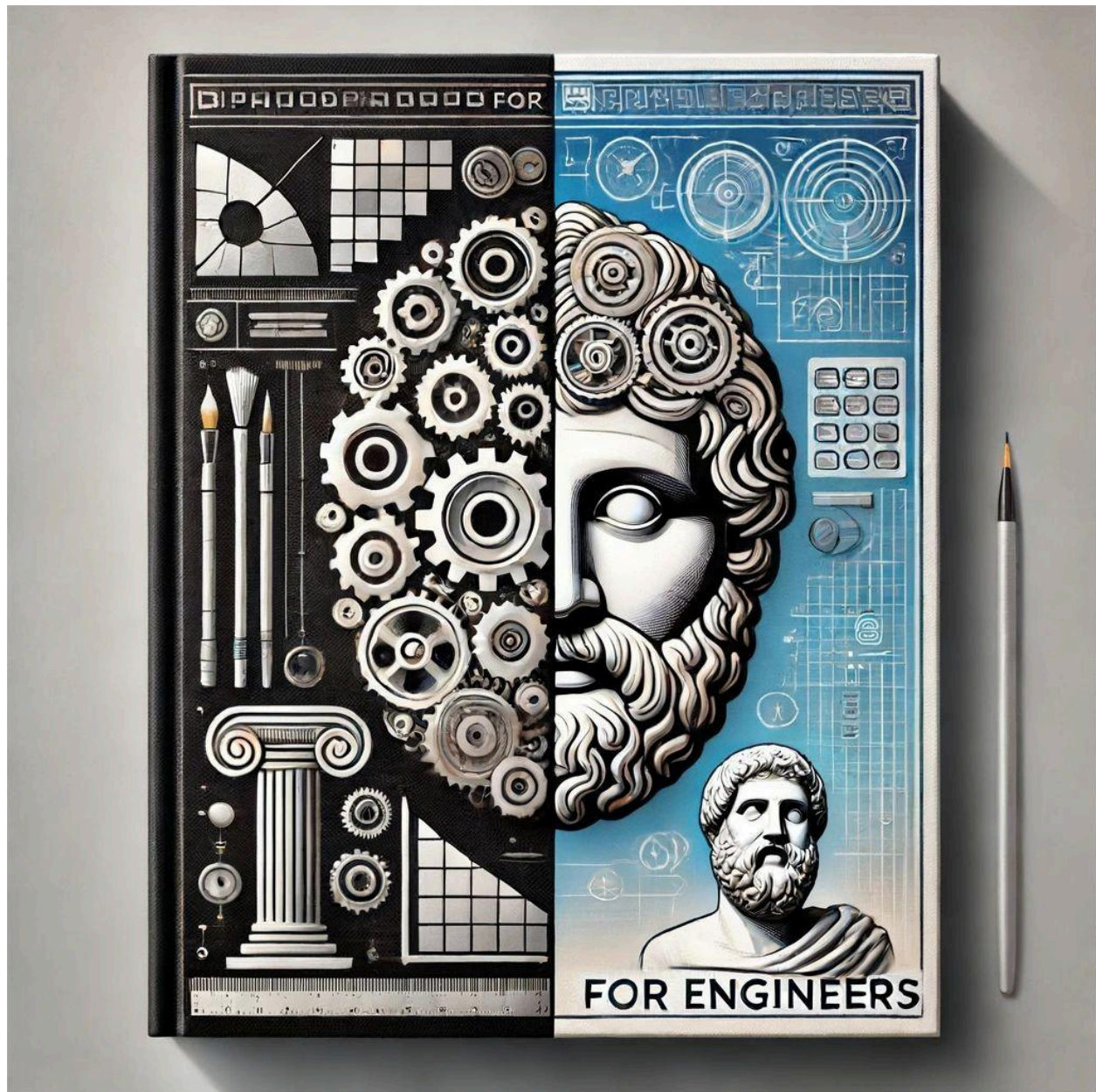


## Філософія науки: Що таке “наука”?



Наука — це сфера людської діяльності, спрямована на вироблення й упорядкування знань про дійсність, що ґрунтуються на фактах, логічних висновках і дослідній перевірці.

Філософія потрібна інженеру для того, щоб інженер знав науковий метод і що відрізняє наукову теорію від псевдонаукової.

“Філософія — це наука про основи та причини” (Бернард Больцано, “Науковчення”, 1837).

Мені вчителька з філософії розповідала про епопею навколо терміна "науковий".

Діло було приблизно таким чином.

Були колись "логічні позитивісти", яких надихнув, зокрема, Вітгенштайн. Вони казали, що наукове тільки те, що зводиться до атомарних фактів та логічних висновків.

Ці атомарні факти були фундаментом їхньої системи.

Атомарний факт — це вислів типу: "Вода кипить".

Але були серйозні методологічні проблеми, бо виявляється, щоб висловити такий факт потрібно вже мати цілу теорію, відносно якої цей факт буде верифікуватися. Ми повинні чітко визначити, що таке "вода", що означає "кипить" й які умови. По суті будемо перевіряти певну теорію ("гайд по світу"), модель світу.

Чому ж позитивісти одразу до цього не дійшли?! Бо вони хотіли все будувати на емпіричних фактах, індукції, а не на видумках (фантазії).

З теоріями дійсно була проблема, тому що потрібен був критерій, щоб визначити їх науковість.

Наприклад:

Теорія Платона про існування світу ідей є науковою?

Чи є науковою теорією (або твердженням) "Чайник Рассела"?

Чи можна вводити "темну матерію" для пояснення емпіричних даних?

Чи було науково вводити невидиму планету, щоб пояснити відхилення Урану, як це зробив Левер'є?

Наприклад, в СРСР генетиків та кібернетиків на початку не визнавали як вчених, що свідчить про нерозуміння поняття "науковий".

Так от, Карл Поппер написав чудову книгу "Логіка наукового дослідження" (1934). В цій книзі він описав критерій за яким можна визначити науковість теорії, критерій Поппера, або принцип фальсифікації. Теорія є науковою тоді, коли існує експеримент в результаті якого вона може бути спростована. Наприклад, теорії Ейнштейна дуже строго описують деякі умови, відповідно у них є великий шанс бути спростованими, але поки цього не відбулося.

Верифікація теорії не є достатнім критерієм. Принцип верифікації може вести до Confirmation bias, а принцип фальсифікації - ні. Хоча не потрібно одразу відмовлятися від теорії при незначних аномаліях, бо може бути таке, що ви щось не врахували, як було з випадком коли аномальний рух Урану став зрозумілий після відкриття планети Нептун.

Одна з перших точних теорій була Піфагорійська, потім теорія Птолемея.

Піфагорійці припустили, що весь світ можна пояснити на основі раціональних чисел. Вони ходили й застосовували свою теорію, яка допомогла відкрити закони руху планет

(частково), музичні пропорції (піфагорійський стрій) та ірраціональні числа, які й поклали край цій теорії, яка не передбачала їх існування.

Ірраціональне число нескінчене й неперіодичне, крім того, їх множина є нескінченістю другого ступеня, на відміну від раціональних чисел.

Метод Декарта також базувався на теоріях та дедуктивному мисленні.

Карл Поппер легітимізував фантазії в науці. Тепер на відповідь, а звідки ви це взяли, можна були сказати: "Придумав!". Головне, щоб ваша ідея чи теорія була не суперечливою, відповідала критерію фальсифікації.

Чи будь-які вигадки перевіряються? Ні. Якщо ми кажемо, що на Марсі живуть Марсіани, то без пояснення звідки вони там взялися, це твердження буде ніби в вакуумі, необґрунтоване. Якщо ж ми кажемо, що на основі теорії ймовірності та теорії еволюції ми передбачаємо можливість життя на інших планетах, то ось вам стимул для запуску проєкту SETI, який шукає позаземне життя.

Важливо пам'ятати, що в сучасній науці ніщо не приймається апіорі. Сучасні вчені можуть вивчати мислення вважаючи, що все їхнє мислення детерміноване, свободи волі немає. Це тому, що сучасна наука ніщо, навіть мислення, не приймає апіорі.

Є вираз: "Якщо карта розходиться з місцевістю, довіряй місцевості".

Арістотель використовував три види розсуду, які систематизував в 19 столітті логік Чарльз Пірс, а саме: дедукція, індукція, абдукція (вона ж ретродукція).

Індукція, в логіці, це загальна гіпотеза, що зроблена на основі скінченної кількості даних. Якщо ми зловили в озері 4 маленькі рибки й звідси робимо висновок, що в озері всі рибки маленькі, тоді ми робимо індуктивний висновок. Він може бути хибним, або вірним.

Приклад індуктивного висновку: Три лебеді виявились білого кольору, мабуть, всі лебеді білі. (В цьому випадку гіпотеза хибна, бо є чорні лебеді.).

Ось приклад індуктивного методу розсуду, який дав англійський письменний Гілберт Честертон: "У людини є дві ноги, дві руки, два ока, два вуха, дві нирки, дві легені. Отже, у людини два серця".

Висновок в такому випадку хибний, бо в людини одне серце, один шлунок, і також одна печінка.

Але, в принципі, індуктивний метод може спрацювати та бути корисним, наприклад: Скло є діелектриком (тобто ізолятором при певній напрузі) і воно електризується.

Латекс є діелектриком і він електризується при терті. Поліетилен є діелектриком і він електризується.

Отже, бурштин є діелектриком, бо він електризується через тертя. Даний висновок вірний. Тобто на основі обмеженої кількості експериментів, по аналогії, ми висуваємо гіпотезу: "Всі діелектрики електризуються через тертя".

Важливо враховувати, що не всі діелектрики реагують однаково на тертя.

Коли два матеріали труться один об одного, тоді виникає трибоелектричний ефект, тобто матеріали можуть електризуватись шляхом обміну електронами.

Індуктивний метод може давати аподиктичні висновки, тобто повністю доведені висновки, тільки якщо були проведені всі можливі експерименти. Якщо всі цукерки в коробці виявились з шоколадом, значить всі цукерки в цій коробці з шоколадом. Такий висновок називається повною індукцією.

Принцип повної індукції говорить: Якщо кожен об'єкт з даного ряду володіє певною властивістю, значить всі об'єкти даного ряду (даної множини) володіють цією властивістю.

Дедукція — це метод доказу твердження, коли твердження виводиться з аксіом з допомогою чітких правил логіки. Наприклад, два менше ніж три ( $2 < 3$ ), бо три, за визначенням, це двійка плюс одиниця, але аксіома каже, що число плюс одиниця більше ніж просто саме число ( $x < x+1$ ).

Ще один приклад дедукції:

Всі справедливі люди добрі.

Всі добрі люди не роблять зла.

Отже, справедливі не роблять зла.

Абдукція — це метод доказу твердження з допомогою емпіричних даних, що можуть вважатись його наслідками у разі вірності даного твердження.

Приклад: Ми не можемо знайти тексти кирилицею раніше ніж 9 століття, вірогідно, кирилиця до 9 століття не існувала. Гіпотеза, що кирилиці не було до 9 століття, постфактум, пояснює чому ми не можемо знайти тексти тих часів.

Абдукція, загалом, не є надійним методом доказу. Казковий герой барон Мюнхгаузен говорив: "Я витягнув сам себе за волосся з болота. Це правда, бо я живий". Тобто він хоче довести твердження, що він витягнув сам себе з болота, на основі того, що він не потонув, а це саме і був би наслідок того, що він себе витягнув. Нюанс в тому, що пояснити його порятунок можна багатьма способами. Та вчені часто користуються абдукцією, наприклад, по показниках вольметра вони дізнаються про зміну напруги, по показниках термометра вони дізнаються про зміну температури.

Важливо враховувати так звану "нульову-гіпотезу".

Нульова гіпотеза — прийняте за замовчуванням припущення про те, що не існує зв'язку між двома подіями, що спостерігаються. Так, нульова гіпотеза вважається вірною, поки не можна довести зворотне. У 1935 році британський математик і біолог Рональд Фішер

опублікував перше видання книги “Дизайн експериментів”, в якій було представлено нульову гіпотезу.

“Після” не тотожне “внаслідок”. Один з випадків фальшивої причини полягає в тому, що причинно-наслідковий зв'язок ототожнюється з хронологічним. Наприклад, “Сонце встає тому що півень кукурікає”.

Якщо явище проявляється навіть при хибності вашої гіпотези, тоді воно не є її наслідком.

В 1935 році, Рональд Фішер опублікував перше видання книги “Планування експериментів”, в якій було представлено нульову гіпотезу та ретельно пояснено обґрунтування тестів значущості в контексті інтерпретації експериментальних результатів.

При перевірці статистичних гіпотез р-значення (англ. p-value) — за умови прийняття нульової гіпотези у статистичному тесті — є імовірністю отримати такі або ще більші відхилення за умови, що у генеральній сукупності насправді немає відмінностей.

В 13 столітті філософ Фома Аквінський, вслід за Арістотелем, чітко розділяв прямий доказ (дедукція, повна індукція) і непрямий доказ, тобто абдукцію.

Прямий доказ — це доказ, який був виведений прямо з аксіом, або досягнутий прямим і повноцінним експериментом. В першому томі свого твору “Сума теології”, питання 32, Фома Аквінський пише, що вірність висновків астрономічної теорії, наприклад теорії Птолемея, ще не доводить вірність постулатів даної теорії, бо є можливість створення альтернативних теорій (описів).

Відомий герой повістей Артура Конана-Дойля, геніальний слідчий Шерлок Холмс, часто говорив, що використовує дедуктивний метод доказу, але насправді він часто використовував індукцію та абдукцію. Його коронним номером було вгадування професії людини по її вигляду, але в цьому випадку він застосовував метод, який можна назвати “абдукція”. Холмс знав певну кількість професій і звичні прикмети людей, що ними займаються. Коли він дивився на нову людину він відфільтровував всі йому відомі професії, що не відповідають ознакам цієї людини. Цей метод розсуду дає тільки ймовірні висновки.

Зараз в більшості країнах світу людина має право не свідчити проти себе й своєї сім'ї. Зараз в суді діє презумпція невинуватості, тобто принцип відповідно до якого обвинувачуваний вважається невинним, поки якого вина не доведена. Причому доводити його вину повинна сторона обвинувачення, тобто на них лежить тягар доказу. Для успішного розкриття злочину важливо знайти мотив, який був у злочинця, бо часто відсутність мотиву свідчить про невинуватість людини, чи про хибну версію у слідчих. Мотив злочину — це рушій (причина) для людини, щоб вчинити злочин. Зазвичай мотив злочину є бажанням досягнення певної цілі внаслідок скоєння злочину.

Доказ від супротивного є доказом такого виду:

Припускаємо В і показуємо, що з цього припущення випливає не В.



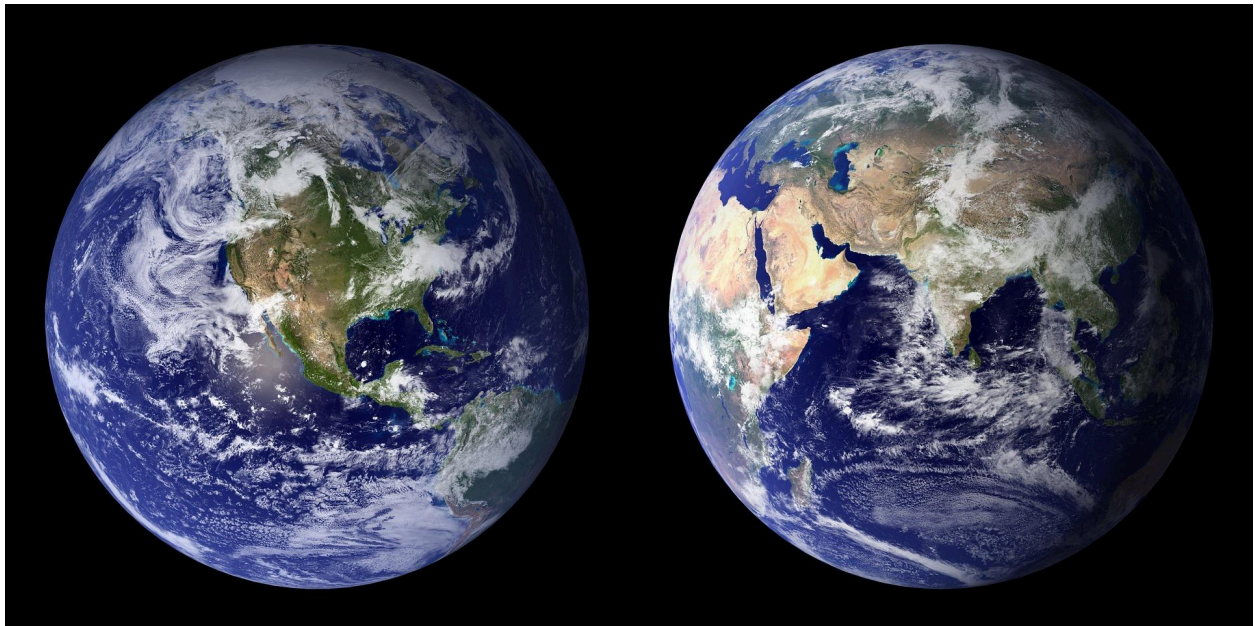
Приклад.

Припустимо, ви знайшли найбільше число. Якщо додати до найбільшого числа одиницю, тоді число, що ми отримаємо буде більшим ніж найбільше число, що є абсурдом. Значить, наше припущення про те, що ми знайшли найбільше число хибне. Найбільшого числа не існує.

Доказ від супротивного.

Припустимо важчі тіла падають швидше ніж легші. Якщо ви зв'яжете легше тіло з важчим, тоді легше тіло буде сповільнювати важче, але загальна вага двох тіл більша, тому вони мають падати швидше.

Ми приходимо до протиріччя, тому наша гіпотеза про те, що важчі тіла падають швидше не є вірною.



Теорії не так легко замінити!

Томас Кун у відомій книзі "Структура наукових революцій" згадує наукову революцію, яку зробив польський вчений Микола Коперник.

Напевно, сьогодні люди вже не зовсім розуміють в чому була революція.

В часи Коперника існувала геоцентрична теорія для опису руху планет. Тоді не вживали поняття Сонячна система (геліоцентризм), радше Земельна система (геоцентризм).

Це була геоцентрична теорія Клавдія Птолемея, яку розробили древні греки. Вже з часів Піфагора вчені вважали, що планети мають сферичну форму. Зокрема існує Метод Ератосфена та Метод Посідонія для знаходження периметру Землі, аргумент Плінія про вигин поверхні моря й щоглу, Аргумент про тінь Землі на Місяці під час Місячного затемнення, Освітлення Місяця не має різних граней, теорія гравітації каже, що тіла набудуть сферичної форми.

До речі, ідею про геліоцентричну модель висунув Аристарх Самоський, але свої геніальні вимірювання про відстань до Місяця й розмір Сонця він проводив в рамках геоцентричної моделі.

Модель Птолемея була складніша, бо вимагала введення декількох епіциклів, типу коли планета крутиться по колу, яке саме крутиться по іншому колу. Це так чи інакше працювало. В Греції був знайдений навіть давній Антикітерський механізм.

По суті Коперник своєю теорію перекреслив тогочасні уявлення про гравітацію.

Люди думали, що Земля в центрі всього, а всі тіла за своєю природою притягуються до її центру, крім планет. До речі планет було сім, тому й сім днів тижня. До 17 століття було відомо тільки 7 рухомих, відносно земного спостерігача, небесних тіл, а саме: Сонце, Меркурій, Венера, Марс, Юпітер, Сатурн, Місяць. Тоді Сонце і Місяць вважалися планетами.

До того ж знаків зодіаку 12, тому в дні 12 годин.

А тепер уявіть, ви підкидуєте камінь, а камінь падає на те ж місце. Але якщо Земля рухається, тоді камінь мав би зміститися! - казали тоді люди. Потім Галілей довів, ввівши Принцип відносності Галілея, що це не коректно, а саме, камінь впаде так, ніби Земля не рухається. Інше діло зі світлом, яке йде від зірок, воно таки зміщується, тому й була відкрита аберації світла. Джеймс Бредлі відкрив аберацію світла в 1727 році. Також ввели Силу Коріоліса, яка пояснює зміщення траєкторії балістичного снаряду внаслідок обертання Землі навколо осі.

Потім, виявилось, що Місяць в теорії Коперника повинен обертатися навколо своєї осі, інакше ми б бачили всі його сторони. Виникло питання, якщо ж Земля рухається, тоді як працює гравітація? Ніхто це не знав, доки Ньютону начебто не впало яблуко на голову. Після цього Ньютон подумав, а що буде, якщо дерево висотою аж до Місяця? Яблуко впаде? Чому ж Місяць не падає? Відповідь полягала в тому, що Місяць має імпульс (рухається по прямій з певною швидкістю).

Англієць Вільям Гілберт розробив теорію земного магнетизму в 1600 році, яка надихнула Кеплера та Ньютона, хоча гравітація діє на всі тіла.

На основі гравітації були пояснення приливи та відливи. Компас допоміг здійснити навколосвітні подорожі. Пізніше з'явився Маятник Фуко та Теорії відносності.

