

“КОНЦЕПЦІЇ СУЧАСНОГО ПРИРОДОЗНАВСТВА”

(курс за вибором студентів)

Лектор проф. Опанасюк Анатолій Сергійович

Метою курсу є формування у студентів світоглядних орієнтацій і установок особи, що засновані на науковому методі пізнання навколишнього світу. Формування уявлень про сучасну природничонаукову картину світу і місце людини у ній, синтез гуманітарної і природничонаукової складових культури.

ОЦІНЮВАННЯ

Курс викладається 2 семестри: модульних циклів - 6

Структура навчальної дисципліни: 200 год/6 кредитів

Шкала оцінювання: R=100 балів

Нарахування балів:

присутність на лекції $30 \cdot 0,5=15$ балів

реферат (презентація) максимум 25 балів (паперовий варіант 20 балів)

модульний контроль – $20 \cdot 3=60$ балів.

Мінімальна умова отримання заліку – присутність на 80% лекцій + реферат. За кожні дві пропущені лекції вище дозволеного студент пише реферат на тему задану викладачем.

Студент, що не пропустив жодного заняття отримує додатково 5 балів (при пред'явленні конспекту).

При написанні модульного контролю можна користуватися тільки своїм конспектом лекцій

ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ

Сумма балів	Оцінка ESTS	Оцінка за національною шкалою	
		ДСК або ПСК	залік
90-100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно	не зараховано
1-34	F		

ЛІТЕРАТУРА

- Концепции современного естествознания: Учебник для вузов / В.Н. Лавриненко, В.П. Ратников, В.Ф. Голубь и др., М.: Культура и спорт, ЮНИТИ, 1997. – 271 с.
- Грушевицкая Т.Г., Садохин А.П. Концепции современного естествознания: Учебное пособие, М.: Высшая школа, 1998 – 383 с.
- Кшнякіна С.І., Міщенко Б.А., Опанасюк А.С. Концепції сучасного природознавства: Навчальний посібник: У трьох частинах. Частина 1-2
<http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/1555>
- Опанасюк А.С. Сучасна фізична картина світу, Суми, вид-во Сум ДУ, 2005 р.
<http://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789/2125/1/k416915.pdf> 1-2 частина
<http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/2123>,
- http://dl.sumdu.edu.ua:8080/docs/doc/bookdate_local/et2023.pdf 3 частина
- <http://www.personal.sumdu.edu.ua/opanasyuk/ua/>
- **Додаткова література**
- Концепции современного естествознания: Учебник для вузов. Лобачев А.И. – ЮНИТИ, обл., 239 с.
- Основные концепции современного естествознания. Учебное пособие для ВУЗов. Данилова В.С., Кожев. – Аспект-Пресс, пров., 256 с.
- Дубнищева Т.Я. Концепции современного естествознания. Учебник. ЮКЭА, пер., 832 с.
- Мотылева Л.С. Концепции современного естествознания. и др. – Союз, обл., 320 с.
- Самыгин С.И. Концепции современного естествознания. – Феникс, пер., 576 с.

СТРУКТУРА КУРСУ

- Роль науки у суспільстві.
- Методи отримання наукового знання. Наукознавство.
- Історія розвитку науки
- Фізична картина світу. Мікро-, макро та мегасвіти.
- Найновіші досягнення науки та техніки
- Хімічна картина світу.
- Біологічна картина світу
- Людина як предмет природно-наукового пізнання.

КУЛЬТУРА

Людина відрізняється від тварин наявністю культури.

Культура — це сукупність створених людиною матеріальних і духовних цінностей, а також сама людська здатність ці цінності виробляти і використовувати.

За допомогою цього поняття звичайно підкреслюють надприродний, чисто соціальний характер людського існування.

Культура — це все, що створено людиною як додаток до природнього світу, хоча і на основі останнього.

Культура дуже нестійке утворення, яке легко зруйнувати.

Світ людської культури існує не поряд з природним, а усередині нього і тому нерозривно з ним пов'язаний. Отже, всякий предмет культури в принципі можна розкласти, як мінімум, на дві складові - *природну основу і його соціальний зміст і оформлення.*

Таким чином можна виділити такі елементи культури:

- 1. Матеріальна культура** – це сукупність речових і енергетичних засобів буття людини (засоби праці, техніка, фізична культура, добробут людини і суспільства).
- 2. Соціальна культура** – система правил поведінки людей у різних видах спілкування і спеціалізованих сферах суспільної діяльності (етикет, професійний, релігійний, моральний різновиди нормативної діяльності).
- 3. Духовна культура** – складова частини культури людини, яка являє собою різноманітну систему знань, станів емоційно-вольової сфери психіки і мислення людини, а також безпосередніх форм їх відбиття, знаків

КУЛЬТУРА

Універсальним знаком культури є мова (природна або штучна).

Основні види духовної культури: мораль, право, світогляд, ідеологія, мистецтво, наука.

Таким чином *наука це складова духовної культури людства.*

Як вказувалося, будь який предмет культури можна розкласти на дві складові – природну основу і його соціальний зміст.

Саме ця двоїстість світу культури і є основою виникнення двох її типів, які прийнято називати *науково-природничим типом і типом гуманітарним.*

Предметна область першого - чисто природні властивості, зв'язки і стосунки речей, що "працюють" у світі людської культури у вигляді природних наук, технічних винаходів і пристосувань, виробничих технологій тощо.

Другий тип культури - гуманітарний - охоплює область явищ, в яких представлені властивості, зв'язку і відношення самих людей як істот, по-перше, *соціальних* (громадських), а по-друге, *духовних, наділених розумом.* У нього входять науки, що вивчають людину (філософія, соціологія, історія та ін.), а також релігія, мораль, право тощо.

ВИТОКИ І ПРЕДМЕТ СУПЕРЕЧКИ "ДВОХ КУЛЬТУР"

Наявність в єдиній людській культурі двох різнорідних типів (науково-природничого і гуманітарного) стала предметом філософського аналізу ще в ХІХ ст. У ХХ ст. ця проблема перейшла вже в практичну площину: *виникло чітке відчуття зростаючого розриву науково-природничої і гуманітарної культур.* Простіше кажучи, *гуманітарії і "природники" (технарі) елементарно перестали один одного розуміти.*

Культура - це передусім система громадських цінностей. Загальне визнання якого-небудь набору таких цінностей консолідує, об'єднує суспільство. Поклоніння ж різним цінностям, ціннісний розкол в культурі - явище досить небезпечне. *Взаємонерозуміння і неприйняття людьми різних систем цінностей завжди дає негативні наслідки.*

В чому причина цього? ХХ ст., відмічене грандіозними успіхами природознавства і практичних його втілень. Створення атомних реакторів, телебачення, комп'ютерів, вихід людини в космос, розшифровка генетичного коду - ці і інші видатні досягнення науково-природничої культури зримо змінювали стиль і спосіб життя людини. Гуманітарна ж культура пред'явити що-небудь рівноцінне, на жаль, не змогла. Проте і прийняти стандарти і зразки мислення дослідників природи вона наполегливо відмовлялася. У результаті гуманітарна культура, культивуючи свою специфіку і відособленість, все більше справляла враження якоїсь архаїки, що має хіба що музейну цінність і є придатною лише для розваги і дозвілля втомленого від практичних турбот носія науково-природничої культури.

ВИТОКИ І ПРЕДМЕТ СУПЕРЕЧКИ "ДВОХ КУЛЬТУР"

- *Танцовщик! Ты богат. Профессор! Ты убог.*
- *Конечно, голова в почтеньи меньше ног.*

• *А.П.Сумароков, 1759*

- *Что-то физики в почёте.*
- *Что-то лирики в загоне.*
- *Дело не в сухом расчёте,*
- *Дело в мировом законе.*

• *Б.А.Слуцкий, 1959*

ВИТОКИ І ПРЕДМЕТ СУПЕРЕЧКИ "ДВОХ КУЛЬТУР"

Природничі науки називають точними. Інтуїтивно ясно, що *гуманітарні науки досягти точності, суворості і довідності наук природних не можуть*. Подібне положення давно вже служить головною мішенню для критики представниками природознавства: ну що це за наука така, наприклад, історія, якщо в ній можливі взаємовиключні оцінки одних і тих же подій?! *Створюється враження, що в гуманітарних науках іноді взагалі неможливо що-небудь довести раціональними аргументами. І визнання будь-яких досягнень в цих областях - лише питання смаку і віри*. Тому у представників природознавства і виникає злегка зневажливе відношення до результатів отриманих гуманітарними науками. Отримане тут знання малюється якимось неповноцінним, що не дотягують до статусу науковості.

Гуманітарії пояснюють такі особливості своєї науки *неймовірною складністю об'єкту досліджень*. Адже немає в природі складнішого об'єкту для вивчення, ніж людина. Крім того, поведінка природних об'єктів однозначно детермінована законами природи і тому чітко передбачувана. Інша справа - людина, що має свободу волі. Немає таких законів в природі, які б однозначно вказували людині, по яких траєкторіях їй переміщатися, якому роду занять віддати перевагу або як свою країну облаштувати. Про яку ж однозначну передбачуваність подій можна тут говорити?

ВИТОКИ І ПРЕДМЕТ СУПЕРЕЧКИ "ДВОХ КУЛЬТУР"

- У усьому, що робить людина, йому потрібно виразно бачити передусім сенс! Безглуздя діяльності (Сізіфова праця) - найстрашніше покарання. Прояснюють же сенс буття людини, суспільства, Всесвіту, а іноді і його створюють (просто придумують) саме гуманітарні області знання.
- *Отже гуманітарні науки "олюднюють", наповнюють сенсом і цінністю холодно-байдужий до потреб людини природний світ.*
- І врешті-решт, що для людини важливіше: знати, з яких клітин і тканин він полягає або в чому сенс його існування? Питання це, можливо, не зовсім коректне, бо ясно, що добре б знати і те, і інше. Проте воно досить чітко висвічує різницю в компетенції природничих і гуманітарних наук і культур.
- Основна проблема їх різниці, проте, полягає не в тому, хто головніший або потрібніший, а в тому, чому стандарти науковості природознавства слабо застосовні в гуманітарних областях і, відповідно, куди направляти зусилля: чи продовжувати, на жаль, досі не занадто вдалі спроби впровадження науково-природничих зразків і методів в гуманітаристику або зосередитися на виявленні специфіки останньої і розробляти для неї особливі вимоги і стандарти науковості?

ВІДМІННОСТІ МІЖ ГУМАНІТАРНИМИ І НАУКОВО-ПРИРОДНИЧИМИ ЗНАННЯМИ

№ п/п	Критерії	Природничі науки	Гуманітарні науки
1	Об'єкт дослідження	Природа	Людина, суспільство
2	Провідна функція	Пояснення (істини доводяться)	Розуміння (істини тлумачаться)
3	Характер методології	Генералізований (узагальнений)	Індивідуалізований
4	Вплив цінностей	Малопомітний, неявний	Істотний, відкритий
5	Антропоцентризм	Виганяється	Неминучий
6	Ідеологічне навантаження	Ідеологічний нейтралітет	Ідеологічне навантаження
7	Взаємини субекта і обекта пізнання	Суворо розділені	Частково співпадають
8	Кількісно-якісні характеристики	Переважає кількісних оцінок	Переважає якісних оцінок
9	Застосування експериментальних методів	Складають основу методології	Утруднене
10	Характер обекту дослідження	1. Матеріальний 2. Відносно стійкий	1. Більш матеріальний ніж ідеальний 2. Відносно мінливий

СПІВВІДНОШЕННЯ НАУКИ, ФІЛОСОФІЇ І РЕЛІГІЇ

- Впродовж усієї історії людство виробило декілька способів пізнання і освоєння навколишнього світу, серед них наука, філософія, мистецтво і релігія.
- **Філософія** формує знання людини про буття, про місце людини у світі і про її власний внутрішній світ.
- **Мистецтво** за допомогою художніх образів відображає реальність, створює естетичні цінності, відображає відношення художника до реального світу.
- **Релігія** створює світ трансцендентного знання, в якому людина спілкується з Богом.
- **Наука створює світ знань, що складається тільки з експериментально перевірених та доведених даних про цей світ, і висновків, одержаних на основі законів логіки.**
- У цьому світі самій людині, суб'єктивному елементу цього світу, його ціннісним орієнтаціям відводиться дуже незначна роль (для цього є мистецтво, мораль, релігія).

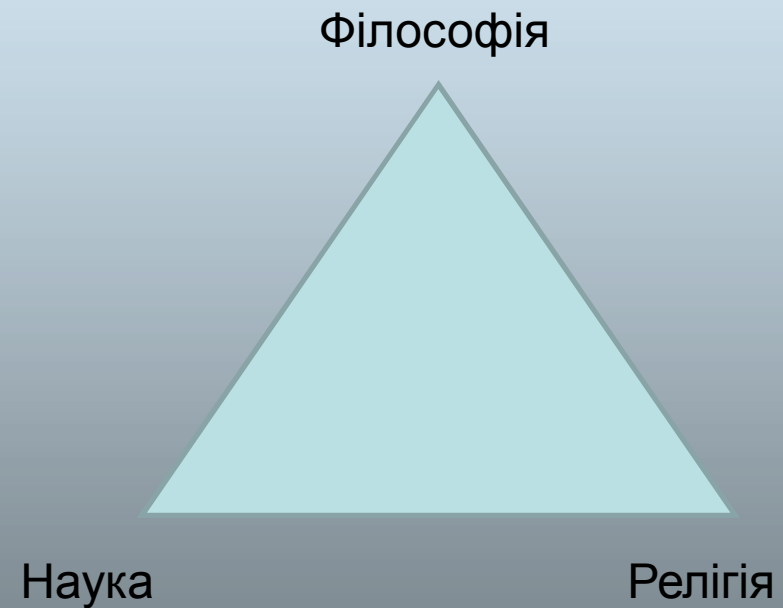
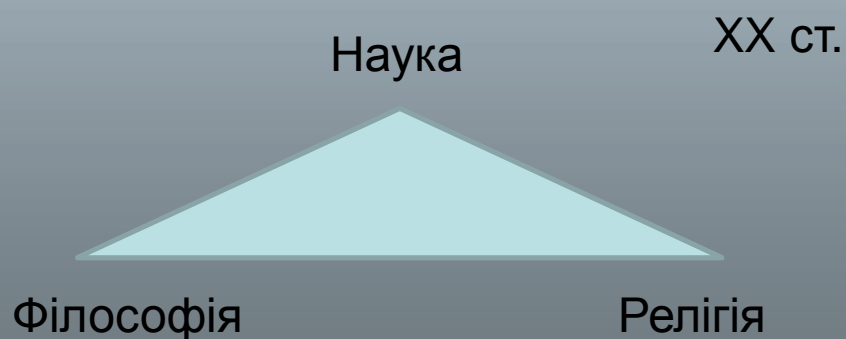
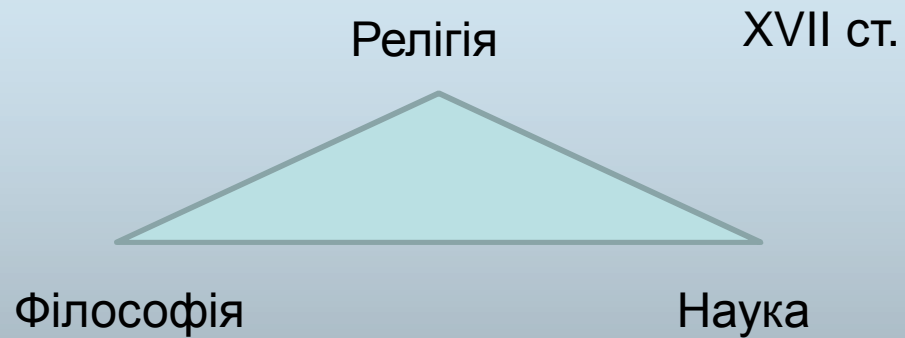
СПІВВІДНОШЕННЯ НАУКИ, ФІЛОСОФІЇ І РЕЛІГІЇ

*Церква рятує грішників, наука шукає
способи припинити їх виробництво*

Елберт Хаббард

- Історія знає приклади переважання одних сфер культури на шкоду іншим. Перш за все це стосується взаємовідносин науки, філософії і релігії у середні віки і в Новий час. Так, середньовічна наука перебувала під владою релігії, що уповільнило її розвиток щонайменше на тисячоліття. Це привело до того, що були забуті багато досягнень античної науки. Звільнившись з-під влади релігії у епоху Відродження, наука починає бурхливо розвиватися, але зберігає за філософією місце головного елемента у світогляді освічених людей (для безграмотної більшості провідну роль, як і раніше відіграє релігія). І лише в ХІХ ст. у зв'язку з успіхами природознавства наука стала претендувати на панівне положення в культурі та світогляді людини і суспільства. Тоді ж між наукою і філософією розгорівся конфлікт, що продовжувався майже до наших днів. Суть його зводиться до боротьби за право володіння істиною в останній інстанції. Наука, не усвідомлюючи своїх меж, бажала дати відповіді на всі питання і привести людство до кращого майбутнього. Як правило, це майбутнє уявлялося світом достатку і ситості, побудованими на основі досягнень науки і техніки.
- **В результаті наука перетворилася у релігію ХХ ст.**

СПІВВІДНОШЕННЯ НАУКИ, ФІЛОСОФІЇ І РЕЛІГІЇ



ІДЕОЛОГІЯ СЦІЄНТИЗМУ

- Пережитки ідеології сцієнтизму - віри в науку як у єдину рятівну силу людства зберігаються дотепер. Саме це переконання привело до сучасного екологічного стану планети, небезпеки термоядерної війни, але найголовніше – *до різкого зниження етичних і естетичних показників культури, всезростаючого впливу технократичної психології, що стимулює у сучасному суспільстві настрій споживача.*
- Така роль сцієнтизму обумовлена тим, що він як світоглядна установка ґрунтується на раціональному розрахунку, а там, де стоїть певна прагматична мета, людина, що сповідує цю ідеологію, буде прагнути до неї, незважаючи на будь-які етичні перешкоди.
- Окрема людина відчуває себе в такому сцієнтичному світі втраченою і безсилою. Наука навчила її сумніватися у духовних цінностях, оточила її матеріальним комфортом, привчила бачити у всьому мету, що досягається перш за все раціонально. Природно, що така людина неминуче стає холодним, обачливим прагматиком, що розглядає інших людей лише як засіб для досягнення своєї мети. Вона позбавляється тієї цілі, заради якої людині варто жити, руйнується цілісність її світогляду.
- Об'єктивно наука – це тільки одна із сфер культури людини, що має свою специфіку і свої завдання, і не слід намагатися цей стан змінювати. *Наука сама по собі не може вважатися вищою цінністю людської цивілізації, вона – тільки засіб для розв'язання різних проблем людського існування.* У нормальному гармонійному суспільстві повинно одночасно знаходитися місце і для науки, і для мистецтва, і для філософії, і для релігії, і для всіх інших частин людської культури.

ПРОБЛЕМА ВИЗНАЧЕННЯ НАУКИ І ТЕХНІКИ

- *Наука це сфера людської діяльності, функцією якої є вироблення і теоретична систематизація об'єктивних знань про дійсність.* Це одна з форм суспільної свідомості, що включає як діяльність з отримання нових знання, так і її результат – суму знань, що лежать в основі наукової картини світу.
- «*Scientia*» в перекладі означає «знання».
- *Безпосередня мета науки – опис, пояснення і прогнозування процесів і явищ дійсності, що складають предмет її вивчення, на основі законів відкритих наукою.*
- Система наук умовно поділяється на природні, суспільні, гуманітарні і технічні науки.
- Зародившись в стародавньому світі у зв'язку з потребами суспільної практики, наука почала приймати сучасні форми у XVI-XVII сторіччі і в ході історичного розвитку перетворилася на найважливіший соціальний інститут, що здійснює значний вплив на всі сфери суспільства і культуру в цілому. Об'єм наукової діяльності з XVII ст. подвоюється приблизно кожні 10-15 років (зростання кількості відкриттів, наукової інформації, числа науковців). У розвитку науки чергуються екстенсивні і революційні періоди – наукові революції, що приводять до зміни її структури, принципів пізнання, категорій і методів, а також форм її організації.

ПРОБЛЕМА ВИЗНАЧЕННЯ НАУКИ І ТЕХНІКИ

- *Техніка це сукупність засобів людської діяльності, що створенні для здійснення процесів виробництва і обслуговування невиробничих потреб суспільства.*
- *Techné – мистецтво, ремесло, майстерність*
- Термін «техніка» часто вживається також для сукупної характеристики навичок і прийомів, що використовуються в деякій сфері діяльності людини. В техніці матеріалізовані знання і досвід, що накопичені в процесі розвитку суспільства.
- *Основне призначення техніки – полегшення і підвищення ефективності праці людини, розширення його можливостей, звільнення (часткове або повне) людини від роботи в умовах, небезпечних для здоров'я.*
- Засоби техніки застосовуються при створенні матеріальних і культурних цінностей; для отримання, передачі і перетворення енергії; дослідженні природи і суспільства; збору, зберігання, обробки і передачі інформації; управління виробничими процесами; створення матеріалів із заздалегідь заданими властивостями; пересування і зв'язку; побутового і культурного обслуговування; забезпечення обороноздатності.
- Сучасна техніка характеризується високими темпами її модернізації і автоматизації, уніфікацією, стандартизацією, інтенсивним розвитком енергетики, радіоелектроніки, хімічної технології, широким використанням автоматики, ЕОМ та ін. Досягнення сучасної техніки базуються на фундаментальних наукових відкриттях і дослідженнях.

ПРОБЛЕМА ВИЗНАЧЕННЯ НАУКИ І ТЕХНІКИ

- *Технологія це сукупність методів обробки, виготовлення, зміни стану, властивостей, форми сировини, матеріалу або напівфабрикату, що здійснюються в процесі виробництва продукції; наукова дисципліна, що вивчає фізичні, хімічні, механічні та ін. закономірності, що діють в технологічних процесах.*
- Techné – мистецтво, майстерність, уміння,
- logos – слово, вчення.
- Технологією називають також самі операції виробництва, обробки, транспортування, зберігання, контролю, що є частиною загального виробничого процесу. Виробництво завжди матеріальне, це процес створення матеріальних благ, послуг.

СТРУКТУРА НАУКИ

- Філософське поняття об'єктивного буття включає природу, суспільство і людину. Відповідно до цих трьох елементів буття в науці чітко виділяються три сфери знання про них. Це *змістовний аспект науки*.
- Залежно від сфери буття, а отже, і від роду дійсності, що вивчається, розрізняються три напрями наукового знання: *природознавство* – знання про природу; *суспільствознавство* – знання про різні види і форми суспільного життя, а також *знання про людину як мислячу істоту*.
- Вся сукупність наукових знань про природу формується *природознавством*. Його структура є безпосереднім віддзеркаленням логіки природи.
- Іншим фундаментальним напрямом наукового знання є *суспільствознавство*. Предметом його є суспільні явища і системи, структури, стани, процеси. Суспільні науки дають знання про окремі різновиди і всю сукупність суспільних зв'язків і відносин.
- Третій фундаментальний напрямок наукових знань складають наукові знання про людину і її мислення. Людина є об'єктом вивчення великої кількості різноманітних наук, які розглядають її в різних аспектах. Зі всієї сукупності наук саме гуманітарні науки орієнтовані на інтереси людини, яка виступає для них як міра всіх речей.
- Математика - наука про кількісні відносини дійсності. Вона є міждисциплінарною наукою і мовою більшості природничих наук.

СТРУКТУРА НАУКИ

- У *структурному плані* виділяють:
- фактологічні знання - набір систематизованих фактів об'єктивної дійсності;
- теоретичні або фундаментальні знання - теорії, що пояснюють процеси, які відбуваються в об'єктивній дійсності;
- техніко-прикладні знання, або технології, - знання про практичне втілення фактологічних та фундаментальних знань, внаслідок чого досягається певний технічний ефект;
- практично-прикладні, або праксеологічні, знання - знання про той економічний ефект, який може бути одержаний у разі застосування вищеназваних груп знань.
- У *логічному аспекті* наукове знання є розумовою діяльністю, вищою формою логічного знання, продуктом людської творчості
- Нарешті, *соціальний аспект* наукового знання представляє його як суспільне явище, колективний процес дослідження і застосування результатів цього дослідження.
- *Наука - це динамічна система об'єктивно реальних знань про істотні зв'язки дійсності, що одержуються і розвиваються у результаті спеціальної суспільної діяльності та перетворюються завдяки їх застосуванню в безпосередню практичну силу суспільства.*

ФУНКЦІЇ НАУКИ

Їх виділяється декілька:

- 1) **описова** - виявлення істотних властивостей і відносин дійсності;
- 2) **систематизуюча** - віднесення описаного до певних класів і розділів;
- 3) **пояснювальна** - систематичне викладення суті об'єкта, що вивчається, причин його виникнення і розвитку;
- 4) **виробничо-практична** - можливість застосування одержаних знань у виробництві, для регулювання суспільного життя, в соціальному управлінні;
- 5) **прогностична** - прогноз нових відкриттів у рамках існуючих теорій, а також рекомендації на майбутнє;
- 6) **світоглядна** - внесення одержаних знань в існуючу картину світу, раціоналізація відносин людини до дійсності.
- За свою історію людство накопичило найрізноманітніші за своїм характером знання, і наукові знання є лише одним з їх видів. Тому постає питання про критерії науковості знань, що відповідно дозволяє віднести їх або до категорії наукових, або до будь-яких інших.

КРИТЕРІЇ НАУКОВОСТІ ЗНАННЯ

- Одним із основних критеріїв науковості знання є їх *системність*. Система на відміну від простої суми частин характеризується внутрішньою єдністю, неможливістю вилучення будь-яких елементів.
- *Наукове знання завжди виступає як певна система.*
- У цій системі є:
 - *початкові принципи;*
 - *фундаментальні поняття;*
 - *знання, що виводяться з цих принципів і понять.*
- *Крім того, система включає важливі для даної науки:*
 - *інтерпретовані експериментальні факти;*
 - *експерименти;*
 - *математичний апарат;*
 - *практичні висновки і рекомендації.*
- Але одного принципу системності мало для того, щоб вважати якісь знання наукою. Адже і поза наукою є систематизовані знання, наприклад, релігійні. Вони теж ззовні виглядають стрункою, логічно обґрунтованою системою.
- *Наука - це не просто система або сукупність знань. Це і діяльність з отримання нових знань, що передбачає існування людей, які спеціалізуються на цьому, відповідних організацій, що координують дослідження, а також наявність необхідних матеріалів, технологій, засобів фіксації інформації.*

КРИТЕРІЇ І НОРМИ НАУКОВОСТІ

- Наукові знання на відміну від інших повинні підкорятися принципам **фальсифікації і верифікації**.
- Принцип фальсифікації висунутий крупним філософом ХХ ст. К.Поппером
- **Фальсифікація** (спростування) – це процедура, яка встановлює помилковість понять або суджень у результаті їх експериментальної або теоретичної перевірки. Вимога можливості фальсифікації знань означає, що **предметом науки можуть бути тільки знання, які принципово можна спростувати**. Знання, які неможливо спростувати (наприклад, релігійні істини), до науки відношення не мають.
- Слід відзначити, що послідовне використання принципу верифікації робить будь-які знання гіпотетичними, але це непогано: постійна загроза фальсифікації тримає науку “у тонусі”, не дає застоюватися, спочивати на лаврах.
- **Верифікація** - це процес встановлення істинності гіпотези або теорії у результаті її емпіричної перевірки. Можлива також непряма верифікація, що базується на логічних висновках з прямо верифікованих фактів.

ГРАНИЦІ НАУКОВОГО МЕТОДУ

- У наукового метода є свої обмеження, область дії та межі застосування.
- **Ряд границь довелося визнати фундаментальними.** Подолати їх ймовірно не вдасться ніколи.
- **Одну з границь окреслює наш досвід.** Наш досвід обмежений часом існування людства. Виникає питання чи можливо закономірності, що підтверджуються обмеженим людським досвідом розповсюджувати на весь безмежний Всесвіт?
- **Другий бар'єр створює природа людини.** Людство істота макросвіту і засоби, що використовуються вченими, – прилади, мова опису та ін. – того ж масштабу. В результаті при вивченні мікро- та мегасвітів виникають проблеми. Наші макроуявлення не підходять до цих світів, ніяких прямих аналогій звичним нам речам там немає, а тому сформувавши макрообраз повністю адекватний, наприклад, мікросвіту, неможливо. В результаті наш пізнавальний апарат при переході до областей реальності далеким від повсякденного досвіду втрачає надійність.
- **Третій бар'єр створила собі сама наука.** Вона не тільки розширює, але і значно звужує горизонти людського уявлення. Будь-яка теорія, дозволяючи одні явища, як правило, забороняє інші. Відкриваючи людині нові можливості, наука одночасно визначає і області неможливого.
- Останнє обмеження потенціалу науки пов'язано **з її інструментальною по суті природою.** Науковий метод – інструмент в руках людини, що має свободу волі. Він може підказати людині, як досягти того чи іншого результату, але він нічого не може сказати про те, що саме треба людині робити. **Наука – це розповідь про те, що в цьому світі є і що в принципі може бути. Про те що повинно бути вона мовчить.**

НАУКОВА ТЕОРІЯ

- Основною формою наукового знання є наукові теорії. Теорія виступає як найбільш складна і розвинена форма наукового знання. Генетично їй передують інші форми - програми, типології, класифікації, що складають базу для її формування. Тому теорії виникають на базі таких програм або *парадигм*.
- Опис структури наукової теорії, можна давати як із **змістовного**, так і з **формального** боку. Із **змістовного боку** теорія складається з:
- **емпіричного базису**, тобто сукупності зафіксованих у даній сфері знання фактів, встановлених у ході експериментів, які вимагають свого теоретичного узагальнення;
- **логічного апарату** теорії, тобто безлічі допустимих у рамках теорії правил логічного висновку і доведення, за допомогою яких здійснюються висновки з емпіричних фактів;
- **власне теорії**, тобто сукупності виведених у теорії тверджень з їх доведенням.
- Проте цікавіший аналіз теорії з **формальної точки зору**. В цьому випадку теорія постає перед нами у вигляді безлічі припущень, постулатів, аксіом, загальних законів, що в сукупності описують об'єкт теорії.

СТРУКТУРА НАУКОВОЇ ТЕОРІЇ

- Виділяють *власні основи теорії* - це початкові терміни і пропозиції теорії, які логічно (за допомогою правил і законів логіки) обумовлюють решту її термінів і пропозицій. Власні основи належать самій теорії, знаходяться всередині неї.
- Також є *допоміжні основи теорії* - те, що слугує для побудови, обґрунтування теорії, вирішення її прикладних і теоретичних проблем. Серед них виділяються декілька груп:
- 1 *Семіотичні основи* - правила побудови мови теорії і теорії в цій мові. Ряд наукових теорій використовує природну мову (тобто мову, якою ми говоримо), вводячи деякі обмеження (наприклад, заборонені багатозначні терміни). Але багато теорій вимагають формалізованих мов (наприклад, численні мови комп'ютерного програмування), побудованих за спеціальними правилами, зручними для даної теорії.
- 2 *Методологічні основи* - методи, якими користується дана наука. Вони можуть залучатися з інших теорій, наук, філософії.
- 3 *Логічні основи* – ті правила і закони логіки, за якими з початкових термінів і пропозицій теорії утворюються похідні. Це засоби логічної систематизації теорії, приведення її термінів і пропозицій до логічної системи.
- 4 *Прототеоретичні основи* - це теорії, які використовуються як основа даної теорії. Наприклад, для фізики - це математика, для філософії – природознавство, всі природничі науки і т. ін.
- 5 *Філософські основи* – категорії і принципи філософії, що використовуються для побудови, обґрунтування теорії і розв'язання її проблем.

ГНОСЕОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ НАУКИ

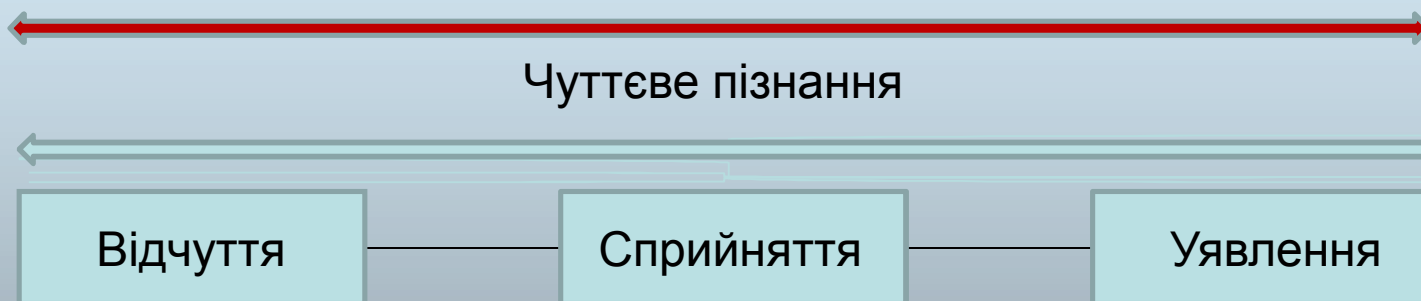
- *Під гносеологічними передумовами розуміють спрощення, огрублення, ідеалізацію дійсності, що відображається, які приймаються тією або іншою наукою на певній стадії її розвитку при її побудові, обґрунтуванні і застосуванні.*
- Жодна наука не в змозі відобразити світ у всій повноті його зв'язків і відносин. Кожна наука зі всього різноманіття цих зв'язків вибирає тільки одну сторону дійсності, вивченням якої займається у подальшому. При цьому вся решта сторін дійсності вважається неістотною для даної науки. Чим більше сторін дійсності, тим більший ступінь її огрублення, спрощення, тим сильнішими є гносеологічні передумови, прийняті даною наукою.
- Дуже важливо розуміти, що не можна абсолютизувати гносеологічні передумови. У, як правило, плавному розвитку науки їх абсолютизація не дуже помітна і не дуже заважає. Але коли настає етап революції у науці, з'являються нові теорії, які вимагають абсолютно нових гносеологічних передумов, часто несумісних із гносеологічними передумовами старих теорій.
- Це ж свідчить і про те, що немає абсолютної істини. *Істинність завжди залежить від гносеологічних передумов, які не є раз і назавжди даними і незмінними.*

КЛАСИФІКАЦІЯ НАУКОВИХ ТЕОРІЙ

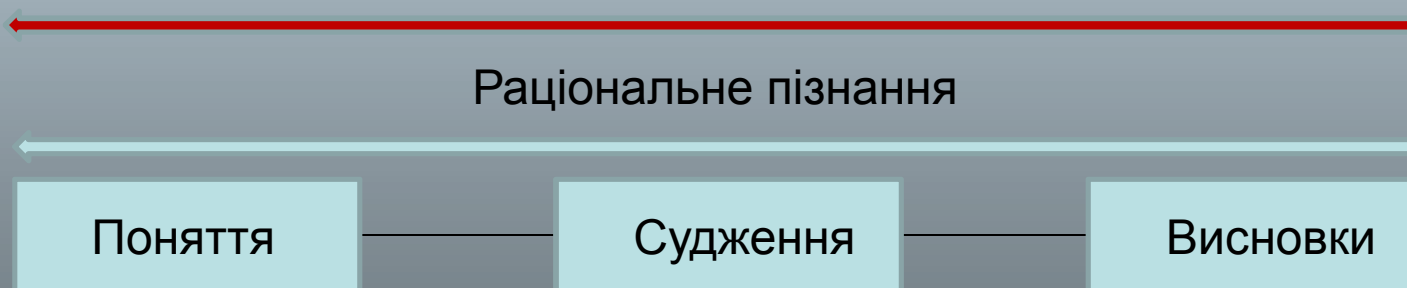
- Звичайно виділяють три типи наукових теорій.
- До першого типу теорій відносять **описові** (емпіричні) теорії - еволюційна теорія Ч.Дарвіна, фізіологічна теорія П.Павлова та ін. На підставі численних дослідних (емпіричних) даних ці теорії описують певну групу об'єктів і явищ. На основі цих емпіричних даних формулюються загальні закони, які стають базою теорії.
- Другий тип наукових теорій складають **математизовані наукові теорії**, що використовують апарат і моделі математики. У математичній моделі конструється особливий ідеальний об'єкт, що заміщає і представляє деякий реальний об'єкт. До цього типу теорій відносять логічні теорії, теорії з області теоретичної фізики. Як правило, ці теорії ґрунтуються на аксіоматичному методі – наявності ряду базових аксіом (принципів, що приймаються без доказів), з яких виводиться вся решта положень теорії. Часто до початкових аксіом, які відповідають ознакам очевидності, несуперечності, додається якась гіпотеза, підведена до рангу аксіоми. Така теорія повинна бути перевірена на практиці.
- Третій тип - **дедуктивні теоретичні системи**. До їх побудови привела необхідність математичного обґрунтування. Першою дедуктивною теорією були «Начала» Евкліда, побудовані за допомогою аксіоматичного методу. Вихідна теоретична основа таких теорій формулюється на їх початку, а потім в теорію включаються лише ті твердження, які можуть бути одержані логічно з цієї основи. Всі логічні засоби, що використані в цих теоріях, строго фіксуються, і доведення теорії будуються відповідно до цих засобів.

ЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ НАУКОВОГО ЗНАННЯ

Емпіричні (фактологічні) знання



Теоретичні знання



НАУКОВІ ПОНЯТТЯ І СПОСОБИ ЇХ УТВОРЕННЯ

- **Поняття** - це віддзеркалення предметів і явищ з боку їх істотних властивостей і відносин, форма мислення, яка узагальнює і виділяє предмети за їх загальними ознаками.
- Їх можна розділити на дві групи: **емпіричні і теоретичні поняття**. Абсолютної межі між ними немає.
- Як правило, до емпіричних понять відносяться ті, що пов'язані з явищами і предметами реальної дійсності, з даними чуттєвого досвіду. Як істотні риси цих понять виділяють ті, які можуть бути виявлені за допомогою органів чуття.
- Теоретичні поняття також відносять до предметів і явищ об'єктивного світу, але як істотні риси ці поняття беруть якісь властивості, що не спостерігаються, є гіпотетичними.
- Як вже відзначалося, наукові поняття формуються як результат двох процедур: **абстрагування і ідеалізації**.
- **Абстрагування є уявною відмовою від усіх властивостей, зв'язків і відносин об'єкта, що вивчається, які є неістотними для даної теорії**. У результаті ми одержуємо абстрактний об'єкт, який хоч і має аналог у реальному світі, але є в порівнянні з ним дуже збідненим. Результат процесу абстрагування називається **абстракцією**. Саме так отримують такі абстракції, як точка, пряма, множина і т. ін.
- **Ідеалізація є операцією уявного виділення якоїсь однієї, важливої для даної теорії властивості або відношення**. У результаті виникає якийсь об'єкт, що має тільки цю властивість або відношення. Необхідність ідеалізації обумовлена прагненням виключити з розгляду різного роду побічні чинники, представити процеси, що досліджуються у чистому вигляді.

ВВЕДЕННЯ І ВИКЛЮЧЕННЯ НАУКОВИХ АБСТРАКЦІЙ

- *Завдання науки - виявлення загальних законів, які відображають у різних предметах і явищах істотні властивості і відносини, що повторюються.* Але щоб виділити істотні властивості і відносини, потрібно вміти відволікатися від неістотних, тобто створювати наукові абстракції. Без їх введення неможлива наукова діяльність. Коли ж ми починаємо застосовувати створену теорію на практиці, ми повинні повернутися знов до предметів і явищ реальності у всій сукупності їх властивостей і відносин. Це є *проблема виключення наукових абстракцій.*
- Як визначається необхідність введення наукової абстракції? Науковий сенс мають ті абстракції, які відображають суть справи і які можна виключати. Не потрібно, щоб виключення абстракцій було повсюдним. Воно повинне бути принципово можливим у рамках даної теорії.
- Введення наукової абстракції повинно бути доцільним. Вона має бути необхідною з погляду виконання істотних завдань науки і, рівень науки повинен бути достатнім, щоб її ввести. Тут важливо використовувати *«бриту Оккама»* (на ім'я середньовічного філософа-схоласта, що запропонував цей важливий методологічний принцип) - вимогу *не ускладнювати суть без необхідності, не вводити нових понять, якщо можна обійтися такими, що вже є.*
- Введена абстракція повинна відповідати науці, не суперечити її завданням. Ця проблема, як правило, розв'язується вибором правильного визначення. Чим простіше буде визначення, тим краще.

МЕТОДИ НАУКОВОГО ПІЗНАННЯ

Кожна наука використовує різні методи, які залежать від характеру задач, що розв'язуються нею. Проте своєрідність наукових методів полягає в тому, що вони відносно незалежні від типу проблем, але залежать від рівня і глибини наукового дослідження. Завдяки цьому виникають особливі форми (сторони) наукового пізнання, найважливішими з яких є **емпірична, теоретична і виробничо-технічна**.

Емпірична сторона включає необхідність збору фактів і інформації (встановлення фактів, їх реєстрацію, виключення), а також їх опис (виклад фактів і їх первинну систематизацію).

- **Теоретична сторона** пов'язана з поясненням, узагальненням, створенням нових теорій, висуненням гіпотез, відкриттям нових законів, передбаченням нових фактів у рамках цих теорій. За їх допомогою створюється **наукова картина світу** тим самим здійснюється світоглядна функція науки.
- **Виробничо-технічна** сторона проявляє себе як безпосередня виробнича сила суспільства, що прокладає шлях розвитку техніки, але це вже виходить за рамки власне наукових методів, оскільки носить прикладний характер.
- У основі методів природознавства лежить **єдність його емпіричної і теоретичної сторін**. Вони взаємозв'язані і обумовлюють одна одну.

КЛАСИФІКАЦІЯ МЕТОДІВ ПРИРОДОЗНАВСТВА

- **Загальні методи**, що стосуються будь-якого предмету, будь-якої науки. Це різні форми методу, що дає можливість зв'язувати воєдино всі сторони процесу пізнання, всі його ступені, наприклад, метод сходження від абстрактного до конкретного, єдності логічної і історичної складових. Це, скоріше, загальнофілософські методи пізнання.
- **Особливі методи** стосуються лише однієї сторони предмету, що вивчається, або певного прийому дослідження: аналіз, синтез, індукція, дедукція. До особливих методів також належать спостереження, вимірювання, порівняння і експеримент.
- **Частинні методи** - це спеціальні методи, що діють або тільки в межах окремої галузі науки, або за межами тієї галузі, де вони виникли.

ОСОБЛИВІ МЕТОДИ

У природознавстві особливим методам науки надається надзвичайно важливе значення, тому детальніше розглянемо їх суть.

- **Спостереження** - це цілеспрямований процес сприйняття предметів дійсності, які не повинні бути змінені.

Спостереження як метод пізнання дійсності застосовується або там, де неможливий або дуже утруднений експеримент або там, де стоїть завдання вивчити саме природне функціонування або поведінку об'єкту. Спостереження як метод припускає наявність програми дослідження. Окремими випадками методу спостереження є **вимірювання і порівняння**.

- **Експеримент** – метод пізнання, за допомогою якого явища дійсності досліджуються в контрольованих і керованих умовах.

Він відрізняється від спостереження втручанням в досліджуваний об'єкт, тобто активністю по відношенню до нього. В експерименті визначають істотні чинники від неістотних і тим самим значно спрощують ситуацію. В результаті таке спрощення сприяє глибшому розумінню явищ і створює можливість контролю за істотними для даного процесу чинниками і величинами.

Переваги перед спостереженням:

1. Явище що вивчається можна відтворювати за бажанням дослідника;
2. В умовах експерименту можливе виявлення таких характеристик явища, які у природних умовах спостерігати неможливо;
3. Можливо вивчення явища у “чистому вигляді”;

- **Аналогія** - метод пізнання, при якому відбувається перенесення знання одержаного в ході розгляду якогось одного об'єкту на іншій, менш вивчений на даний момент.

Метод аналогії ґрунтується на схожості предметів за рядом якихось ознак, що дозволяє одержати цілком достовірні знання про предмет, який вивчається.

ОСОБЛИВІ МЕТОДИ

- **Моделювання** – метод наукового пізнання, заснований на вивченні будь-яких об'єктів за допомогою вивчення їх моделей.

Моделювання припускає перенесення дослідницької діяльності на інший об'єкт, що виступає в ролі замітника об'єкта або явища, що вивчається.

- **Об'єкт-замінник називають моделлю, а об'єкт дослідження – оригіналом або прототипом.**

Можливість моделювання заснована на тому, що модель в певному відношенні відображає якісь сторони прототипу.

Сучасна наука використовує декілька типів моделювання:

- 1. **Наочне моделювання**, при якому дослідження ведеться на моделі, що відтворює певні геометричні, фізичні, динамічні або функціональні характеристики об'єкту-оригіналу;
- 2. **Знакове моделювання**, в цьому випадку як моделі виступають схеми, креслення, формули. Найважливішим видом такого моделювання є математичне моделювання, що здійснюється засобами математики і логіки;
- 3. **Моделювання подумки**, при якому замість знакових моделей використовуються наочні представлення цих знаків і операцій з ними.
- 4. **Модельний експеримент з використанням комп'ютерів**. У цьому випадку як модель виступає алгоритм (програма) функціонування об'єкту.

ОСОБЛИВІ МЕТОДИ

- **Аналіз** – це метод наукового пізнання, в основу якого покладена процедура уявного або реального розчленовування предмету на складові частини.

Розчленовування має на меті перехід від вивчення цілого до вивчення його частин, воно здійснюється шляхом абстрагування від зв'язку частин між собою. Аналіз – органічна складова частина будь-якого наукового дослідження, як правило, його перша стадія, коли дослідник переходить від опису нерозчленованого об'єкту, що вивчається, до виявлення його будови, складу, властивостей і ознак.

- **Синтез** - це метод наукового пізнання, в основу якого покладена процедура об'єднання різних елементів предметів в єдине ціле, систему.

При синтезі відбувається не просто об'єднання, а узагальнення аналітично виділених і вивчених особливостей об'єкту.

- **Індукція** - метод наукового пізнання, що є формулюванням логічного висновку шляхом узагальнення даних спостереження і експерименту.

Безпосередньою основою індуктивного висновку є повторюваність ознак у ряді предметів певного класу. Висновок за індукцією є висновком про загальні властивості всіх предметів, що відносяться до даного класу, на основі спостереження досить широкого кола одиничних фактів.

Розрізняють повну і неповну індукцію.

- **Дедукція** - метод наукового пізнання, який полягає в переході від деяких загальних посилок до частинних результатів - наслідків.

Висновок по дедукції будується за наступною схемою: всі предмети класу «А» мають властивість «В»; предмет «а» відноситься до класу «А»; а значить «а» також має цю властивість.

ОСОБЛИВІ МЕТОДИ

Рішення будь-якої наукової проблеми потребує висунення різних припущень, більше менше обґрунтованих гіпотез, за допомогою яких дослідник намагається пояснити факти, що не укладаються в старі теорії. Гіпотези виникають в невизначених ситуаціях, пояснення яких є актуальним для науки.

- **Гіпотезою** називається будь-яке припущення, здогадка або прогноз, що висувається для припинення ситуації невизначеності в науковому дослідженні.

Гіпотеза не є достовірним знанням, це знання вірогідне, істинність або помилковість якого потрібно довести. Будь-яка гіпотеза повинна бути обов'язково обґрунтована або досягнутим знанням даної науки, або новими фактами. Вона повинна пояснювати усі факти, які відносяться до даної області знання та фактів за її межами, а також передбачати виникнення нових фактів. При цьому гіпотеза не повинна суперечити існуючим фактам. У подальшому гіпотеза повинна бути або підтверджена, або спростована. Для цього вона підкоряється принципам **фальсифікації і верифікації**. Про які вже говорилося.

- **Фальсифікація** – це процедура, яка встановлює помилковість гіпотези в результаті її експериментальної або теоретичної перевірки.

Вимога можливості фальсифікації гіпотези означає, що **предметом науки можуть бути тільки знання, які принципово можна спростувати**. Знання, що не можливо спростувати (наприклад, релігійні істини) до науки відношення не мають.

- **Верифікація** - це процес встановлення істинності гіпотези або теорії в результаті її емпіричної перевірки.

Можлива також непряма верифікація, заснована на логічних висновках з прямо верифікованих фактів.

ЗАКОНИ НАУКИ

Метою наукового пізнання є встановлення законів науки, що адекватно відображають дійсність. Прийнято вважати, що *в природі діють об'єктивні закономірності – стійкі, такі що повторюються зв'язки між предметами і явищами.*

Людство ж пізнає закони природи - віддзеркалення цих об'єктивних закономірностей в нашій свідомості.

Закони завжди носять об'єктивний характер і відображають реальні процеси, що пов'язують явища навколишнього світу. Закони є ступенями пізнання.

Прийнято поділяти закони по ступеню їх узагальнення:

- *менш загальні* (стосуються обмеженої області знання, що вивчається конкретними науками, наприклад, закон природного відбору)
- *більш загальні* (зачіпляють декілька областей знання, застосовуються в декількох суміжних областях, наприклад, закон збереження енергії);
- *загальні* (фундаментальні закони буття, наприклад, принцип розвитку і загального зв'язку).

Також виділяють *закони функціонування і закони розвитку.*

РОЗВИТОК НАУКОВОГО ЗНАННЯ

Загальний хід розвитку науки відповідає основним ступеням пізнання природи і світу взагалі. Він проходить декілька основних ступенів:

- 1. **Безпосереднє споглядання природи як нерозчленованого цілого** - відбувається вірне охоплення загальної картини природи при нехтуванні частинних випадків;
- 2. **Аналіз природи**, розчленовування її на частини, виділення і вивчення окремих речей і явищ, пошуки окремих причин і наслідків, при цьому за частковостями зникає загальна картина універсального зв'язку явищ;
- 3. **Відтворення цілісної картини** на основі вже пізнаних частковостей шляхом приведення в рух зв'язків ізольованих раніше, тобто на основі поєднання аналізу з синтезом.

Наукове знання, не є раз і назавжди даним феноменом, об'єм і зміст його постійно змінюється.

МОДЕЛІ ІСТОРИЧНОЇ РЕКОНСТРУКЦІЇ НАУКИ

- **1. Історія науки як кумулятивний, поступальний, прогресивний процес.**

Базується на ідеї, що кожен подальший крок в науці можна зробити, лише спираючись на попередні досягнення, тому нове знання завжди краще за старе, воно точніше відображає дійсність. Тому попередній розвиток науки є лише підготовкою її сучасного стану (Е. Мах і П. Дюгем, кінець ХІХ ст.).

- **2. Історія науки як розвиток через наукові революції.**

Трактування революції ґрунтується на ідеї абсолютної переривчастої ходу розвитку наукового знання. Вважається, що нова теорія, що виникає в ході наукової революції, відрізняється від старої найпринциповішим чином. Після революції розвиток науки починається наново і йде зовсім в іншому напрямі.

(Т.Кун «Структура наукових революції», середина ХХ ст.).

- **3. Історія науки як сукупність індивідуальних, частинних ситуацій (кейс стадіс).**

У «кейс стадіс» елементарна подія не включається до загальної, що знаходиться поза неї, а, навпаки, це загальне виявляється в ній самій і через взаємодію з іншою особливою подією.

Історична картина, що складається на базі «кейс стадіс» це щось подібне до площини з піками, що підносяться над нею, і зображують події меншої або більшої значущості. Між подіями встановлюються діалогічні відносини, можливе співіснування різних теорій, парадигм (70 роки ХХ ст).

ПАРАДИГМА

Буквально – зразок.

- Парадигму утворюють *“...визнані усіма наукові досягнення, які упродовж певного часу дають науковому співтовариству модель постановки проблем та їх вирішення”*.

У широкому значенні *парадигма це сукупність переконань, цінностей, уявлень, методик, що визнаються членами даного наукового співтовариства на відповідному етапі розвитку науки та формують характер їх світобачення.*

- *Прихильність до деяких визначених парадигм є необхідною передумовою будь-якої наукової праці.*

Вченому чи інженерові завжди доводиться зводити ту чи іншу проблему до деякого робочого обсягу, і *його вибір завжди визначається провідною парадигмою конкретного часу.* Отже, науковець неодмінно вносить у свою сферу досліджень певну систему переконань, які є загальноновизнаними.

- До парадигм у історії науки відносять Арістотелівську динаміку, Птолемеєвську астрономію, Ньютонівську механіку, тощо.
- *Зміна парадигми є не чим іншим як науковою революцією.*

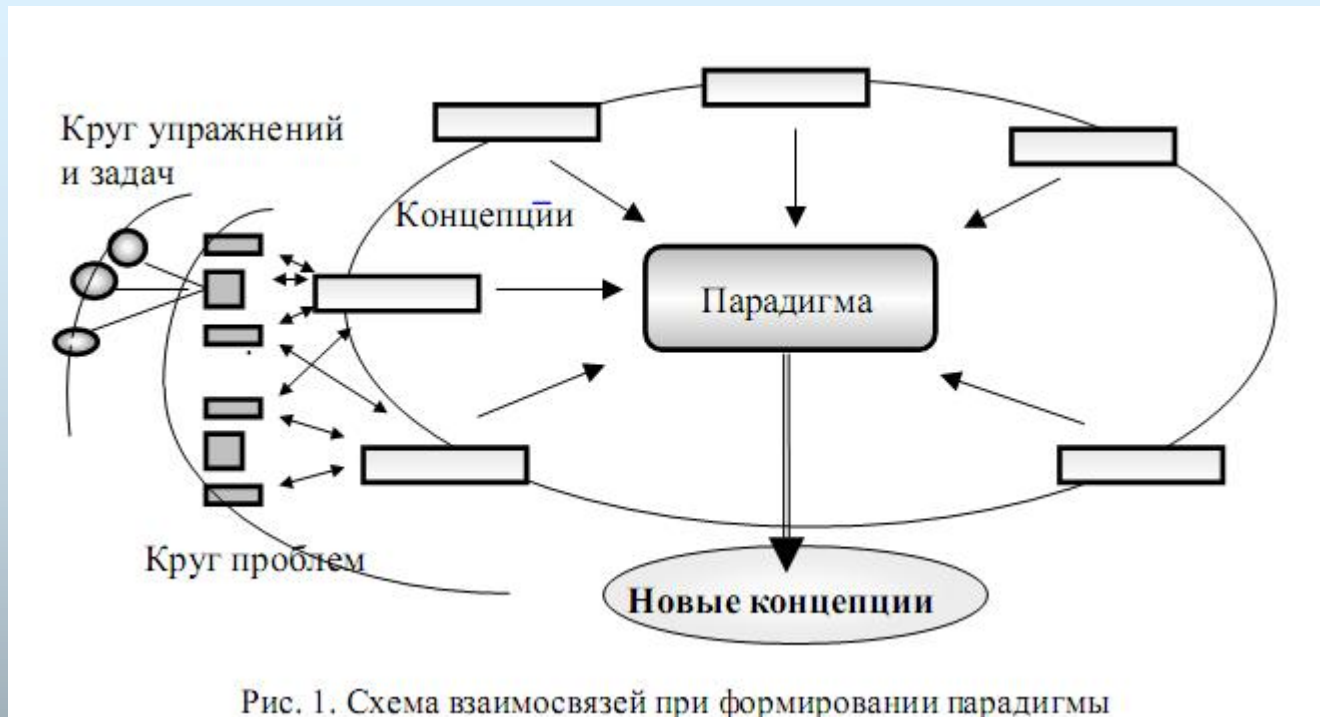


Рис. 1. Схема взаимосвязей при формировании парадигмы

- **Парадигма:** Рамкова концепція, заснована на загальних ознаках і принципах взаємодоповнюючих концепцій, що дозволяє визначити загальний підхід до вироблення концепцій і постановки нових проблем на даному етапі розвитку людського суспільства.
- **Концепція:** Сукупність головних ідей, методів дослідження і описи результатів.
- **Проблема:** Постановка таких питань або цілей досліджень, відповідь на яких вимагає не тільки використання відомих законів, але і отримання нових знань.

ПАРАДИГМА

Розвиток науки відбувається у рваному ритмі, коли тривалі періоди накопичення знань, всеосяжного панування однієї парадигми змінюються епохами світоглядних трансформацій, революціями в опануванні законів Всесвіту. Відповідно у ці періоди відбувається докорінний перегляд панівної парадигми. *«Нормальна наука»* переходить в *екстраординарну*.

- *Отже, весь процес розвитку науки фактично є почерговою зміною парадигм.*

Коли парадигму приймає більшість наукової спільноти, *вона стає обов'язковою точкою зору*. Визнана науковою спільнотою, парадигма на тривалий час визначає коло проблем, що привертають увагу вчених, і є немовби офіційним підтвердженням справжньої “науковості” їхньої праці. У результаті *основною метою традиційної науки стають спроби “втиснути” природу в домінуючу парадигму*.

- *Перехід від однієї наукової парадигми до іншої можна порівняти з оберненням людей у нову релігійну віру: світ звичних об'єктів при цьому завдяки рішучому перегляду вихідних пояснювальних принципів постає в абсолютно новому світлі.*
- *Утвердження нової парадигми завжди здійснюється в умовах сильної протидії прихильників старої парадигми.*

СПЕЦИФІКА НАУКОВИХ РЕВОЛЮЦІЙ

Можна виділити три основні риси наукових революцій:

- 1. *Необхідність теоретичного синтезу нового емпіричного матеріалу;*
- 2. *Докорінна ломка панівних уявлень про природу;*
- 3. *Виникнення кризових ситуацій в науці.*

У історичному розвитку наукового пізнання можна виділити декілька *типів наукових революцій:*

- 1. *Частинна - мікрореволюція*, що зачіпає одну область знання;
- 2. *Комплексна - революція*, що зачіпає ряд областей знання;
- 3. *Глобальна - загальна революція*, що радикально міняє засади науки.

Історія людства знає три глобальні наукові революції:

- XVI-XVII сторіччя;
- науково-технічну революцію XX сторіччя;
- сучасну науково-технічну революцію.

Вони привели до кардинальної зміни уявлень про фундаментальні основи світобудови і відповідно до зміни парадигми.