Sociophysics: A Physicist's Modeling of Psycho-political Phenomena / Galam S.. -Springer New York Dordrecht Heidelberg London. – 2012. – 439 p.
7. Головач Ю., фон Фербер К., Олемської О., Головач Т., Мриглюд О., Олемської І., Пальчиков В. Складні мережі // Журнал фізичних досліджень. – 2006. – Том 10. – С. 247-291.
8. Order, Disorder and Criticality. Advanced Problems of Phase Transition Theory. Yu. Holovatch (editor). World Scientific, Singapore, 2004; том 2, 2007; том 3, 2012. – 248 p.
9. Penner O., Petersen A.M., Pan R.K., Fortunato S. Commentary: The case for caution in predicting scientists' future impact // Physics today. – 2013. – 8-9.
10. van Raan A.F.J. Fatal attraction: Conceptual and methodological problems in the ranking of universities by bibliometric methods // Scientometrics. – 2005. – Том 62. – Вип. 1.- С. 133-143, (англійською мовою).
11. Bornmann L. The Hawthorne effect in journal peer review // Scientometrics. – 2012. – Том 91. – С. 857-862, (англійською мовою).
12. De Bellis N. Bibliometrics and citation analysis: from the science citation index to cybermetrics. – USA: The Scarecrow Press, Inc., Lanham, Maryland, Toronto, Plymouth (UK), 2009.
13. Mryglod O., Kenna R., Holovatch Yu., Berche B. Absolute and specific measures of research group excellence // Scientometrics. – 2013. – Том 95, Вип. 1. – С. 115-127, (англійською мовою).
14. Mryglod O., Kenna R., Holovatch Yu., Berche B. Comparison of a citation-based indicator and peer review for absolute and specific measures of research-group excellence // Scientometrics, 2013, опу-

- блікована онлайн, doi: 10.1007/s11192-013-1058-9 (англійською мовою).
15. Мриглюд О., Кенна Р., Головач Ю., Берш Б. Про вимірювання наукової ефективності // Вісник НАН України, прийнято до друку (опубліковано онлайн у вигляді препринту ІФКС НАН України № 13-02U: <http://www.icmp.lviv.ua/sites/default/files/preprints/pdf/1302U.pdf>).
  16. Kenna R., Berche B. Critical mass and the dependency of research quality on group size // Scientometrics. – 2010. – Том 86(2). – С. 527-540, (англійською мовою).
  17. Kenna R., Berche B. Critical masses for academic research groups and consequences for higher education research policy and management // Higher Education Management and Policy. – 2011. – Том 23(3). – С. 1-21, (англійською мовою).
  18. The official web-page of the RAE 2008. <http://www.rae.ac.uk/>. Востаннє перевірено доступність 17 липня 2013 р.
  19. The official web-page of Thomson Reuters Research Analytic: <http://www.evidence.co.uk>. Востаннє перевірено доступність 17 липня 2013 р.

# CONDENSED MATTER PHYSICS

The journal **Condensed Matter Physics** is founded in 1993 and published by Institute for Condensed Matter Physics of the National Academy of Sciences of Ukraine.

**AIMS AND SCOPE:** The journal **Condensed Matter Physics** contains research and review articles in the field of statistical mechanics and condensed matter theory. The main attention is paid to physics of solid, liquid and amorphous systems, phase equilibria and phase transitions, thermal, structural, electric, magnetic and optical properties of condensed matter. Condensed Matter Physics is published quarterly.

---

**ABSTRACTED/INDEXED IN:**

- Chemical Abstract Service, Current Contents/Physical, Chemical&Earth Sciences
- ISI Science Citation Index-Expanded, ISI Alerting Services
- INSPEC
- Elsevier Bibliographic Databases (EMBASE, EMNursing, Compendex, GEOBASE, Scopus)
- "Referativnyi Zhurnal"
- "Dzherelo"

---

**EDITOR IN CHIEF:** Ihor Yukhnovskii

**EDITORIAL BOARD:** T. Arimitsu, *Tsukuba*; J.-P. Badiali, *Paris*; B. Berche, *Nancy*; T. Bryk, *Lviv*; J.-M. Caillol, *Orsay*; C. von Ferber, *Freiburg*; R. Folk, *Linz*; D. Henderson, *Provo*; F. Hirata, *Okazaki*; Yu. Holovatch, *Lviv*; M. Holovko, *Lviv*; O. Ivankiv, *Lviv*; W. Janke, *Leipzig*; M. Korynevskii, *Lviv*; Yu. Kozitsky, *Lublin*; M. Kozlovskii, *Lviv*; H. Krienke, *Regensburg*; R. Levitskii, *Lviv*; V. Morozov, *Moscow*; I. Mryglod, *Lviv*; O. Patsahan (Assistant Editor), *Lviv*; N. Plakida, *Dubna*; G. Röpke, *Rostock*; I. Stasyuk (Associate Editor), *Lviv*; M. Tokarchuk, *Lviv*; I. Vakarchuk, *Lviv*; M. Vavruk, *Lviv*; A. Zagorodny, *Kyiv*

**CONTACT INFORMATION:**

Institute for Condensed Matter Physics  
of the National Academy of Sciences of Ukraine  
1 Svientsitskii Str., 79011 Lviv, Ukraine  
Tel: +38(032)2760908; Fax: +38(032)2761978  
E-mail: cmp@icmp.lviv.ua    <http://www.icmp.lviv.ua>