

**Маник Т.О., к.ф.-м.н.,**  
Буковинський державний  
фінансово-економічний університет,  
м. Чернівці

### **Аналогії між фізичними та економічними процесами (огляд)**

*Представлено аналіз основних економічних і фізичних понять та процесів, що мають спільну основу. Визначено три основні величини для опису фізичних та економічних процесів, через які можна виразити всі інші. Наведений огляд структур твердого тіла і фінансового ринку дав змогу встановити їхню подібність. Порівняння кристалічної ґратки твердого тіла з моделлю центральних місць Кристаллера показало, що оптимальним пакуванням володіють ідеальні гексагональні ґратки, однак на практиці важливим є перехід до реальних структур.*

**Ключові слова:** *еконофізика, матерія, капітал.*

*Представлен анализ основных экономических и физических понятий и процессов, имеющих общее основание. Установлены три основные величины описания физических и экономических процессов, с помощью которых можно выразить остальные. Приведенный обзор структуры твердого тела и финансового рынка позволил установить сходство их структур. Сравнение кристаллической решетки твердого тела с моделью центральных мест Кристаллера показало, что оптимальной упаковкой обладают идеальные гексагональные решетки, однако на практике важным является переход к реальным структурам.*

**Ключевые слова:** *эконофизика, материя, капитал.*

*The analysis of the main economic and physical concepts and processes with common base are presented. Established three basic quantities describing the physical and economic processes through which are possible express the others. The present review of the structure of solids and financial market allowed us to establish the similarity of their structures. Comparison of the crystal lattice of solid with model of Christaller central places showed that ideal hexagonal lattice have optimal packing, but in practice is important a transition to real structures.*

**Key words:** *econophysics, matter, capital.*

**Постановка проблеми.** Найбільш перспективними традиційно вважаються міждисциплінарні дослідження, що проводяться на перетині різних наук [1]. Вони допомагають сформулювати єдиний поняттєвий апарат, зіставити методи аналізу, побачити стан конкретної науки в інших сферах знань.

Що ж може бути спільного в таких різних науках, як фізика й економіка? І фізики, і економісти застосовують математичні моделі та математичні експерименти. Використовуючи соціальні спостереження в ролі вхідних даних, а фізичні аналогії як методологічні засоби [2], надається можливість ефективного вирішення економічних процесів. Для цього найперше необхідно встановити властивості, закони і фундаментальні дослідження процесів в економіці та фізиці, що мають однакове підґрунтя.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дедалі більшу увагу дослідників привертає поєднання фізики та економіки в єдину науку – еконофізику [3], де автори проводять дослідження складних економічних систем методами квантової та статистичної механіки.

**Постановка завдання.** Розв'язання поставленої проблеми в даній роботі передбачає: встановлення предмета вивчення фізики та економіки; основних величин для опису фізичних та економічних процесів; порівняння твердого тіла з фінансовими ринком та моделлю центральних місць Кристаллера.

**Виклад основного матеріалу.** Предметом вивчення фізики є матерія. У фізиці виділяють дві форми існування: речовина і поле. Речовина має інертну та гравітаційну маси. Інертна маса характеризує здатність тіла чинити опір впливу сили, наприклад, чим більше прискорення в результаті впливу сили, тим менша маса. Гравітаційна маса характеризує здатність тіла притягатися до іншого тіла. Поле ж володіє гравітаційною масою, а відсутність інертної вказує на те, що під дією сили швидкість руху частинок не змінюється (частинки рухаються з постійною швидкістю, швидкістю світла).

Предметом вивчення економіки також є матерія, яка представлена капіталом, де можна виділити дві форми її існування: реальний і фіктивний капітал. Реальний капітал має певні характеристики, що не змінюються в іншій системі відліку, здатність задовольняти будь-які потреби і мінливу обмінну вартість (вартість товару в одному регіоні не відповідає його вартості в іншому за однакових потреб). Завдяки фіктивному капіталу відбувається переміщення реального. Розвиток ринку фіктивного капіталу призводить до спрощення можливості переміщення реального, а швидкість такого переміщення можна зіставити зі швидкістю світла для мікрочастинок.

Для опису фізичних та економічних процесів використовуються ті чи інші величини, що мають відповідні розмірності (системні

одиниці).

У фізиці найбільш відомими і прийнятими системами одиниць є СІ та СГС. Перевага системи СІ над СГС полягає в тому, що всі степені, до яких зводяться основні одиниці для отримання похідних, – цілочисельні. Застосування дробових степенів не має фізичного змісту й інтуїтивно неприйнятне. У той же час величезний набір похідних одиниць (тиск виражається в паскалях замість ньютонів на квадратний метр) хоча і створює труднощі для запам'ятовування, проте є більш звичним та спрощує запис.

В економіці, насамперед в промисловості і торгівлі, доводиться мати справу з різними фізичними величинами. Порівняльний аналіз приводить до невтішного висновку про те, що загальноприйняті системи одиниць не відповідають економічним потребам. Економічна теорія і практика потребує системи одиниць з розмірностями фізичних величин, але ні система СІ, ні СГС, навіть їх поєднання, не є достатніми. Крім одиниць виробничої продукції, необхідні одиниці її сервісності, тобто здатності задовольняти людські потреби. Крім того, слід врахувати спеціалізовані технічні одиниці, що не мають коефіцієнтів перерахунку на фізичні одиниці; деякі галузі техніки і виробництва, затребувані соціумом і задіяні в економічній діяльності, ніяк не відображені в системах одиниць фізичних величин, хоча беруть участь у фізичних процесах. Крім того, економіка пов'язана з біологічними і соціальними процесами, досить специфічними за своєю природою та способами вимірювань.

Економіці доводиться мати справу з іншими, нефізичними величинами (біотехнічними, інтелектуальними, соціальними, політичними), метризація яких здійснена тільки частково. Отже, потрібне таке відображення одиниць фізичних величин в економічній простір, яке мало б лічильну базу. Широко вживаною є грошова одиниця. У світі використовується майже стільки грошових одиниць, скільки країн, і всі вони так чи інакше відрізняються одна від одної. Серед цього розмаїття можна виділити три типи:

- конвертовану валюту, яку можна строго співвіднести за дуже повільно змінюваного паритету золота і за бажанням обміняти на золото за твердим курсом;

- слабо конвертовані гроші, забезпечені виробленими товарами відповідної держави, що мають стабільну купівельну спроможність;

- неконвертовані гроші, не забезпечені державними або товарними цінностями, з ситуаційною купівельною спроможністю і

довільною платоспроможністю (не тільки приватні продавці і компанії, але і держава може миттєво змінити ціни і тарифи на товари та послуги).

Гроші можуть бути «живими» – у формі монет або купюр, безготівковими або у формі «платіжних карт». Важливий реальний еквівалент одиниці грошей. Тривалий час діє золотий еквівалент. Він виявився стійким і працездатним, незважаючи на інфляцію і нерівномірність збільшення золотої маси.

Багаторазові спроби заміни золота іншими металами практичного успіху не мали. Не отримав визнання і енергетичний еквівалент (за калорійністю нафти – еквівалент 1 барель, за ціною електроенергії – еквівалент 1 Дж), хоча ідея приваблива: розвиток цивілізації визначається не масою золота, а енергоспоживанням. Так чи інакше, реальний еквівалент грошей – золото. При цьому враховується, що золото може бути «перетворене» на енергію, тому за бажання можна приписати йому як масову, так і енергетичну міру (аналогічно тому, як це діється у фізиці). Грошова одиниця – основна в економіці, і які б трансформації з її еквівалентом не відбувалися, вона залишатиметься такою.

Економічні процеси, як різні реальні процеси, відбуваються у просторі та часі, тому як основні одиниці необхідно включити довжину (одиниця – метр) та час (одиниця – секунда). Третьою основною величиною є гроші (одиниця – долар) – як загальний еквівалент вартості і міра різних економічних процесів. Цей еквівалент може виражатися як енергією, так і масою золота. Три основні величини – довжина, час, гроші – мінімальний склад, через який можна виразити всі інші.

Аналогічну ситуацію маємо у фізиці: системи, побудовані на трьох основних величинах (довжині, часі, масі) могли б бути застосовані для будь-яких інших величин – теплових, світлових, електродинамічних. До основних економічних величин не належить маса, але її можна (як і енергію) виразити через гроші, а потім і всі інші величини.

Актуальним у фізичних дослідженнях завжди є пошук нових матеріалів з необхідними кристалічними структурами і властивостями. Не менш важливу роль в економіці відіграють дослідження фінансових ринків. Виявляється, що між ними можна провести певний зв'язок. Так, кристалічне тверде тіло має таку ж структуру, як і фінансовий ринок [4] (рис. 1).



**Рис. 1.** Структура зв'язків: а) фінансового ринку, б) кристалічного твердого тіла [4].

Кристалічна ґратка і сукупність суб'єктів фінансового ринку являють собою статичні мережі, а додавання до них електронного газу і сукупності об'єктів фінансового ринку відповідно «збуджує» ці мережі і перетворює їх із статичних на динамічні.

Аналогічні і механізми їх функціонування: електрони рухаються по кристалічному твердому тілу шляхом переходу з одного атома на інший, а гроші і товари переміщуються з фінансового ринку за допомогою переходів від одного покупця або продавця до іншого. Електрони зі спіном «вгору» і «вниз» можна ототожнити відповідно з грошима і товаром, а атоми зі спіном «вгору» і «вниз» – з покупцями і продавцями (активними учасниками ринку).

З фізичної позиції, переміщення електронів з одного атома на інший відбувається стрибкоподібно, а на одному фіксованому атомі може знаходитися не більше одного електрона зі спіном «вгору» або «вниз»; з економічної це означає, що покупець – це той суб'єкт фінансового ринку, у якого є гроші, а продавець – той, у якого є товар, при цьому одночасна наявність грошей і товару у одного суб'єкта не допускається.

Атом у кристалічній ґратці без електронів відповідає суб'єкту

фінансового ринку без грошей і товару, якого можна вважати пасивним учасником ринку. Збільшення кількості електронів в кристалічному твердому тілі відповідає притоку на фінансовий ринок грошей і товару і приводить до «активізації» пасивних учасників.

Кристалічну ґратку твердого тіла також можна співставити з моделлю центральних місць В. Кристаллера [5], в якій існує чітка залежність між розмірами міст і рівнем розвитку їхніх функцій, як центрів роздрібної торгівлі. Розміщення міст по моделі Кристаллера забезпечує оптимальне розміщення споживачів товарів і послуг до найближчих центральних місць (міст). Шестикутна (гексагональна) ґратка центральних місць виникає в результаті прагнення розмістити на площині максимальну кількість конусів попиту (радіусів зон збуту товарів, нижня межа яких визначається граничним розміром ринку, а верхня – відстанню, поза якою центральне місце вже не здатне збувати свій товар, оскільки кількість товару скорочується зі збільшенням відстані). Якщо міста розміщуються у вузлах ґратки, то територія обслуговується мінімальним числом центральних місць, а значить, дане розміщення відповідає критеріям оптимізації ринкової структури (рис. 2).

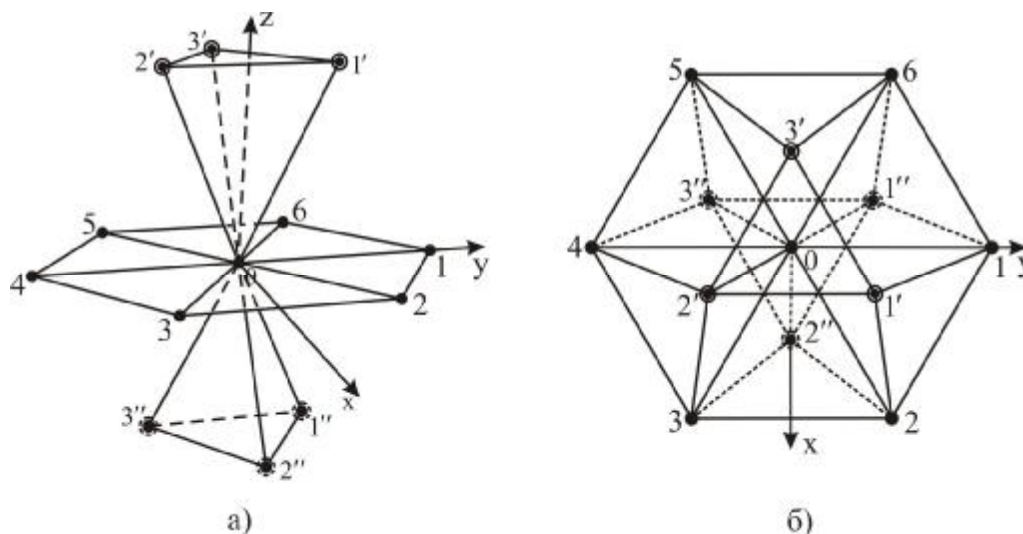


**Рис. 2.** Схема моделі центральних місць Кристаллера [5].

В моделі центральних місць використовується оптимальне пакування кристалічної ґратки, за допомогою якого здійснюється спроба поліпшити територіальну організацію суспільства, встановивши залежність між розмірами міст і рівнем розвитку їх функцій як центрів роздрібної торгівлі. Однак вона не зазнала успіху в реальному житті, оскільки ідеальне розміщення міст може існувати тільки на нескінченній однорідній рівнині з однаковою і рівномірною щільністю та купівельною спроможністю населення, рівномірним розміщенням ресурсів, однаковою транспортним сполученням.

Дослідження кристалічної структури певних елементів таблиці Д.І. Менделєєва показали [6, 7], що дані матеріали мають гексагональну щільно упаковану кристалічну ґратку, схема зв'язків в

елементарній комірці яких наведена на рис. 3.



**Рис. 3.** Схема елементарної комірки кадмію та цинку: а) в системі координат XYZ, б) проекція на площину XOY (номери 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 1', 2', 3', 1'', 2'', 3'' означають атоми у вузлах кристалічної ґратки).

Перехід від ідеальних до реальних кристалічних структур, досліджуваних у [6; 7] матеріалів, в наближенні найближчих сусідів, здійснюється розщепленням хімічного зв'язку на п'ять нееквівалентних сімейств, а запропоновані математичні моделі для розрахунку параметрів їх хімічних зв'язків дають можливість управляти технологічними режимами одержання матеріалів із заздалегідь заданими фізико-хімічними властивостями [8; 9].

**Висновки.** Наведено співставлення фундаментальних понять фізики та економіки. Встановлено, що предметом вивчення фізики і економіки є матерія, а її формами: поле і речовина – у фізиці, реальний і фіктивний капітал – в економіці. Визначено три основні величини для опису фізичних та економічних процесів, через які можна виразити всі інші, а саме: довжина, час і маса – у фізиці, і довжина, час, гроші – в економіці.

Наведений огляд структури твердого тіла і фінансового ринку дав можливість простежити аналогії їх будови, встановити взаємно-однозначну відповідність між кристалічним твердим тілом і фінансовим ринком. Порівняння кристалічної ґратки твердого тіла з моделлю центральних місць В. Кристаллера показало, що як у фізиці, так і в економіці оптимальним пакуванням володіють гексагональні структури, однак вирішальним є врахування переходу до реальних структур.

**Список використаних джерел**

1. Чернавский Д.С. О проблемах физической экономики / Д.С. Чернавский, Н.И. Старков, А.В. Щербаков // Успехи физических наук. – 2002. – Т. 172, №9. – С. 1045–1066.
2. Вовк С.Н. Неклассическая методология и многофакторный поход / С.Н. Вовк, О.Н. Маник. – Черновцы: Прут, 1996. – 290 с.
3. Эконофизика. Современная физика в поисках экономической теории / [под ред. В.В. Харитонов, А.А. Ежова]. – М.: МИФИ, 2007. – 624 с.
4. Двойственность и золотое сечение в физике твердого тела / Евгений Шипицын, Валериан Попков // Вестник Международного института А. Богданова. – 2000. – №4. – С. 6–27.
5. Шарыгин М.Д. Введение в экономическую и социальную географию / М.Д. Шарыгин, В.А. Столбов. – М.: Дрофа, 2007. – 255 с.
6. Особенности химической связи в кадмии / А.А. Ащеулов, О.Н. Маник, Т.О. Маник [и др.] // Неорганические материалы. – 2011. – Т. 47, № 9. – С. 1052 – 1056.
7. Особенности формирования химической связи кристаллов цинка / А.А. Ащеулов, О.Н. Маник, Т.О. Маник [и др.] // Журнал неорганической химии. – 2012. – Т. 57, № 4. – С. 601–606.
8. Пат. 62627 Україна, МПК С30В 11/00, С30В 29/30. Процес отримання монокристалів кадмію / А.А. Ащеулов, О.М. Маник, Т.О. Маник [та ін.]; заявник і власник патенту Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича. – № u201100090; заявл. 04.01.2011; опубл. 12.09.2011, Бюл. №17.
9. Пат. 62629 Україна, МПК С30В 11/00, С30В 29/30. Процес отримання монокристалів цинку / А.А. Ащеулов, О.М. Маник, Т.О. Маник [та ін.]; заявник і власник патенту Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича. – № u201100114; заявл. 04.01.2011; опубл. 12.09.2011, Бюл. №17.