

Наука и псеудонаука: како их разликовати?

Теодор М. Атанацковић

*Факултет техничких наука
Универзитета у Новом Саду*

Београд, 11. Децембар 2014

Пре оцене научних резултате неопходно је да се сложимо о томе шта је наука. Зашто, када то и **онако знамо ?**

Аристотел: шта је оно што је нешто?

Како да разграничимо науку од псеудо науке (астрономију од астрологије).

Како проверавати научне теорије у **емпиријским** наукама (физика, биологија) и математици?

Шта је наука? (природне науке)

Нема сагласности око дефиниције науке

Неке од дефиниција и својства су:

Правила деловања која успевају (Le Roy)
Наука предвиђа

Постављање принципа из којих можемо
извући опажајне чињенице

Наука је тачна, псеудонаука није

Неке од дефиниција и својства:

Наука је систематски подухват који организује проверљива објашњења и предвиђања.

У савременом коришћењу под изразом наука често се подразумева начин добијања нових сазнања а не сама сазнања по себи.

Сама наука нам каже шта је њен делокруг
рада

Скуп тачних исказа

Скуп теорија

Организовано знање

Оно што се предаје на универзитету

Оно што се налази у научним књигама и
часописима

Шта је теорија ?

Објашњења базирана на посматрању и расуђивању а не на пракси.

Историја појма (изворно значење) изасланик који је упућен на свечаност. Посматрач званичног церемонијала.

Знање ослобођено спољне сврхе.

Теорија није нужно нити неопходно знање и рађа се тек када су задовољене нужности живота и када је задобијена племенита докелница.

- ▶ Свака теорија садржи два основна елемента и може се приказати као

$$T = (C, R)$$

где је C скуп формула а R скуп правила кореспонденције, т.ј. пресликавање из физичког простора у неки апстрактни (математички) простор. Проблем: гранични процеси у физичком и математичком простору

Правила за оцењивање **готових** теорија често служе као теорије научне рационалности, критеријуми разграничења или дефиниције науке.

Веза науке и филозофије: непосредна опажања општи, разумљиви принципи

Искази:

Чињенични

Научни искази су искази средње општости

(Newton-онови закони Ohm-мов закон)

Општи филозофија

(Аристотел: свакој ствари одговара природно место)

Нека од правила разграничења су:

Индуктивизам (David Hume)

Конвенционализам (P. Duhem)

Фалсификационизам (K. R. Popper)

Теорија научних парадигми (T. Kuhn)

Методологија научних и истраживачких програма
(Imre Lakatos)

ИНДУКТИВИЗАМ

У корпус науке могу бити прихваћени само они ставови који описују чврсте чињенице или они који су индуктивне генерализације из њих.

Из ставова мање општости не могу се извести ставови веће општости.

Кеплеров трећи закон и Њутнова механика

$$a^3 / T^2 = m_0 + m_1$$

$$a^3 / T^2 = \textit{const.}$$

Трећи Кеплеров закон

$$T^2 \propto a^3$$

Где је T период а a главна полуоса: половина дужи која пролази кроз фокусе и спаја најудаљеније тачке елипсе.

Њутнова теорија

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{G(M + m)} a^3$$

Њутнова механика **није** индуктивна генерализација Галилејеве теорије.

Галилеј: бачени камен или пројектил, креће се по Параболи осим у случају вертикалног слободног пада када се креће по правој линији са константним убрзањем.

Њутн: Путања далекометног пројектила није параболична већ елиптична.

Проблем: једно опажање је у сагласности са више теорија. Коју одабрати?

Пример индуктивног прилаза: Хooke-ов закон. Да ли је Хooke вршио експерименте?

Фалсификационизам

Наука је скуп теорија.

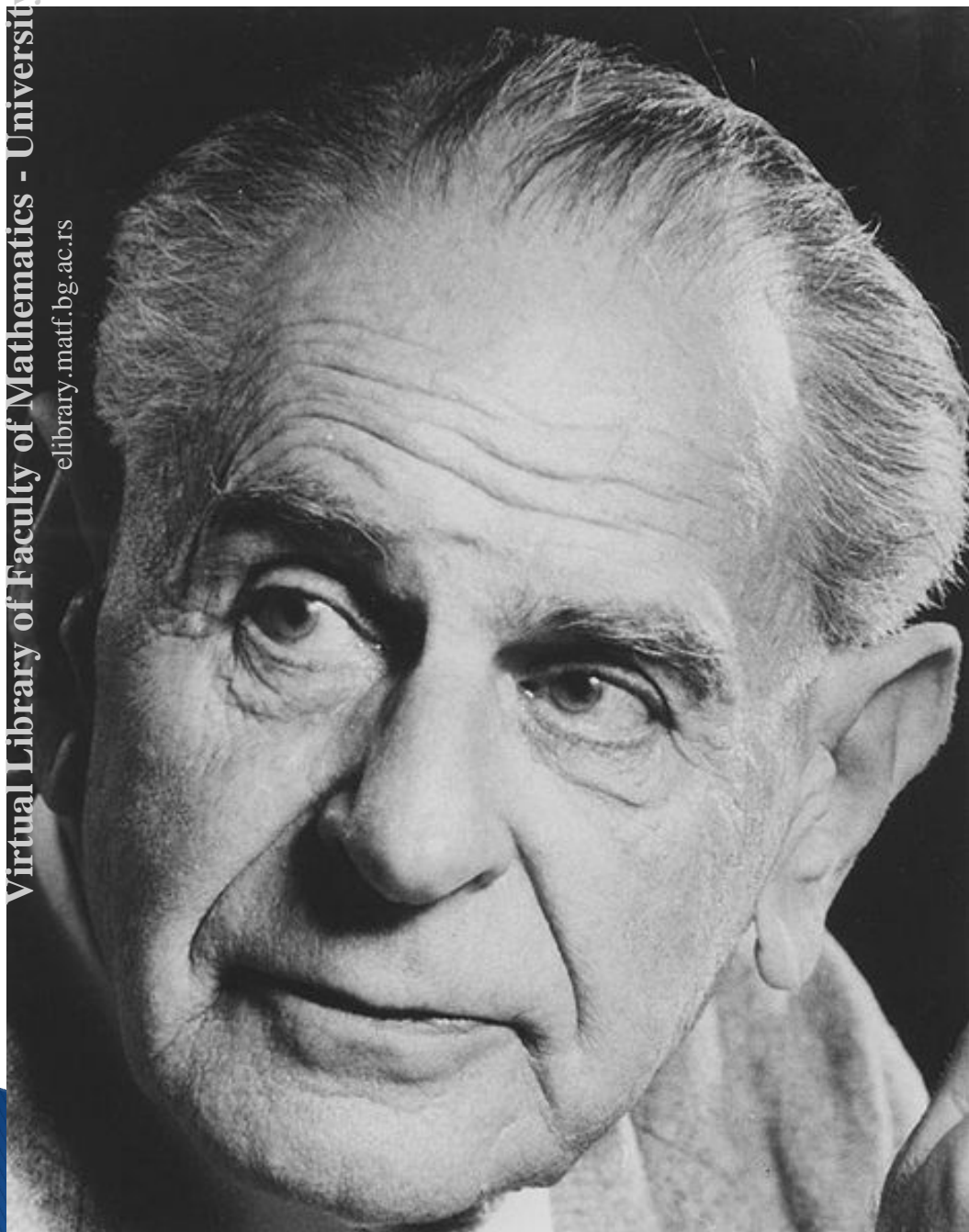
Да би нека теорија била научна она, у принципу, мора бити оповргљива.

Асиметрија: теорија никад не може бити доказана. Да би се теорија оборила довољан је и само један експеримент.

Кључни експеримент. Истина: шта је то?

Логички и информативни садржај теорије. Да ли су комплементарни? Да ли је сваки изказ у логичком или информативном садржају ?

Теорија није научна ако је сваки исход експеримента у сагласности са њом.



Karl Popper

28 July 1902

17 September 1994

Фалсификационизам

Развој научних сазнања одвија се по схеми

$$PS_1 \rightarrow TT_1 \rightarrow EE_1 \rightarrow PS_2$$

Сличност са природном селекцијом у еволуцији биолошких система: *EE* је “природна селекција”

Теорија која преживи једно EE може у будућности бити оповргнута

Имунизација теорије

Фалсификационизам

Да ли се метод К. Поппер-а може применити на његову теорију?

Под којим условима би К. Поппер напустио свој критеријум разграничења?

Провера теорије оповргавањем: предвиђање је тачно или није тачно. Како знамо да је исказ истинит?

То нас доводи до теорија о истини.

Фалсификационизам

Шта је истина. Сувише компликовано али ево неких теорија

1. Теорија коресподенције.

Истина је оно што одговара чињеницама
(Новчић је залатан. **Новчић је округао?**)

2. Дефлациона теорија истине. Тврдити да је исказ истинит је еквивалентно самом исказу. Осећам мирис дима у овој соби, еквивалентно је исказу, тачно је да ја осећам мирис дима. Изгледа да се ништа не добија ако исказу припишемо да је он истинит.

Фалсификационизам

3. Прагматична теорија истине. Исказ је истинит ако он у примени (пракси) може бити проверен.
4. Теорија консенсуса. Истина је оно о чему је постигнута сагласност одређене групе.
5. Са становишта логике, истина је оно што можемо доказати да је тачно или оно што нисмо могућности да докажемо да је погрешно.

Поперов приступ и његов однос саднос са Дарвинизмом

Дарвинизам је:

..метафизички истраживачки програм а не научна теорија

Његова вредност је непроцењива

Има појава које не могу да се објасне еволуционистичком теоријом

Не може се тестирати. Неки људи мисле да је Дарвинизам (природна селекција плус теорија о населђивању) таутологија.

..природна селекција је **најуспешнији** метафизички истраживачки програм. Мислим да се може тестирати.

Дарвинизам не предвиђа еволуцију врсте. Отуда је не може истински објаснити.

Пример: микро организми на Марсу

Дарвинова теорија објашњава сваки исход.

Да ли може да предвиди врсту микроорганизама?

Да ли је предвиђање одлика научних теорија ?

K. Svozil (2002):

- ▶ Јасно је да је немогуће верификовати теорију и показати да је тачна, али је потпуно нејасно зашто се теорија може сматрати научном ако је оповргљива.
- ▶ Често је исход експеримента такав да нисмо сигурни да ли он потврђује или оповргава теорију.
- ▶ Теорију је (готово) једнако тешко оповргнути као и доказати (а то није могуће).

Теорија научних парадигми

Наука се не развија линеарном акомулацијом знања.

У развоју науке дешавају се, пероидично револуције (промена парадигми)

Нормална наука: решавање проблема (парадигма се не тестира)

Револуционарни период: промена парадигми.

Парадигме се не могу поредити (маса у Њутновој и Ајнштајновој механици)

Избор парадигми је ирационалан.

Теорија научних парадигми

Обрнуто од гледања К. Попера: **Напуштање критичког дискурса обележава прелаз на науку**

Како одабрати парадигму:

Тачност: сагласност са експериментима

Конзистентност: унутрашњи склад

Ширина: последице теорије треба да прошире постојеће погледе

Једноставност: одабрати најједноставније објашњење

Плодност: теорија мора открити нове феномене или открити нове везе између феномена.



Thomas Kuhn

July 18 1922

June 17 1996

Теорија истраживачких програма

Велика научна открића су истраживачки програми

Програми се оцењују на основу прогресивних и дегенеративних промена проблема. Ово значи да је оцена вредности неког програма динамичка категорија (посматра се низ промена)

Научне револуције се састоје у томе да један програм истисне други.

Истраживачки програм *напредује* ако његов теоријски раст антиципира његов емпиријски раст

Истраживачки програм *стагнира* ако његов теоријски раст заостаје за његовим емпиријским растом то јест док даје *post hoc* објашњења.

Која од две теорије је боља?

Лакатош: **Немогуће је рећи у једном тренутку. Накнадни развој може показати да је једна прогресивна а друга дегенративна.**

Критичари (Feuerabend) Сваки развој је у сагласности са овим ставом.

Лакатош:

Теорија је *псеудо научна* ако она нема нових предвиђања да тада непознатих факата.

Теорија је научна ако она предвиђа барем нека нова факта без обзира на то да ли су она потврђена (експериментално) или не.

Дата чињеница је објашњена научно једино ако је нова предвиђена овим објашњењем.

Август 1972: [Spiro Latsis](#)

Нео класична економија [Milton Friedman](#)-а је псеудо научна теорија.

Децембар 1972: [Milton Friedman](#) тврди да је његова нео класична теорија монопола предвидела појаве које нису биле познате а касније су у пракси потврђене. **То је предвиђање емпиријског научног прогреса.**

Почетак 1973: Imre Lakatos пише Friedman-у: Поднесите рад у *The British Journal for the Philosophy of Science*. Објавићу га и Spiro Latsis ће објавити коментар на ваш рад. Ваш коментар ће бити последњи.



Imre (Avrum) Lipsitz
Imre Molnár
Imre Lakatos

November 9, 1922
February 2, 1974

ЗАКЉУЧАК: Неки проблеми:

Психоанализа
Марксизам
Дарвинизам
Милтон Фридманова
(Milton Friedman) методологија
неокласичне економије.

Новији приступи: Пост модернизам

Епистемолошки релативизам:

Основна идеја је да је статус знања (тачно или не) релативан у односу на принципе и стандарде које користимо. Стандарди не могу бити неутрално оцењени.

Нема мета стандарда

Новији приступи Пост- модернизам Quine, Feyerabend, Rosenberg

Релативизам: нема објективне истине која је независна од парадигме

Квајн (Quine) је дао основу за Фајерабендово разматрање о неупоредивости теорија

1. Концепт импетуса (Аристотел) није могуће свести на инерцију
2. Концепт (апсолутне) масе није могуће свести на релативну масу (Ајнштајн).

Значења неког теоријског појама су дата целокупном теоријом

Епистемолошки релативизам:

1. Нема објективне истине о свету која је независна од Парадигме.
2. Значење теоријског израза није повезано са посматрањем зато што теорију морамо посматрати као целину. Значење теоријског израза (напр. електрон) дато је његовим местом у структури теорија у којој се јавља. **Пример Хуков закон**
3. Методолошка анархија (Фајерабенд). Морамо једнако прихватати добро етаблиране и мање прихваћене теорије једнако. Пример: Њутн Аристотел, Њутн Ајнштајн.
4. Све пролази.
5. *Морамо посматрати социологију науке.*

Епистемолошки релативизам:

Епистемолошки релативизам (тип скептицизма) може се спорити ако се напусти Епистемолошки апсолутизам:

Постоји јединствена објективна истинита карактеризација реалности

Да ли неслагање експеримената са теоријом долази од неслагања теорије са истиниотом реалношћу или зато што у експерименту нису остварени услови које теорија захтева?

Математика: како се оповргава?

Математика (и логика) је формална наука
Она ништа не дугује чулном опажању.

Математика и логика не тврде никакве
чињенице садржинске врсте о свету
(зато се не могу проверити)

Појмови праве линије и троугла нису
изводиви из искуства. Ништа није права
или троугао.

Основни појмови и аксиоме дефинишу
све теореме у математици.

Оповргавање се врши свођењем на
контрадикцију

Који критеријум који користи
наше Министарство за науку?

Наука је оно што се објави у
научном часопису.

Примедба: Морамо дефинисати шта је то
научни часопис.

Како се вреднују истраживачи?

Придружи се сваком истраживачу број који означава његову компетенцију.

Проблем придруживања броја:

1. Број елемената неког скупа (јасно)
2. Број вештих радника?

Како да користимо бројеве за означавање одређених степена неке особине (својства)?

Бројеви могу имати најмање три функције

1. Знаци за идентификовање (затвореници)
 2. Знаци неког ступња у низу
 3. Знаци који показују квантитативне релације између особине
- Некада све три функције одједном.

Оцењивање истраживача h, g, g/h и hg индекси

Хирш (2005) Истраживач има h индекс ако h од његових N_p радова има најмање h цитата а $(N_p - h)$ радова нема више од h цитата.

Истраживач А: 30 радова. 20 најцитиранијих радова имају свако по 20 цитата. Остали мање.

Истраживач Б: 30 радова. 20 најцитиранијих радова имају свако по 50 цитата. Остали мање

HIRSCH, J. E. (2005), An index to quantify an individual's scientific research output. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102 : 16569–16572.

Оцењивање истраживача h, g, g/h и hg индекси

g индекс:

Истраживач има g индекс ако g од његових најцитиранијих радова има укупно најмање цитата g^2

Лако се може показати да важи $h \leq g$

hg индекс израчунава као $hg = \sqrt{h \times g}$

Важе следеће релације

$$h \leq hg \leq g, \quad hg - h \leq g - hg$$

Оцењивање истраживача h, g, g/h и hg индекси

hg индекс је ближи вредности h индекса него g индекса

g/h индекс се добија као количник g и h индекса. Приметимо да важи $g/h \geq 1$

Истраживач се вреднује на основу значаја његових радова у последњих 10 година

Оцењивање истраживача h, g, g/h и hg индекси

Истраживач се вреднује на основу његових радова који су у штампи.

Проблеми

1. Афирмативни цитати.
2. Прегледни радови.
3. Шта је цитат? Само помињање рада или коришћење метода (резултата) из цитираног рада ?

Оцењивање истраживача h и g генерализација

Лоткин Закон : Број аутора који имају n радова једнак је $1/n^\alpha$ од броја оних који имају један рад. При томе је $\alpha \approx 2$

Важи следећа Теорема: Нека је $\alpha > 2$ тада имамо

$$g = \left(\frac{\alpha - 1}{\alpha - 2} \right)^{\frac{\alpha - 1}{\alpha}} T^{\frac{1}{\alpha}} \quad h = T^{\frac{1}{\alpha}} \quad g = \left(\frac{\alpha - 1}{\alpha - 2} \right)^{\frac{\alpha - 1}{\alpha}} h$$

где је T укупни број извора (овде радова)

Оцењивање истраживача h и g генерализација

А. Yong (2014) Теодрема: h индекс се може изразити као

$$h = \frac{\sqrt{6 \log 2}}{\pi} \sqrt{\text{ukupan broj citata}} \approx 0.54 \sqrt{\text{ukupan broj citata}}$$

Када $Ukupan broj citata \rightarrow \infty$

Жирш у свом раду 2005 је приметрио да

$$h \approx (0.45 - 0.58) \sqrt{\text{ukupan broj citata}}$$

Импакт фактор часописа

$$IF = A/B$$

Користи се за поређење часописа.
Eugen Garfield: Импакт фактор није префектан. Предност му је што већ постоји.

**Бољи систем евалуације морао
бу да укључи читање сваког
рада у датом часопису.**

Проблеми са импакт фактором Часописа

1. Густина цитата појединих области је различита.
2. Сваки часопис је другачији.
3. “Прозор” од једне године је произвољно дефинисан.

Закључак

Оцена научног доприноса треба да садржи заједничку а не фрагментарну оцену научних резултата т.ј. да укључи читање радова.

Оцена квалитета научног доприноса може се извести на основу малог броја (на пример 10) радова по избору аутора.

У оцени успешности истраживача треба увести и додатне елементе (предавања, увођење нових области...)

Закључак

Да ли је оцена доприноса у уметничким дисциплинама погодна и за природне науке?

У књижевности и сликарству, број радова није пресудан (или није уопште битан) за оцену вредности дела аутора.

Поново, дела се морају појединачно анализирати.