

Міністерство освіти і науки України  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка



**Вікторія Ніконова**

**ДОВІДНИК З КУРСУ  
«НАУКОВИЙ ОБРАЗ СВІТУ»**



Київ – 2018

УДК 5(075.8)

Н50

*Рекомендовано до друку Вченою радою  
факультету радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем  
Київського національного університету імені Тараса Шевченка  
(протокол № 8 від 12 березня 2018 року)*

**Рецензенти:**

д-р. фіз.-мат. наук, проф. Обуховський В.В.

канд. фіз.-мат. наук, доц. Висоцький М.В.

**Ніконова В.В.** / Довідник з курсу «Науковий образ світу». —

Київ: 2018. — 56 с.

ISBN 978-617-7185-21-4

Викладено стислі тлумачення наукових термінів, побудови, фактів і фундаментальних досліджень, законів і принципів, що вивчаються в курсі «Науковий образ світу». Охоплено 12 розділів, зокрема з фізики, космології, хімії, геології, біології, палеонтології та синергетики. Наведено короткий огляд сучасних технологій, історичну довідку. Акцентується увага на походженні термінів та видатних науковців, що відіграли важливу роль у статновленні наукової картини світу. Мета видання – допомогти читачам систематизувати знання з дисципліни.

Для студентів соціогуманітарних спеціальностей університетів та всіх, хто цікавиться сучасним станом наукового знання.

ISBN 978-617-7185-21-4

УДК 5(075.8)

Н50

## Програма курсу «Науковий образ світу»

### 1. Вступ.

- 1.1. Поняття науки.
- 1.2. Головні риси наукових знань.
- 1.3. Класифікація наук.
- 1.4. Роль науки в розвитку суспільства.
- 1.5. Наука і псевдонаука.

### 2. Історія розвитку науки в Європі.

- 2.1. Античні часи.
- 2.2. Середньовіччя.
- 2.3. Відродження.
- 2.4. Становлення сучасного природознавства.

### 3. Матерія.

- 3.1. Сучасна структура матерії.
- 3.2. Традиційна матерія.
- 3.3. Молекули.
- 3.4. Атом.
- 3.5. Будова атома.
- 3.6. Фундаментальні взаємодії.
- 3.7. Стандартна модель.

### 4. Фізична картина світу.

- 4.1. Механічна картина світу.
- 4.2. Електромагнітна картина світу.
- 4.3. Електромагнітне випромінювання.
- 4.4. Оптичні дослідження.
- 4.5. Ядерна фізика.
- 4.6. Основні досягнення теоретичної фізики.
- 4.7. Становлення сучасної фізичної картини світу.

### 5. Мегасвіт.

- 5.1. Історія наук про Всесвіт.
- 5.2. Теорія великого вибуху.
- 5.3. Мегасвіт. Основні космогоністичні уявлення.

- 5.4. Чумацький шлях.
  - 5.5. Сонячна система.
  - 5.6. Планета Земля.
  - 5.7. Освоєння космосу.
6. Хімічна картина світу.
- 6.1. Історія хімії.
  - 6.2. Основні хімічні закони.
  - 6.3. Періодичний закон Д.І. Менделєєва.
  - 6.4. Структура хімії.
  - 6.5. Прикладні завдання сучасної хімії.
  - 6.6. Хімія в житті людини.
7. Геологічна картина світу.
- 7.1. Історія геології.
  - 7.2. Класифікація геологічних наук та основні принципи.
  - 7.3. Будова Землі.
  - 7.4. Геохронологічна шкала.
  - 7.5. Завдання сучасної геології.
8. Біологічний світ.
- 8.1. Історія біології.
  - 8.2. Структура біології.
  - 8.3. Життя.
  - 8.4. Теорії походження життя.
  - 8.5. Еволюція життя.
  - 8.6. Сучасна біосфера.
  - 8.7. Прикладні завдання сучасної біології.
9. Наука і непізнане.
- 9.1. Антропогенез.
  - 9.2. Таємниці людської свідомості.
  - 9.3. Антропний принцип розвитку Всесвіту.
  - 9.4. Позаземні цивілізації.
10. Синергетика
- 10.1. Становлення постнекласичної картини світу.

- 10.2. Хаос і упорядкованість у природі.
- 10.3. Самоорганізація складних систем.
- 10.4. Взаємозв'язок природничих наук.

## 11. Інформаційний світ.

- 11.1. Історія розвитку комунікацій.
- 11.2. Аналогові й цифрові системи передавання/зберігання інформації.
- 11.3. Інформаційний вибух.

## 12. Світ майбутнього.

- 12.1. Обчислювальна техніка.
- 12.2. Автоматика.
- 12.3. Інтернет речей.
- 12.4. Робототехніка.
- 12.5. Штучний інтелект.
- 12.6. Вплив інформаційної та кібернетичної революції на суспільство.
- 12.7. Яка вона – людина майбутнього?

## 1. Вступ

### 1.1. Поняття науки

У сучасному значенні **наука** – це сфера інтелектуальної людської діяльності, направлена на пошук істинних знань про навколишній світ, систематизацію отриманої інформації, вироблення методів взаємодії зі світом та можливості прогнозування його мінливості; побудову наукового образу світу.

Серед інших визначень поняття «наука» варто зазначити такі: особливий спосіб пізнання світу; динамічна система або сукупність об'єктивно істинних галузевих знань та соціальний інститут (система установ і організацій).

Основні поняття науки:

**Об'єкт науки** – той бік дійсності, на дослідження якої спрямована наука.

**Предмет науки** – те, якими сторонами та аспектами представляється в науці даний об'єкт.

**Теорії** – спроби цілісно уявити та описати важливі властивості певних аспектів дійсності, що виникають на базі **гіпотез** (припущень та здогадів, висунутих для пояснення тих чи інших явищ і закономірностей).

**Парадигми** (від грец. *παράδειγμα* – «приклад», «шаблон») – сукупність фундаментальних загальноприйнятих наукових теорій, стандартів, моделей, що виникають, коли нові факти не вкладаються в загальноприйняті старі.

**Концепції** (від лат. *conceptio* – «розуміння») – сукупність взаємопов'язаних поглядів та розумінь певних явищ, але, на відміну від теорій, вони є недостатньо завершеними та верифікованими.

**Закони** – відкриті стійкі доведені твердження про зв'язки між явищами, що дозволяють описати, пояснити та передбачити об'єктивну дійсність.

**Методи дослідження** – науково обґрунтовані способи отримання достеменного знання.

**Наукова картина (науковий образ) світу** – особлива форма систематизації знань, отриманих у різних галузях науки; сукупність уявлень людини про властивості й закономірності дійсності, побудованої в результаті узагальнення й синтезу наукових понять і принципів; сукупність відомостей про взаємозв'язок людини з дійсністю, з природою,

суспільством, іншими людьми та самою собою; уявлення про загальні закономірності Всесвіту.

## **1.2. Головні риси наукових знань**

За свою історію людство накопичило величезний обсяг різних знань, тому постає питання про критерії їх науковості, що дозволить систематизувати їх за категоріями або наукових знань, або деяких інших.

Наукові знання характеризуються низкою специфічних ознак:

**Системність.** Знання мають бути не хаотичними, а систематизованими відповідно до визначених теоретичних моделей та правил.

**Правдивість.** Інформація має бути достеменною, перевіреною на практиці за загальноприйнятими правилами.

**Критичність.** Наука весь час зіставляє різні типи наукових теорій, тому й наготові піддавати сумніву і переглядати навіть свої основоположні результати.

**Загальнозначущість.** З часом всі істинні знання набувають статусу загального визнання вченими та допомагають в об'єднанні людей.

**Наступництво.** При дослідженні навколишнього світу обов'язково виникає об'єктивний зв'язок між новими та старими знаннями: нові доповнюють і збагачують старі, а не нігілістично заперечують їх.

**Прогнозованість.** Знання містять у собі здатність передбачувати майбутні події в певному аспекті дійсності.

**Детермінованість.** Досліджувані факти не тільки описуються, а і повністю пояснюються та обумовлюються.

**Фрагментарність.** Наука часто вивчає світ не в цілому, а через різноманітні фрагменти дійсності, ділиться на окремі галузі.

**Чуттєвість.** Наукові результати перевіряються експериментально, використовуючи відчуття, сприйняття та уяву.

**Незавершеність.** Необмежено зростаючи, наука все одно ніколи не зможе досягнути абсолютну істину.

**Раціональність.** Наука синтезує знання, базуючись на раціональності дій та логічних методах.

**Позаморальність.** Наукові істини є нейтральними й загально-людськими в морально-етичному плані.

**Безособовість.** Жодні індивідуальні особливості науковця ніяк не представляються в остаточних наукових результатах.

**Універсальність.** Істинність наукової інформації виконується для всього довколишнього світу.

### 1.3. Класифікація наук

Класифікація наук за **об'єктом** пізнання виглядає так:

- природа – **природничі науки** (хімія, фізика, біологія, астрономія, геологія, екологія);
- людина та суспільство (духовність, мислення, культура та соціальні зв'язки) – **соціогуманітарні науки** (історія, соціологія, філологія, економіка, лінгвістика, політологія).

Межа між природничими та соціогуманітарними науками дуже умовна. Психологія займає проміжне місце.

Часто до цієї класифікації додають ще **технічні науки**, що потребують знань різних або особливих видів техніки й технічного оснащення (літакобудування, робототехніка, інформатика та багато ін.).

Згідно з вищенаведеною класифікацією математику та логіку виділяють в окрему ланку – **формальні науки**.

Крім того, існує безліч наук, що виникли на стику названих, а саме астрофізика, фізична хімія, біофізика, геохімія, екофізика тощо.

За **методом дослідження** науки поділяють на **теоретичні** (основані на методах ідеалізації, переходу від абстрактного до конкретного) та **емпіричні** (основані на реальних експериментах). Між ними існує тісний взаємозв'язок: теоретичні науки використовують дані емпіричних наук, а емпіричні перевіряють наслідки, що випливають з теоретичних.

За **результатом дослідження** розрізняють **фундаментальні**, що впливають на спосіб думок, та **прикладні науки**, що впливають на спосіб життя людства.

Фундаментальними (часто їх називають «чистими») є такі науки, де світ досліджується безвідносно до того, наскільки можливо практично застосувати отримані знання. Значна частина досліджень у фізиці, хімії та математиці є фундаментальними.

Прикладні науки слугують безпосередньо потребам суспільства, застосовуючи знання фундаментальних наук для вирішення певних проблем, задач, наприклад, прикладна математика, літакобудування.



#### 1.4. Роль науки в розвитку суспільства

Наука виконує низку таких основних функцій: виявляє істотні об'єкти та властивості дійсності (описова), відносить їх до певного класу чи розділу (систематизуюча), систематично викладає сутність досліджуваного об'єкта (пояснювальна), дає можливість застосувати отримані знання на виробництві (виробничо-практична), передбачити нові відкриття в рамках теорій, що існують, (прогностична) та внести отримані знання в образ світу, раціоналізуючи відношення людини до дійсності (світоглядна).

Сьогодні наука виступає як головна сила економічного і соціального розвитку світу.

#### 1.5. Наука і псевдонаука

Одним з можливих критеріїв науковості, що справедливий лише для природничих наук, виступає **принцип фальсифікованості**, сформульований Карлом Поппером у 1935 р.: теорія є фальсифікованою і, відповідно, науковою, якщо існує принципова можливість її спростування (фальсифікації) шляхом проведення експерименту (зараз або в майбутньому). Отже, наукова теорія не може бути принципово неспростовною, що дає змогу відділити наукове знання від ненаукового, а з неможливості довести хибність не впливає істинність.

**Псевдонаука** (походить від грецьк. Ψευδής – «помилковий») та наука; синоніми: **лженаука, альтернативна наука, паранаука, квазінаука, фолькссайнс** – діяльність, що цілеспрямовано або випадково видає себе за науку, але по суті не є такою.

Головною відмінністю між псевдонаукою та наукою є використання неперевіраних наукою прийомів, неправильних даних та інформації. Псевдонаука заперечує будь-яку можливість свого спростування (часто очевидне спростування видається за додаткове підтвердження теорії). Справжня наука завжди базується на фактах (верифікованих даних), методах, що перевіряються і постійно розвиваються, весь час відкидає спростовані теорії й пропонує нові.

Прикладами псевдонаук є **уфологія, гомеопатія, нумерологія, соціоніка, хіромантия, яфетична теорія** тощо. Також до псевдонаук належать деякі емпіричні вчення минулого, що досягли певних результатів раніше: **астрологія, алхімія**.

## 2. Історія розвитку науки в Європі

### 2.1. Античні часи

З прадавніх часів людина прагнула зрозуміти та пояснити довколишній світ. На початкових стадіях пізнання ці спроби втілювалися у міфи – існував **міфічний образ світу**. Дійсність відзеркалювалася у фантастичному образі незвичайних живих істот та тварин, а людина була лише спостерігачем, що не міг вплинути на хід подій. Людина вірила абсолютно всьому, бо міф пов'язував повсякдення з сакральним (божественним).

В епоху Античності почався процес переходу “від міфу до логосу” – відокремлення об'єктивних знань про світ від міфів. Осередком зародження правил логічних розмірковувань, гіпотез і цілого ряду геніальних прозрінь (концепція атомізму Демокріта) стала Греція.

Особливу роль у розробці та систематизації методів і знань зіграв Аристотель (IV ст. до Р.Х.). Піфагорійці ввели дедуктивний метод (всі твердження, окрім невеликої кількості прийнятих без доведень первісних положень, мають виводитися логічними міркуваннями). Клавдій Птолемей (II ст. до Р.Х.) описав геоцентричну модель світу, проаналізувавши всю сукупність астрономічних знань того часу.

Попри всі здобутки, наука тоді ще не була наукою в сучасному розумінні: не було універсального закону природи, не існувало експерименту (природознавство було абстрактно-пояснювальним).

### 2.2. Середньовіччя

Основна риса середньовічного світогляду (V – XV ст.) полягала у розгляді будь-яких проблем, зокрема й природничих, за допомогою тлумачення текстів Святого Писання, тобто панував **релігійний образ світу**. Для людини природа перестала бути чимось самостійним, її створив всемогутній Бог і завжди має змогу втрутитися в її процеси.

Середньовічна наука, на відміну від Античності, не створювала нові фундаментальні програми, проте вже не зупинялася на пасивному засвоєнні здобутків античності.

Середнім вікам характерна поява та розвиток таких специфічних галузей знань, як астрологія, алхімія, ятрохімія, натуральна магія – проміжна ланка між технічним ремеслом і натурфілософією. Усі вони стали зародком експериментальної науки майбутнього.

### 2.3. Відродження

Відродження (Ренесанс) – культурно-філософська течія кінця Середньовіччя – початку Нового часу, базувалася на ідеалах гуманізму та орієнтувалася на здобутки доби Античності. Ця епоха ознаменувала значне сприяння розвитку науки та послаблення впливу церкви на більшість сфер життя людей. Людина-творець ставить себе на місце всемогутнього Бога, діяльність людини набуває відтінку сакральності: вона вже не просто задовольняє свої земні потреби, а й творить новий світ, красу й саму себе.

Абсолютно оновлений погляд на світ та людину дав шлях новим видатним відкриттям (сер. XVI ст.) і створенню нових теорій, що стали початком наукової революції. Миколай Коперник створив геліоцентричну модель світу. Джордано Бруно дав людству ідею нескінченності Всесвіту. Галілео Галілей створив наукову програму, що започаткувала природознавство Нового часу – експериментальне і математичне.

### 2.4. Становлення сучасного природознавства

Доба Просвітництва (друга половина XVII – XVIII ст.) ознаменувала становлення сучасного природознавства. Відбувався швидкий розвиток фізики та математики, зокрема публікація «Математичних начал натуральної філософії» Ісаака Ньютона заклала фундамент для майбутніх відкриттів. Почалася наукова революція, запанував **науковий образ світу**.

Основний здобуток доби Просвітництва – перехід від натуральної філософії до природничих наук в сучасному сенсі цього слова.

У XVIII ст. почалася промислова революція. Технологічний і економічний прогрес набув неабиякого розмаху завдяки розвитку залізниць, парових видів транспорту, а потім з XIX ст. двигуна внутрішнього згоряння та електроенергії. Наука стала професійною, сформувалися основні сучасні інститути. Вона зайняла гідне місце серед інших сфер людської діяльності.

### 3. Матерія

**Матерія** (від лат. *materia* – «речовина») – багатогранна основа буття, все, що може існувати у Всесвіті й проявлятися у його властивостях. Матерія існує в русі, розвитку та взаємоперетвореннях.

#### 3.1. Сучасна структура матерії

Сучасна структура матерії виглядає так:

##### **матерія:**

- традиційна матерія (приблизно 4% енергії-маси Всесвіту):
  - ❖ речовина (вид матерії, що складається з елементарних частинок та характеризується масою спокою);
  - ❖ поле (особливий вид матерії, через який відбувається перенесення взаємодії).
- об'єкти невідомої природи (приблизно 96% енергії-маси Всесвіту):
  - ❖ темна матерія (невидима речовина, що взаємодіє з видимою через гравітацію);
  - ❖ темна енергія (загадкова субстанція, що протидіє силам притягання традиційної матерії).

#### 3.2. Традиційна матерія

Традиційна матерія складається з **речовини** та **поля**, що мають низку основних відмінностей:

1. речовина є дискретною (складається з елементарних частинок, що мають певну локацію в просторі), а поле – неперервним;
2. поле не має маси спокою;
3. речовина має порівняно малу проникність, а поле – повну проникність;
4. швидкість поширення поля у вакуумі дорівнює швидкості світла ( $3 \cdot 10^8$  м/с), а речовина, зокрема її складові, рухається набагато повільніше;
5. поле не має внутрішніх порожнин.

Частинки не є відокремленими від полів, і немає чіткої межі, де закінчується частинка й починається поле. Також усі частинки мають дуальну природу хвильових і корпускулярних властивостей.

### 3.3. Молекули

**Молекула** (зменшувально від лат. moles – «маса») – найдрібніша частинка хімічної речовини, що може самостійно існувати та своїми складом і структурою визначає її основні властивості, за допомогою хімічних зв'язків утворюється з атомів (від одного до мільярдів у ДНК).

### 3.4. Атом

Здогадки про існування атомів (найменших неподільних за першими уявленнями частинок) представлені у вченні Демокріта (IV ст. до Р.Х.): навколишній світ складається лише з нескінченної кількості атомів, що рухаються хаотично у порожнечі (в атомах порожнечі нема). Усі тіла складаються з атомів, а їх форма і маса визначають властивості тіл (атоми вогню гострі, тому він пекучий; атоми води гладкі, тому вона тече тощо).

У кін. XIX ст. Дж. Дж. Томпсон відкрив субатомну частинку електрон, що спростувало неподільність атома, а пізніше створив модель «пудинг з родзинками»: позитивно заряджене тіло, що містить всередині негативно заряджені електрони.

Модель Томпсона було експериментально спростовано дослідями Е. Резерфорда і загальноприйнятою стала «планетарна»: подібно до Сонячної системи електрони рухаються навколо важкого ядра. У неї був значний недолік: електрони мали б втрачати енергію і падати на ядро, що не відповідало дійсності. Постулати Н.Бора «стабілізували» атом – модель Бора-Резерфорда – і дали поштовх становленню сучасної фізичної картини світу.

### 3.5. Будова атома

**Атом** (від давньогр. ἄτομος – «неподільний», «той, що не можна розрізати») – частинка хімічного елемента, що здатна зберігати всі його хімічні властивості.

Атом складається з масивного позитивно зарядженого **ядра** в центрі та негативно заряджених **електронів**, які, обертаючись навколо, утворюють хмару. Ядро складається з **нуклонів** (позитивно заряджених **протонів** та частинок без заряду – **нейтронів**).

Маса електронів майже у тисячу разів менша за масу протонів і нейтронів, тому зазвичай не враховується при розрахунках маси атома. Розміри електрона замалі для вимірювання сучасними методами. Електронна хмара ( $\sim 10^{-10}$  м) на п'ять порядків більша, ніж ядро ( $\sim 10^{-15}$  м).

Число протонів у ядрі елемента дорівнює кількості електронів (для нейтрального атома) і визначає атомний номер у періодичній системі Менделєєва. Кількість нейтронів у атомі визначається різницею масового числа та числа протонів.

**Адрони** (від давньогр. ἄδρῶς – «великий», «масивний») – елементарні частинки, що беруть участь у сильній взаємодії.

**Іон** (від грец. ἰόν – той, що йде) – електрично заряджена частинка, що утворилася з нейтрального атома втратою або приєднанням електронів.

**Ізотопи** (від грец. ἰσος – «однаковий» та τόπος – «місце») – атоми одного елемента з різною кількістю нейтронів (різною атомною масою).

### 3.6. Фундаментальні взаємодії

У природі існують чотири фундаментальних взаємодії:

**Гравітаційна** – взаємодія між частинками, що мають масу спокою. В астрономічних масштабах вона відіграє вирішальну роль.

**Слабка** – взаємодія, що відповідає за слабкі розпади субатомних частинок, наприклад бета-розпад, у  $10^{25}$  разів сильніше за гравітаційну.

**Електромагнітна** – взаємодія між зарядженими частинками, у  $10^{36}$  разів сильніше за гравітаційну.

**Сильна** – взаємодія між кварками (складовими протонів та нейтронів), на два порядки сильніше від електромагнітної.

Вважається, що в майбутньому буде розроблена єдина теорія супергравітації, що поєднає всі чотири типи взаємодій.

### 3.7. Стандартна модель

**Стандартна модель** – це сучасна теорія, що описує склад і взаємодії елементарних частинок.

Речовина складається з 12 фундаментальних частинок (лептонів та кварків), носіями фундаментальних взаємодій є глюони, калібрувальні бозони та фотони, бозон Хіггса.

На поч. ХХІ ст. із запуском великого адронного колайдера (ВАК) фізика елементарних частинок розвивається надзвичайно швидко. Тривають спроби створити Теорію всього, проте існує безліч відкритих питань і проблем: походження хігсівського механізму, відсутність у стандартній моделі частинок темної матерії тощо.

#### 4. Фізична картина світу

**Фізика** (від давньогр. φύσις – «природа») – одна з найважливіших галузей природознавства, наука про прості загальні закони природи, про матерію, структуру матерії та її рух. Закони фізики лежать в основі всього природознавства.

Зі зміною уявлень про матерію змінювалася і фізична картина світу.

##### 4.1. Механічна картина світу

**Механіка** (від грец. μηχανική – «споруда», «інструмент») – наука про механічний рух, взаємодію тіл та умови рівноваги.

Основне завдання механіки полягає у визначенні положення тіла в будь-який момент часу. Сучасними прикладами його застосування є керування польотами ракет та космічних апаратів, розрахунки руху транспорту, визначення гальмівного шляху поліцією при ДТП тощо. Важливим є застосування простих механізмів у побуті та будівництві.

Засновником механіки вважається Галілео Галілей, що започаткував експеримент, а його вчення (принцип відносності руху, закони вільного падіння тіл, принцип інерції) переросли у базові теорії сучасної фізики.

Фундаментальні **закони руху** в 1687 р. сформулював Ісаак Ньютон. У сучасному трактуванні вони виглядають так:

1. Якщо на тіло не діють зовнішні сили (або їх векторна сума дорівнює нулеві), то воно або перебуває у стані спокою, або його швидкість не змінює свої величину та напрям.

2. Прискорення тіла прямо пропорційне прикладеній до нього силі та обернено пропорційне його масі.

3. Тіла діють одне на одного з силами, рівними за модулем і протилежними за напрямками.

**Законом Всесвітнього тяжіння** (два тіла в просторі притягуються з силою, що визначається масами тіл та відстанню між ними) Ньютон описав однакову природу обертання небесних тіл та земне тяжіння.

У класичній механіці ключовою концепцією був **принцип дальності**: будь-які взаємодії між тілами відбуваються без жодних матеріальних посередників та передаються на відстані миттєво.

У XVIII – поч. XIX ст. з'явилися небесна механіка, відбувся розвиток техніки, механічна картина світу стала абсолютною та універсальною. Проте накопичилася ціла низка істотних емпіричних даних, що суперечили їй. Щоб позбутися розбіжностей, почали штучно вводитися

такі поняття як ефір, теплорід, електрична та магнітна рідини, а факти просто підганялися під механічну картину світу. Фізика потребувала суттєвої зміни картини світу.

#### **4.2. Електромагнітна картина світу**

Електричні (від грец. ἤλεκτρον – «бурштин») та магнітні (від давньогр. Μαγνήτις λίθος – «камінь з Магнесії») явища були відомими ще за часів античності (Фалес Мілетський VI ст. до Р.Х.). Зв'язок між ними виявив Г.К.Ерстед у 1820 р. Ключову роль зіграла праця Дж.К. Максвелла 1873 р., де математично описано взаємодію електричного й магнітного полів та природу світла як електромагнітної (ЕМ) хвилі.

**Електричне поле** – особливий вид матерії, що виникає навколо зарядженого тіла, і через нього здійснюється взаємодія з іншими зарядами.

**Магнітне поле** – особливий вид матерії, що виникає навколо рухомого заряду, і через нього відбувається взаємодія з іншими рухомими зарядами. Його силові лінії, на відміну від електричних, завжди замкнені.

Ньютонівську концепцію дальності замінив Фарадєївський **принцип близькодії**: взаємодії переносяться полем безупинно з кінцевою швидкістю.

Теорію Максвелла було абсолютизовано, а її застосування до інших рухомих середовищ показували неабсолютність простору й часу. До кін. XIX ст. накопичилося багато непояснених фактів – фізика потребувала суттєвих змін в уявленні про матерію.

Ідея відносності простору й часу А. Ейнштейна стала останньою великою теорією в рамках електромагнітної картини світу.

#### **4.3. Електромагнітне випромінювання**

**Електромагнітна хвиля** – процес поширення ЕМ взаємодії у просторі як змінних пов'язаних між собою електричного та магнітного полів.

У вакуумі ЕМ хвилі поширюються зі швидкістю світла, характеризуються довжиною хвилі (відстанню між двома найближчими гребнями або западинами) та частотою (кількістю коливань за 1 с), залежно від яких належать до різних спектральних діапазонів: радіохвилі, мікрохвилі, інфрачервоне випромінювання, видиме світло, ультрафіолет, рентгенівські промені та гамма-випромінювання.



#### 4.4. Оптичні дослідження

**Оптика** – розділ фізики, що займається дослідженням природи та поширення у різних середовищах видимого світла. Абстрагуючись від його хвильової природи, вводяться поняття **світловий промінь**, **тінь** та **напівтінь**, закони прямолінійного поширення, відбивання та заломлення.

Хвильовою природою світла пояснюються такі явища, як **дисперсія** (залежність показника заломлення від частоти), **інтерференція** (явище накладання двох і більше хвиль), **дифракція** (огинання перешкод) та **поляризація** (просторова орієнтація електричної складової хвилі).

Важливу наукову функцію виконує **спектральний аналіз** – сукупність методів визначення складу об'єкта, що базуються на дослідженні спектрів взаємодії випромінювання і речовини. Наприклад, в астрономії при вивченні спектрів можна встановити температуру, хімічний склад, швидкість руху та магнітне поле зірки.

#### 4.5. Ядерна фізика

**Радіоактивність** (від лат. *radius* — «промінь» і *activus*— «активний») – спонтанне перетворення нестабільних ядер з випромінюванням частинок або енергії. Її відкрив А. Беккерель у 1896 р.

Вагомий внесок у науку зробили М. Склодовська-Кюрі та П.Кюрі: відкривали радіоактивні речовини та досліджували їх властивості. Помістивши зразок у магнітне поле, Е.Резерфорд відкрив три типи радіоактивності: **альфа-** (випромінювання ядер гелію), **бета-** (випускання електронів) та **гамма-випромінювання**.

Застосування радіоактивності має велике значення для людства: метод мічених атомів застосовується в промисловості, геології, медицині, аграрному комплексі; гамма-опромінення – в онкології, агроселекції; радіоізотопний аналіз – в археології, криміналістиці; атомна енергетика та ядерне озброєння.

**Термоядерні реакції** – злиття легких ядер за високої температури з виділенням великої кількості енергії (наприклад, процеси на Сонці).

#### 4.6. Основні досягнення теоретичної фізики

Передумовами становлення нової картини світу на поч. ХХ ст. стали серйозний конфлікт двох уявлень про матерію: вона неперервна, чи складається з дискретних частинок; моделі атома того часу, що суперечать ЕМ картині світу та відкриття радіоактивності.

М. Планк 1900 р. запропонував ідею, що ЕМ хвилі випромінюються **квантами** (порціями). Пізніше її вдало застосував А. Ейнштейн для опису явищ фотоефекту.

Працюючи над **загальною теорією відносності** (ЗТВ), Ейнштейн представив простір і час як тканину, що вигинається під впливом ваги тіла на ній (гравітації). Так докорінно змінилася класична механіка та відкрився шлях до становлення сучасної космології.

Н. Бор побудував стабільний атом (електрон може випромінювати лише при стрибках між орбітами, 1913 р.) і започаткував **квантову механіку** – нову фізичну теорію.

Луї де Бройль кожній рухомій частинці (корпускулі) поставив у відповідність хвилю – висунув **гіпотезу корпускулярно хвильового дуалізму** частинок, що підтвердилось експериментом з дифракції електронів, та вирішив нерозв'язну суперечку поч. ХХ ст.

**Співвідношення невизначеностей** про принципову неможливість одночасного точного вимірювання координати та швидкості квантової частинки через природу речовини описав В. Гейзенберг. Е. Шредінгер записав хвильове рівняння зміни стану об'єкта, дав трактування хвильовій функції.

На Сольвєєвському конгресі 1927 р. вироблено **копенгагенську інтерпретацію** для розуміння законів квантового руху, яка постійно піддавалася критиці та супроводжувалася дискусіями.

#### **4.7. Становлення сучасної фізичної картини світу**

Досягненнями сучасної фізики стало те, що простір і час перестають бути незалежними й зливаються у чотиривимірний континуум, квантово-польова теорія містить у собі спостерігача, від якого суттєво залежить отримана картина світу.

Проте існує безліч прогалин: залишається відкритим протистояння двох несумісних найбільших теорій ХХ ст. (квантової механіки та загальної теорії відносності), не побудовано квантову теорію гравітації, багато нерозв'язаних питань космології та намагання побудувати Теорію всього.

## 5. Мегасвіт

**Астрономія** (від грец. ἀστρο – «зірка» та νόμος – «закон») – одна з найдавніших наук про Всесвіт, займається питанням розташування, руху, складу, походження та еволюції небесних тіл і їх систем.

**Космологія** (від грец. κόσμος – «упорядкованість», «лад», «мир», що протиставлявся «хаосу», і грец. λογία – «вчення») – наука про Всесвіт у цілому, його загальні закономірності, будову, походження та еволюцію.

### 5.1. Історія наук про Всесвіт

У міфологічному образі світу Земля представлялася плоским диском на китах (слонах), що стояли на гігантській черепаці (в одному з варіантів).

Давні греки, спостерігаючи за тінню Землі на Місяці у VI ст. до Р.Х., дійшли висновку, що вона має форму кулі. Арістарх Самоський запропонував науковий метод визначення відстаней до Сонця і Місяця та їх радіусів. Ератосфен у III ст. до Р.Х. досить точно розрахував радіус Землі, знаючи відстань між Александрією та Сієною, де сонячні промені падають під різними кутами. Моделлю світу тих часів була **геоцентрична система** Птолемея: усі планети та Сонце оберталися навколо нерухомої Землі.

Східний астроном Улугбек побудував найбільшу на той час обсерваторію та створив найдетальніший каталог (зідж) зоряного неба «Нові Гурганові астрономічні таблиці» 1444 р., що став посібником у всіх обсерваторіях Європи.

Зародженням сучасної астрономії стали перехід від геоцентричної до **геліоцентричної системи світу** М. Коперника (всі планети обертаються навколо Сонця, сер. XVI ст.), її доведення та початок дослідження небесних тіл за допомогою телескопа (Г. Галілей, поч. XVII ст.), відкриття закону всесвітнього тяжіння (І. Ньютон, кін. XVII ст.).

Недосконалість геоцентричної системи проявлялася у складних траєкторіях руху планет, особливо Марса, за яким майже два десятиріччя спостерігав Тихо Браге. Його матеріали допомогли Й. Кеплеру відкрити **закони руху планет**, згідно з якими усі планети обертаються по еліптичних орбітах, в одному з фокусів яких знаходиться Сонце, можна розрахувати зміни швидкостей планет при наближенні та віддаленні від Сонця та обчислити швидкості та періоди обертань планет навколо Сонця.

Велися постійні спостереження зоряного неба, накопичувалися знання.

Під куполом Паризького Пантеону 1851 р. Ж. Фуко публічно продемонстрував обертання Землі навколо своєї осі за допомогою маятника.

У ХХ ст. дослідження Всесвіту умовно поділилися на дві взаємодоповнювальні гілки: спостережні (застосовуються для підтвердження теорій) та теоретичні (створюють моделі для опису спостережуваного).

До поч. ХХ ст. не виникало жодного сумніву, що Всесвіт єдиний, вічний і незмінний. Ж. Леметр висунув гіпотезу про нестаціонарність Всесвіту та походження його з первинного атому. Аналізуючи рівняння Ейнштейна, О.О. Фрідман дійшов висновку про його три можливі сценарії розвитку, залежно від відношення густини речовини до критичної: розширення з часом, стискання та їх циклічне повторення.

Дослідження Е.П. Хаббла двічі шокували людство: відкриття інших галактик 1922 р.; доведення розширення Всесвіту за допомогою **ефекту Доплера** (зміна частоти хвилі при русі джерела хвилі або приймача) 1929 р. Хаббл зафіксував червоний зсув спектральних ліній, що означає віддалення спостережуваних галактик від нашої.

Г.А. Гамов розробив теорію гарячого Всесвіту та передбачив **реліктове випромінювання** (від лат. *relictum* – «залишок») – залишкове ЕМ випромінювання, що утворилося після великого вибуху при первинній рекомбінації водню. Експериментально зафіксовано у 1965 р., після чого Теорія великого вибуху (ТВВ) зайняла провідну роль у космології.

## 5.2. Теорія великого вибуху

**Теорія великого вибуху** – загальноприйнята космологічна теорія про виникнення Всесвіту з сингулярного стану приблизно 13,8 млрд. р. тому.

За С. Хокінгом **космологічна сингулярність** – стан Всесвіту, що характеризується нескінченно великими щільністю і температурою речовини, не підкорюється жодним відомим фізичним законам і строго доведена з рівнянь ЗТВ у 1967 р. Важливо розуміти, що знання про події після ВВ не дають жодної інформації про те, що відбувалося до нього.

Коротка хронологія подій після ВВ:

**Планківська епоха** ( $0 - 10^{-43}$  с після ВВ): сучасні фізичні теорії не дають опису процесів, характерні розмір і густина раннього Всесвіту  $\sim 10^{35}$  м та  $\sim 10^{96}$  кг/м<sup>3</sup> відповідно. Після неї почалася **епоха великого**

**об'єднання:** гравітаційна взаємодія відділилася від трьох інших, з'явилися простір і час.

**Епоха інфляції** ( $10^{-33} - 10^{-32}$  с) – гіпотетична теорія надшвидкого розширення Всесвіту принаймні в  $10^{78}$  разів, висунута А. Гутом у 80-х рр. Сильна взаємодія відділилася від двох інших.

У **електрослабкій епосі** ( $10^{-32} - 10^{-12}$  с) утворюються кварки, глюони.

**Кваркова епоха** ( $10^{-12}$  с): електромагнітна взаємодія відділилася від слабкої, простір-час заповнила кварк-глюонна плазма.

**Адронна епоха:** Всесвіт охолоджувався, почали утворюватися протони, нейтрони та їх античастинки. До  $10^{-6}$  с відбулося порушення симетрії: у світі більше існує частинок, ніж античастинок. При анігіляції (злитті) останніх виникли фотони без змоги вийти з щільної непрозорої для них речовини.

**Епоха нуклеосинтезу** (0,01 с – 3 хв.): почали утворюватися ядра, електрони та фотони існували окремо.

**Епоха рекомбінації:** ядра та електрони зливалися у нейтральні найлегші атоми водню та рідше – гелію, з'явилося реліктове випромінювання. Через 390 тис. р. після ВВ Всесвіт стає прозорим для світла.

До 300 – 400 млн. р. тривали **темні віки**, після яких гравітацією утворилися перші зірки, розподілялась речовина і почали формуватися планети та галактики (**ієрархічна епоха**).

Кілька млрд. р. тому Всесвіт став прозорим для темної енергії, почалася **епоха прискореного розширення**.

Підтвердження ТБВ базується на чотирьох експериментальних фактах:

- розбігання галактик;
- реліктове випромінювання;
- нерівномірна поширеність хімічних елементів у Всесвіті;
- розподіл та еволюція галактик згідно зі спостереженнями.

Космологія має багато прогалин: події до ВВ, процеси планківської епохи, невідома природа темної матерії та темної енергії, чи є межі Всесвіту, причини його інфляції та однорідності, що буде далі тощо.

### 5.3. Мегасвіт. Основні космогоністичні уявлення

**Космогонія** (від грец. κόσμος – «світ» і γονή – «народження») – наука про походження і розвиток космічних тіл та їх систем.

У світі найбільших масштабів відстані вимірюються в **астрономічних одиницях** (середня відстань від Землі до Сонця, 150 млн. км), **світлових роках** (відстані, що проходить світло протягом 1 р.,  $9,46 \cdot 10^{15}$  м) та **парсеках** (відстанях до об'єкта, річний паралакс якого дорівнює одній кутовій секунді). **Паралакс** (віл грец. *παράλλαξι* – «зміна») – зміна положення видимого об'єкта відносно віддаленого фронту залежно від положення спостерігача).

**Туманності** – ділянки міжзоряного середовища, де утворюються зоряні системи. Складаються вони з газу, пилу та плазми. В області простору зі щільністю речовини, більшою за певне критичне значення, виникають потужні гравітаційні поля. Газопилова хмара (глобула) стискається, температура всередині зростає, виникає **протозоря** і починає світитися. З підвищенням температури і тиску починаються термоядерні реакції синтезу гелію з водню – вона стає **зорею** (масивною газовою кулею, що випромінює світло через внутрішні термоядерні реакції; утримується силами власної гравітації та внутрішнім тиском).

Залежно від значення температури, зорі поділяються за кольором на спектральні класи: O, B, A, F, G, K, M (від найгарячішого блакитного до найхолоднішого червоного).

Час життя зорі визначається масою і складом (**діаграма Герцшпрунга-Рассела**): у більших він коротший (від сотень тис. р. до млрд. р.).

Після вичерпання водню зірка починає перетворювати гелій у кисень, вуглець, потім їх – у складніші елементи, і так до заліза. Коли ядро стає повністю металічним – термоядерні реакції припиняються. (Природні хімічні елементи до заліза є результатом життєдіяльності зір, а після – продуктом вибуху). Внутрішній гравітаційний тиск починає перевищувати зовнішній, і зоря колапсує у **червоний (супер)гігант** (зовнішня поверхня розширюється, охолоджується і червоніє).

Подальший розвиток визначається масою зірки:

- звичайна зоря → червоний гігант → планетарна туманність → білий карлик;
- масивна зоря → червоний супергігант → наднова → нейтронна зоря (або чорна діра).

**Планетарні туманності** утворюються при скиданні зовнішніх шарів червоних гігантів, складаються з іонізованого газу і **білого карлика** – надщільної зорі без термоядерної реакції в центрі.

**Наднава (супернова)** – різке раптове збільшення світності зорі у результаті або повторного запалювання термоядерних реакцій у ядрі виродженої зірки, або раптового гравітаційного колапсу ядра масивної зірки.

Після вибуху наднової її оболонка скидається, а в результаті надпотужного стиску у її центрі утворюється щільна **нейтронна зоря**.

**Чорні діри** – області простору-часу, де гравітаційне притягання настільки велике, що вирватися звідти не може навіть світло; обмежені горизонтом подій. Стати ними можуть лише надмасивні зорі.

**Галактики** (від давньогр. γάλα, γάλακτος – «молоко») – гравітаційно зв'язана система зір, зоряних скупчень, газу, пилу і темної матерії, що обертаються навколо спільного центру мас. Вони входять до **кластерів** та **надскупчень галактик**, що чергуються з порожнечами – **войдами**.

**Планетарні системи** – незоряні об'єкти (планети, супутники, астероїди, метеорити, комети та космічний пил), що сформувалися під час спільного зоретворчого процесу і обертаються навколо материнської зорі.

**Планета** (від давньогр. πλανήτης – «мандрівник») обертається навколо зорі, має достатню масу, щоб стати округлою під дією власної гравітації та розчистити свою орбіту, але замалу для початку термоядерних реакцій.

#### 5.4. Чумацький шлях

**Чумацький шлях** (Молочний шлях, ЧШ) – спіральна галактика з перетинкою, що разом з сусідніми Туманністю Андромеди, галактикою Трикутника та карликовими галактиками-супутниками (у нашої це Велика та Мала Магелланові хмари) утворюють Місцеву групу галактик, яка входить до Надскупчення Діви. Приблизний діаметр галактики 30 тис. пк, вона містить 200 – 400 млрд. зірок, більшість яких розміщені у формі плоского диска; має спіральні рукави; в центрі – гіпотетична надмасивна чорна діра.

#### 5.5. Сонячна система

Сонце та його планетарна система (планети земної групи та газові гіганти, супутники, карликові планети, комети, астероїди, транснептунові об'єкти та пил) утворюють **Сонячну систему** (СС), що виникла через 9 млрд. р. після ВВ. Знаходиться посередині між центром і краєм Чумацького шляху, на краю рукава Оріона. Швидкість руху СС ~ 250 км/с, оберт навколо центру галактики (галактичний рік) триває приблизно 200 млн. р.

**Сонце** – центральне наймасивніше (99,866%) тіло СС, зоря класу G, третього покоління, внутрішні запаси палива якої розраховані на 10 млрд. р.

У процесі формування СС легші елементи сонячним промінням вибивалися на периферію, тому планети поділилися на внутрішні земної групи (Меркурій, Венера, Земля, Марс) та газові гіганти (Юпітер, Сатурн та льодові гіганти Уран, Нептун). Останні значно більші, холодніші, мають велику кількість супутників.

**Меркурій** є найближчою до зорі та найменшою планетою СС, доба на ньому триває довше року, і спостерігається найбільший добовий перепад температур.

Найгарячішою планетою СС є **Венера** через надщільну атмосферу, багату вуглекислим газом; має геологічну активність.

**Марс** менший від Землі, має червоний колір поверхні через оксид заліза в ґрунті, найбільшу серед планет СС гору (вулкан Олімп, 21,2 км) та два супутники (Деймос поступово віддаляється від Марсу, а Фобос – падає на нього).

За Марсом простягається **пояс астероїдів** (залишків формування СС, що не змогли об'єднатися у велике тіло через гравітаційне збурення Юпітера). **Веста** є найбільшим астероїдом СС. **Цереру** класифіковано як **карликову планету** (небесне тіло, що обертається навколо Сонця, тобто не є супутником іншої планети, має достатню масу, але не домінує на своїй орбіті).

Газовий гігант **Юпітер** є найбільшою планетою СС зі значним магнітним полем та вітрами на поверхні. Має 67 відкритих супутників, найвідомішими з яких є схожі на планети земної групи **Ганімед** (найбільший супутник СС, більший за Меркурій), **Калісто**, **Іо** (через близькість до Юпітера має бурхливу вулканічну активність) та **Європа** (має льодовий панцир, під яким гіпотетично можливе існування життя).

Відомий великою системою кілець **Сатурн** має найменшу густину з усіх планет СС та понад 60 супутників. Найвідомішими є **Титан** (має моря, океани з рідкого метану та густу атмосферу) та **Енцелад** (має гейзерну вулканічну активність з викидами води та льоду, що дещо послаблює іоносферу Сатурна).

**Уран** має нахилена на  $98^{\circ}$  до площини орбіти вісь обертання. На **Нептуні** спостерігаються найпотужніші вітри, він супроводжується



астероїдами – троянцями Нептуна (найбільший супутник **Тритон** геологічно активний з гейзерами рідкого азоту).

**Транснептунові об'єкти** – небесні тіла СС, що обертаються навколо Сонця на відстані, більшій, ніж радіус орбіти Нептуна (30 а.о.), утворюють пояс Койпера та Хмару Оорта.

**Пояс Койпера** – область з малих тіл СС від орбіти Нептуна до ~55 а.о., складається в основному з летких речовин, льоду, метану, аміаку. Містить карликові планети **Плутон, Хаумеа, Макемаке, Ерида**.

**Хмара Оорта** – гіпотетична сферична область навколо СС, що є джерелом довгоперіодичних **комет** (від давньогр. κομήτης – «косматий») – невеликих небесних тіл з криги, каменю та пилу, що обертаються навколо Сонця по витягнутих еліптичних орбітах, а при наближенні до нього утворюють хвіст з газу та пилу.

## 5.6. Планета Земля

**Земля** (лат. Terra, грец. Γαῖα) – третя планета від Сонця, є найбільшою і найщільнішою з внутрішніх планет; заселена живими організмами, має гідросферу та вільний кисень в атмосфері. Утворилася біля 4,6 млрд. р. тому.

Її природний супутник **Місяць** з'явився 4,36 млрд. р. тому після нелобового зіткнення протопланети Геї з протопланетою Теєю.

## 5.7. Освоєння космосу

Батьком космонавтики вважається К. Ціолковський, що на поч. ХХ ст. описав використання реактивних ракет для польотів у космос.

У 1957 р. запущено перший штучний супутник Землі. У 1961 р. відбувся перший політ людини в космос – Ю. Гагарін на кораблі «Восток-1»), а у 1965 р. О. Леонов вийшов у відкритий космос. У 1969 р. Н. Армстронг ступив на поверхню Місяця (місія «Аполлон-11»).

Дослідження космічного простору та небесних тіл ведеться через пілотовані та автоматичні космічні апарати, телескопи (зокрема Хаббл, 1991 р.) і має неабияке значення: у метеорології (передбачення погоди, стихійних явищ), наукові дослідження, використання у зв'язку, передаванні інформації та для навігації.

Наразі неабиякий інтерес у людства викликає освоєння Марса та процеси штучного терраформування, чому і присвячена значна кількість досліджень.

## 6. Хімічна картина світу

**Хімія** (найімовірніше походить від араб. *كيميا*, що означає «чорний», «чорна земля» (Єгипет); також вірогідно: давньогр. *χρμος* – «сік рослин», «волога», «смак», *χρμα* – «сплав (металів)», «потік», *χρμευσις* – «перемішування») – важлива й одна з найбільших галузей природознавства; наука про речовини, їх склад і структуру, властивості, перетворення (хімічні реакції), а також про закони та закономірності, які ці перетворення підпорядковують.

### 6.1. Історія хімії

Хімія бере свої початки ще з глибокої давнини з відкриття людиною можливостей вогню перетворювати природні матеріали. Розвивалася вона досить неоднорідно, тому умовно можна виділити такі періоди:

#### 1. Період алхімії (до XVI ст.)

- Греко-єгипетський,
- Арабський,
- Західноєвропейський.

#### 2. Період зародження наукової хімії (XVI-XVIII ст.)

#### 3. Період відкриття основних хімічних законів (перші 60 р. XIX ст.)

#### 4. Сучасний період (з 60-х р. XIX ст. дотепер)

Батьківщиною алхімії вважається Єгипет, а основними її цілями були: пошук філософського каменя, створення еліксиру довголіття та перетворення неблагородних металів у благородні (срібло та золото).

Алхіміки проводили безліч дослідів, зробили багато відкриттів, що дало поштовх зародженню нової науки. Для становлення алхімії неабияку роль відіграло філософське вчення Емпідокла (V ст. до Р.Х.), згідно з яким усі елементи світу складаються в залежності від пропорцій лише з чотирьох основних: повітря, води, вогню та землі.

На той час було відомо сім планет і стільки ж металів, що дало підстави створити астрологічні зв'язки між ними. «Смарагдові скрижалі» (III ст.) стали класичним довідником з алхімії того часу, авторство якого часто приписують богу Гермесу Трисмегісту.

Пізніше алхімічна практика стала переслідуватися як через страх знецінення золота, так і через становлення християнства.

Після захоплення Єгипту арабами у VII ст. їх халіфи стали підтримувати науку, додавши до слова «хімія» арабське «аль». Все ще тривали спроби утворити золото та пошук еліксиру безсмертя.

Європейцям арабську алхімію принесли хрестові походи. Далі вона знайшла протекцію в астрології та отримала статус таємної науки, розвиваючись майже при кожному заможному дворі того часу.

Протягом XVI-XVIII ст. відбувалося зародження наукової хімії. Ключову роль у переході від алхімії до нової науки, зокрема **ятрохімії** (від. давньогр.  $\text{ιατρος}$  – «лікар»), аналога сучасної фармакології, зіграла постать Парацельса та заміна людських цінностей багатства на здоров'я та лікування.

До середини XIX ст. хімія розвивалася безладно і хаотично. Відкривалися різні елементи, описувалися їх властивості та можливість вступати в реакції з іншими хімічними елементами. Поступово накопичився значний обсяг матеріалу, тому постала гостра проблема упорядкувати його у певну систему.

У 1860 р. пройшов перший хімічний конгрес у м. Карлсруе (Німеччина), де було сформульовано базові теорії та закони, і хімія виокремила себе у повноцінну науку.

## 6.2. Основні хімічні закони

У XVII ст. на хвилі наукової революції хіміки зацікавилися теорією горіння, створили теорію флогістону (горючі речовини складаються з цієї субстанції), яку спростував М.В. Ломоносов.

Спостерігаючи за подібними процесами, А. Лавуазьє встановив: маса не з'являється і не зникає, а тільки переходить з однієї речовини в іншу – **закон збереження маси**, базовий для становлення хімії починаючи з XIX ст.

Дж. Дальтон відкрив **закон кратних відношень** (при з'єднанні двох елементів у різних пропорціях, залежно від яких утворюється абсолютно нова сполука) і створив основи теорії атома, а Є.Я. Берцеліус розділив речовини на органічні та неорганічні, ввів позначення елементів, які наразі є загальноприйнятими.

О.М. Бутлеров створив **теорію хімічної будови**: характеристики речовини визначаються не тільки тим, що за атоми та в якій кількості входять до складу її молекули, а й порядком сполучення між собою – хімічною будовою молекули.

### 6.3. Періодичний закон Д.І. Менделєєва

Спроби систематизувати відомі хімічні елементи були задовго до Д.І. Менделєєва (роботи Дж. Дальтона, Є.Я. Берцеліуса), проте саме йому після понад 20 років роботи це вдалося у 1869 р. Вчений відкрив один з фундаментальних законів природи – **періодичний закон хімічних елементів**. На той час було відомо лише 62 елементи, а Менделєєв розділив їх за зміною валентності на періоди, залишаючи вільні місця для ще не відкритих. Таким чином він передбачив не лише існування невідомих тоді елементів, а й дав їм характеристики. Така форма таблиці виявилася зручною та допомогла стрімкому розвитку хімії та суміжних дисциплін.

Наразі періодичний закон формулюється так: властивості елементів знаходяться в періодичній залежності від величини заряду ядра атома. Останній визначає порядковий номер елемента в системі, розташованого за зростанням (H, He, Li,...). **Період** – рядок таблиці, **групи** елементів зі схожими хімічними властивостями – вертикальні стовпчики. Характеристики елементів чергуються і всередині груп закономірно через періодичні повторення конфігурацій зовнішніх атомних електронних оболонок. Таблиця Менделєєва містить 118 верифікованих елементів. Нові елементи синтезуються штучно і є нестабільними.

### 6.4. Структура хімії

Сучасна хімія є дуже великою галуззю природознавства, а багато її розділів є самостійними науковими дисциплінами.

Залежно від класу досліджуваних речовин хімія поділяється на **органічну та неорганічну**. **Фізична хімія** (включно з **квантовою хімією, електрохімією, хімічною термодинамікою, хімічною кінетикою**) пояснює сутність хімічних явищ на основі фізичних принципів і експериментальних даних, з'ясовує їх загальні закономірності.

Способами визначення хімічної структури речовин займається **аналітична хімія**. **Колоїдна хімія** є повноцінним самостійним розділом. Промислове перероблення природних продуктів та синтез нових вивчає **хімічна технологія**.

На межі з іншими природничими науками виникли **радіохімія, біохімія, хемоінформатика, агрохімія, геохімія, радіаційна хімія, фотохімія** та ін.

## **6.5. Прикладні завдання сучасної хімії**

Важливим питанням, на яке спрямована науково-дослідна діяльність, є виявлення способів управління властивостями речовини, зокрема, для пошуку джерел доставки ліків та синтезу нових лікарських засобів.

Наразі виробнича діяльність людини направлена на виготовлення речовин з заданими властивостями (скляна сталь, прозорий бетон), отримання легких надміцних матеріалів, матеріалів з ефектом самолікування, розробка нових речовин для побуту і харчової промисловості (істівний пластик).

Серйозним завданням є вирішення екологічних проблем, зокрема очищення навколишнього середовища: перероблення відходів та сміття, знаходження альтернативних джерел енергії, створення покриттів для захисту матеріалів від впливу погодних умов, вологи тощо.

## **6.6. Хімія в житті людини**

Роль хімії в житті людини неможливо переоцінити: без неї не можуть існувати паливно-енергетичний комплекс, транспорт, будівництво, зв'язок, військова справа, криміналістика, електроніка, сфера побуту (фарби, косметика, парфуми, засоби особистої гігієни, побутова хімія), аграрний комплекс (добрива, засоби боротьби зі шкідниками), харчова промисловість (харчові добавки), медицина та фармакологія.

Для збереження здоров'я необхідно дотримуватися елементарних правил: слід уважно читати склад та інструкцію з використання перед застосуванням, а за можливості обирати натуральні продукти, особливо в харчуванні; правильно зберігати та завжди варто стежити за терміном придатності косметичних засобів, побутової хімії та ліків, адже з часом або під впливом зовнішніх чинників може змінюватися хімічний склад (можуть утворюватися шкідливі сполуки); не рекомендується змішувати різні речовини через ймовірні хімічні реакції між ними. Особливо важливо зайвий раз обережати дітей та домашніх тварин від контакту з хімічними засобами.

## 7. Геологічна картина світу

**Геологія** (від грец. *γῆ* – «земля» і *λογος* – «наука») – галузь природознавства; комплекс наук про оболонку Землі, її склад, процеси, рухи та історію формування.

### 7.1. Історія геології

Як самостійна наука геологія сформувалася у XVIII ст. Умовно історію розвитку можна виділити такі періоди:

1. донауковий період розвитку геологічних знань (до сер. XVIII ст.);
  - становлення людської цивілізації (до V ст. до Р. Х.);
  - античний період (V ст. до Р. Х. – V ст.);
  - середньовічний період (V ст. – XV ст.);
  - епоха Відродження (XV ст – сер. XVIII ст.);
2. науковий період (з сер. XVIII ст. – до XIX ст.);
  - перехідний період (II пол. XVIII ст.);
  - героїчний період (I пол. XIX ст.);
  - класичний період (II пол. XIX ст.);
  - критичний період (до 1960-х рр.);
  - новітній період (60-90-ті рр. XX ст.);
  - сучасний період (кін. XXст. дотепер).

У давнину відбувалося накопичення емпіричних знань про мінерали, руди для створення знарядь праці. Велися спостереження за природними геологічними процесами, зокрема природними катаклізмами.

Дедукційна (логічні міркування без експерименту) натурфілософія з'являлися у давніх греків: уявлення про геологічні процеси у працях Арістотеля, Теофраста (IV ст. до Р. Х.). Страбон (I ст.) висував ідеї про причини формування островів.

Пояснення природних процесів поділялося на концепції **нептунізму** (все породила вода) та **плутонізму** (все зародилося від вогню).

У середні віки скам'янілості та останки трактувалися як слід біблійського Всесвітнього потопу (**делювіальна теорія**, від лат. *delio* – «потоп»). Бурхливо розвивалася наука на Сході. Найвизначніші праці XI ст. Аль-Біруні та Ібн Сини (Авіценни) про походження мінералів, гірських порід, їх класифікацію, принцип суперпозиції шарів землі.

У XV ст. відбувається перехід від ремісництва до мануфактурного виробництва, починається епоха великих географічних відкриттів. Леонардо да Вінчі досліджував річкові долини та **ерозію** (від лат. *erosio* – «роз'їдання»; руйнування гірських порід та ґрунтів водними потоками).

Трактатом Агріколи (Г. Бауер, XVI ст.) «Про гірничу справу та металургію» користувалися у Європі понад 200 р. У XVII ст. сформульовано **базові принципи стратиграфії та тектоніки** Н. Стенсена.

Батьком геології вважається Дж. Хаттон, що описав формування Землі під дією сил тяжіння та внутрішнього тепла за законами фізики й хімії.

Перехід до наукового етапу пов'язаний з появою **біостратиграфічного методу** В. Сміта (визначення відносного геологічного віку осадових гірських порід через викопні рештки) на поч. XIX ст. Ж. Кюв'є, батько палеонтології, запропонував теорію катастроф, коли вимирає більшість фауни, що поділило історію на низку етапів з певними властивостями.

У «героїчному» періоді висунуто гіпотезу «кратерів підняття» (утворення гір), яку замінила концепція контракції (стискання через охолодження Землі), підтверджена Е. Зюссом.

У кін. XIX ст. висувалися ідеї горизонтального пересування материків. А. Вегенер, «складаючи» материки до купи, висунув гіпотезу про Пангею (загальну землю). Велике значення мали вчення про складчасті області – **геосінклінали** (від грец. sinklino – «нахиляти») та платформи.

У «критичному» етапі створено оболонкову модель будови Землі, концепцію контракції замінено теорією **тектонічних літосферних плит**, яку підтвердив розвиток сейсмічної томографії (від давньогр. τομή – «переріз»).

Для новітнього періоду властиві застосування глибоководного буріння, спостереження з космосу. Досліджувалися залишкові намагніченості порід, розвивалися методи комп'ютерних обчислень. Наразі користуються глобальною **геодинамічною моделлю** Землі та планет земної групи.

## **7.2. Класифікація геологічних наук та основні принципи**

Сучасна геологія – це складний комплекс наук, що містить понад сто дисциплін та суміжних наук.

До наук про земну кору входять: **мінералогія** (від лат. minera – «руда»; вивчає походження і класифікацію мінералів), **петрологія** (від грец. πέτρος – «камінь»; досліджує гірські породи), **структурна геологія**. Сучасними геологічними процесами займаються **тектоніка** (від давньогр.

тектонікí – «будова»), **вулканологія**, **геокріологія** (від грец. – «холод», «лід»; вивчає мерзлі шари літосфери), **сейсмологія**. Прикладними науками є **гідрогеологія** (про підземні води) та **геологія корисних копалин**.

Науками про історичну послідовність геологічних процесів є **стратиграфія** (від лат. stratum – «шар» і давньогр. γράφω – «писати»; наука про визначення відносного віку порід), **історія геології** (фіксує дані про важливі події на Землі), **палеонтологія** (від давньогр. παλαιοντο – «давня істота»; вивчає вимерлі організми, реконструює їх життя).

Принципи геології: **актуалізм** (геологічні сили завжди працюють подібно), **первинної горизонтальності** (осад залягає горизонтально), **суперпозиції** (у непорушених порід вищі є молодшими), **послідовності** (в один період живуть ті самі організми), **неперервності** (матеріал рівномірно заповнює доступний об'єм), **січних взаємин** (визначення відносного віку).

### 7.3. Будова Землі

Земля має форму **геоїда** (від давньгр. γῆ – «Земля» та εἶδος – «куля») – опуклої замкненої поверхні, дотична в кожній точці якої перпендикулярна до напрямку сили тяжіння.

Планета складається з сферичних шарів. Зовнішня тверда оболонка – **земна кора** (континентальна та океанічна), товщиною від 5 до 70 км. **Літосфера** (від грец. λίθος – «камінь») – це земна кора та в'язкий верхній шар мантиї **астеносфери**. Завдяки в'язкості утворюються тріщини земної кори і відбуваються горизонтальні та вертикальні рухи літосферних плит. Літосфера з астеносферою утворюють **тектоносферу**. Між **нижньою мантиєю** та ядром є також послабляючий шар D<sub>2</sub>, де виплавляється залізо. Мантийні процеси керують переміщенням літосферних плит, формуванням кори; вони вплинули на появу **гідросфери** та **атмосфери**. **Ядро** за сейсмологічними даними складається з рідкого зовнішнього (постійно конвектує, та разом з обертанням призводить до існування магнітного поля Землі) та твердого внутрішнього.

### 7.4. Геохронологічна шкала

**Геохронологічна (стратиграфічна) шкала** – геологічна часова шкала історії Землі, що показує відносний вік шарів осадових порід.

**Еон** (від давньогр. αἶών – «вік», «епоха») – найбільший інтервал часу шкали; виділений на основі появи органічних залишків в осадових



породах. Виділяють **Катархей, Архей, Протерозой** (об'єднані в **супереон Докембрій**, де існували м'якотілі організми, що не залишили жодних слідів у осадових породах) і **Фанерозой** (від давньогр. φανερός – «явний»), ζωή – «життя»).

Еони поділяються на **ери** (окрім Катархею), відділеними одна від одної граничними еволюційними подіями – глобальними вимираннями; відповідають часу утворення гірських порід, які складають групу.

Ери (окрім архейських) поділяються на **періоди**, що відповідають інтервалу геологічних відкладів однієї системи.

Періоди складаються з **епох**, інтервалів часу відкладання товщі гірських порід, що формують геологічний відділ, часто носять назви на честь власних назв географічних об'єктів.

Епохи іноді поділяються на **геологічні доби (віки)** – періоди часу, за які відкладалися геологічні яруси.

**Катархейський еон** (від грец. κατάρχαος – «нижчий за найдавніший») починається з утворення Землі приблизно 4,56 млрд. р. тому. Планета була порівняно холодним однорідним космічним тілом з температурою не вище температури плавлення її речовини. 4,36 млрд. р. тому утворився Місяць, що тоді знаходився суттєво ближче, а доба тривала приблизно 6 год. Спостерігалися постійні астероїдні дощі, формувалися океан та атмосфера.

4 млрд. р. тому розпочався **Архей** (від давньогр. ἀρχαῖος – «давній»), у якому зародилося життя на Землі.

### 7.5. Завдання сучасної геології

Важливим завданням науки є пояснити та попередити катастрофічні процеси на поверхні Землі та в її надрах, уберегти населення від загроз.

Сьогодні жодне серйозне проектування та будівництво не може обійтися без інженерної геології (визначається конструкція, оптимальний тип фундаменту, глибина його закладання, близькість підземних вод тощо).

Життєдіяльність людства потребує відкриття родовищ корисних копалин, нафти, газу та підземних вод.

Наукове значення геології: пояснити причини появи та влаштування світу, зокрема утворення Місяця, зародження життя на Землі, циклічність кліматичних змін.

## 8. Біологічний світ

**Біологія** (від давньогрек. βίος – життя, λόγος – наука) – одна з найважливіших галузей природознавства; система наук, спрямована на вивчення життя в усіх його проявах та на всіх рівнях організації, дослідження істот, що коли-небудь існували на Землі, встановлення взаємозв'язку живої природи з неживою.

### 8.1. Історія біології

Концепція сучасної біології виникла в XIX ст., проте її окремі дисципліни зародилися набагато раніше з медицини та натуральної історії.

Умовно в розвитку біології можна виокремити такі періоди:

1. період практичних донедаукових знань (до XV ст.);
2. описовий період (з XV – до сер. XIX ст.);
3. розвиток біології (сер. XIX ст. – сер. XX ст.);
4. сучасний період (з сер. XX ст. дотепер).

Перший медичний трактат створений у Давній Греції в V ст. до Р. Х. Алкмеоном, що практикував розтини людей з метою знайти місце інтелекту. Батьком медицини вважається Гіппократ, з ім'ям якого пов'язана школа та 60-томник V – IV ст. до Р. Х. – «Гіппократівський корпус». Гален (II ст. до Р.Х.) зробив значний внесок у анатомію та фізіологію.

Натуральну історію започаткував Арістотель, давши опис багатьом тваринам; зробив спроби системної класифікації. Його учень Теофраст намагався класифікувати рослини, їх будову та властивості.

У середні віки біологія існувала лише в руслі релігійно-філософських поглядів. Проте, розвивалися арабські медицина, наука та філософія (VIII – XIII ст.). Авіценна (Ібн Сина) ввів поняття клінічних досліджень та фармакології, а його «Канон лікарської науки» до XVII ст. був настільною книгою європейських медиків.

За епохи Відродження відбувся значний прогрес у натуральній історії та фізіології. А. Везалій (XVI ст.) зі своїми послідовниками замінили середньовічні схоластичні підходи (панування теології) експериментом – розтином. Працельс у сфері алхімії виділяв ліки. Географічні відкриття сприяли розвитку науки, розширювалися знання про рослини та тварини.

З появою у XVII ст. мікроскопу Р. Хук відкрив живу **клітину** (від лат. cellula – «келія»), структурно-функціональну одиницю живих

організмів з характерними метаболізмом та репродукцією. А. ван Левенгук дослідив мікроорганізми (інфузорії, бактерії), еритроцити та сперматозоїди.

К. Лінней (XVIII ст.) заснував сучасну систематику, створив власну класифікацію рослин і тварин, ввівши поняття **виду**.

Першу цілісну концепцію еволюції створив Ж. Ламарк (поч. XIX ст.). Розвиток палеонтології (Ж. Кюв'є), виникнення клітинної теорії (Т. Шванн і М. Шлейден) та ембріології (І. І. Мечніков) сприяли становленню теорії еволюції Чарльза Дарвіна, основою якої є **природний добір**.

Л. Пастер став одним з основоположників мікробіології. Г. Мендель відкрив **закони спадковості**, що передували становленню сучасної генетики.

О. Флемінг відкрив лізоцим (антибактеріальний людський фермент, 1922 р.) та виділив пеніцилін (1928 р.), що потім врятувало не одне життя.

З сер. XX ст. у біології активно почали застосовуватися методи фізики, хімії, математики, комп'ютерних обчислень. Розвинулися різні біологічні дисципліни, зокрема генетика (ідея про генетичний код Г. Гамова).

За К. Везе біологія XXI ст. базується на еволюційних поглядах (**синтетична теорія еволюції**) та поясненням вищих форм матерії через закономірності у нижчих.

## 8.2. Структура біології

Сучасна біологія – це складний комплекс фундаментальних і прикладних наук про живу природу, що містить багато дисциплін.

Тварин та їх взаємозв'язок з навколишнім світом вивчає **зоологія** (від давньогр. ζῷον – «тварина»); рослини, гриби та водорості – **ботаніка** (від давньогр. βοτάνικός – «той, що відноситься до рослин»); віруси, бактерії, грибки і найпростіших – **мікробіологія**.

Розрізняють **анатомію** (від грец. ἀνα – «згори» і τέμνω «різати»; вивчає структуру організмів та їх частин на вищому за клітинний), **фізіологію** (вивчає органи, їх системи та загальні життєві функції), **гістологію** (від грец. ἵστός – «тканина»; вивчає будову тканин живих організмів), **цитологію** (від грец. κύτος – «клітина»; наука про живі клітини, їх складові та функціонування), **молекулярну біологію** (розділ про біологічні процеси на рівні нуклеїнових кислот та білків).

**Екологія** (від давньогр. οἶκος – «домівка») досліджує взаємодію живих організмів між собою та навколишнім середовищем. Цілеспрямованим внесенням змін до живих організмів з метою управління їх властивостями займається **біоінженерія**. Значною галуззю біології є **генетика** (від грец. γενετικός – «той, що породжує»), наука про гени.

**Біоніка** – прикладна галузь, що використовує біологічні структури та методи для розробки інженерних рішень.

### 8.3. Життя

**Життя** – особлива активна форма існування матерії, вища за її фізичну та хімічну форми; макромолекулярна відкрита система, що характеризується низкою властивостей, що відділяють його від неживого: **складна впорядкована структура**, **метаболізм** (обмін енергією та речовинами), **подразливість** (реагування на навколишній світ), **репродукція** (відтворення собі подібних), **спадковість** (потік інформації між поколіннями), **мінливість** (основа еволюції; поява нових ознак в процесі репродукції), **онтогенез** (від давньогр. ὄν – «буття»; індивідуальний розвиток), **філогенез** (від грец. φύλον – «рід», «плем'я»; еволюційний розвиток) та **приспосованість** до свого середовища існування.

У вчених виникають суперечки щодо того, чи живі **віруси** (від лат. virus – «отрута») – неклітинні організми, що відтворюються лише всередині живих клітин.

Живому характерна **ієрархічна організація** за такими рівнями: молекулярний, клітинний, тканинний, органний, організмовий, популяційно-видовий, біогеоценотичний та біосферний.

### 8.4. Теорії походження життя

Питання походження природи та свого місця в ній завжди цікавили людство, тому багатовікові дослідження розвинули різні концепції виникнення життя на Землі.

**Теорія креаціонізму:** всі живі організми (або тільки найпростіші їх форми) були в певний період часу створені надприродною істотою (божеством, абсолютною ідеєю, вищим розумом, вищими цивілізаціями та т.п.). Креаціонізм можна прийняти лише на віру, бо його не можна експериментально перевірити чи спростувати, тобто не можна розглядати з точки зору науки.

**Теорія стаціонарного стану:** Всесвіт існує завжди і в ньому завжди існує життя, що переноситься з планети на планету «насінням життя», складовим комет і метеоритів (панспермія). Теорія суперечить даним сучасної астрофізики і не пояснює механізм первинного виникнення життя, відсуваючи його за часом у нескінченність.

**Теорія панспермії** – гіпотеза про появу життя на Землі в результаті занесення з космічного простору так званих «зародків життя». Вона не вирішує проблеми походження життя, а лише виносить її за межі Землі.

Теорія **абіогенезу** (спонтанне перетворення неживої природи у живу; утворення органічних сполук поза організмом без участі ферментів) існувала ще у Давньому Єгипті, Вавилоні та Китаї на протитвагу креаціонізму.

**Віталізм** (від лат. *vitalis* – «життєвий») – теорія, що стверджує існування у живих організмів надприродної життєвої сили (не суперечить креаціонізму). Ф. Реді висунув концепцію **біогенезу** (життя виникає з живого), яку емпірично довів Луї Пастер, цілком спростувавши концепції життєвої сили та спонтанного зародження.

У 1924 р. О.І. Опарін створив теорію виникнення життя з абіотичних компонентів (зародження у **первинному бульйоні** органічних речовин), що пізніше була підтверджена експериментом С. Міллера та Г. Юри 1953 р., що імітував умови прадавньої Землі.

Існувала дилема, що виникло раніше: білки чи нуклеїнові кислоти (складні високомолекулярні полімери; ДНК та РНК). Для синтезу нуклеїнових кислот необхідні ферменти білків, а для синтезу білків – нуклеїнові кислоти. Виявилося, що РНК була першою молекулою, яка набула здатності самовідтворюватися та каталізувати хімічні реакції (Теорія РНК світу К.Везе).

Загальноприйнятими є уявлення про **LUCA** (Last universal common ancestor) – гіпотетичну протоклітину, що мала достатню кількість властивостей для метаболізму та перенесення генетичної інформації. Внаслідок **ендосимбіотичних взаємодій** (поглинання простіших клітин для вигідного співіснування) ускладнювалася структура та функції клітин.

## 8.5. Еволюція життя

З появою приблизно 3,8 млрд. р. тому першої живої істоти почалася еволюція життя на Землі. З'явилися анаеробні археї та бактерії і почали виділяти кисень.

У **Протерозойському еоні** (від давньогр. – «старший», і ζωή – «життя») життя спочатку зосереджувалося в морях. Раптове збільшення кисню в атмосфері спричинило **кисневу катастрофу** (анаеробні організми змінилися аеробними), що, послабивши парниковий ефект, призвело до **Гуронського зледеніння** (~300 млн. р.). З'явилися **еукаріоти** (від давньогр. εὖ – «добре» та κάρυον – «ядро»), багатоклітинні організми. Утворений озоновий шар дозволив виходити організмам з води. З'явилися примітивні хордові.

**Фанерозойський еон** почався 541 млн. р тому і триває досі; складається з трьох ер: Палеозой, Мезозой і Кайнозой («давнє», «середнє» і «нове життя» відповідно).

**Палеозойська ера** (541 – 252 млн. р. тому; ділиться на Кембрій, Ордовик, Силур, Девон, Карбон, Перм). Раптове збільшення різноманіття живих організмів – **кембрійський вибух**. У морі переважають трилобіти. З'явилися перші ґрунтові безхребетні, зароджуються мінеральні скелети. Лишайники ростуть на суші. З'являються сухопутні членистоногі. Понад 60% морських безхребетних вимерли – **ордовицьке вимирання**.

У **девонському періоді** болотисті береги поросли примітивною флорою. З'явилися павуки, скорпіони, меганеври (гігантські бабки). В **карбонівому періоді** вирувало різноманіття рослинності, що стала основою для утворення кам'яновугільних родовищ. Спекотний вологий клімат змінився на льодовиковий період.

У **пермському періоді** клімат був прохолодний і сухий, що призвело до появи пустель, переважання папороті та хвойних. Внаслідок здатності регулювати температуру тіла рептилії збільшилися за розміром й розселилися по всій суші. Утворився суперконтинент Пангея та океан Панталаса. За **пермського вимирання** зникло 95% усіх живих істот, проте виникли перші яйцекладні ссавці.

**Мезозойська ера** (252 – 66 млн. р. тому; ділиться на Тріас, Юру, Крейду) – час глобального потепління. У **тріасовому періоді** відбулася **мезозойська морська революція** – збільшення кількості хижаків, що витісняють малорухомі істоти. Пангея розпадається на Лавразію і Гондвану. Домінують голонасінні ліси, з'являються динозаври (від давньогр. δεινός – «страшний» та σαῦρος – «ящур»). **Тріасове вимирання** знищує половину відомих видів істот того часу, що призводить до домінування динозаврів.

У **юрському періоді** динозаври збільшуються за розмірами і розселяються по всій Землі. У воді стають поширені амоніти (головonoгі молоски). З'являються першоптахи, комари та перші плацентарні ссавці.

**Крейдовий період** є епохою гігантів (гігантозаври, аргентинозаври, торозаври та хижі тиранозаври). Виникли сучасні плазуни, комахи. Континенти розпалися на ті, що зараз. **Крейдове вимирання** (66 млн. р. тому) – вимирання динозаврів, морських рептилій, птеродактилів, амонітів.

**Кайнозойська ера** (66 млн. р. тому – дотепер; ділиться на Палеоген, Неоген та Четвертинний період). На материках формуються свої унікальні досконаліші флора і фауна. З'явилися вищі покритонасінні рослини, злакові, домінантне положення зайняли ссавці.

**Палеогену** (66 – 23 млн. р. тому) характерні тропічний клімат, багато лісів, поява предків багатьох сучасних тварин. Найбільшими тваринами того часу стали травoїдні ссавці, людиноподібні мавпи. Клімат ставав прохолодніший, почала замерзати Антарктида (36 млн. р. тому), в Азії утворюються степи (25 млн. р. тому), у рослинності панують злаки.

У **Неогені** (23 – 2,6 млн. р. тому) ссавці освоюють ще й моря і повітря, домінують плацентарні. З'являються **гомiніди** (людиноподібні).

У **Четвертинному періоді** (**Антропоген**; 2,6 млн. р. тому – наш час, складається з епох Плейстоцену та Голоцену) сформувався сучасний рельєф, з'явилась людина (~ 40 тис. р. тому). У **Плейстоцені** вимерло багато великих ссавців, льодовикові епохи чергувалися з відносно теплими. **Голоцен** – міжльодовиковий час, триває ~ 12 тис. р, останні 7 тис. яких активно розвивається людська цивілізація. Неофіційно виділяють сучасну епоху – **антропоцен**, де діяльність людини відіграє важливу роль у біогеоценозі (екосистемі) Землі.

## 8.6. Сучасна біосфера

**Біосфера** – оболонка Землі, заселена живими організмами (Е. Зюсс, 1875 р.); містить частини атмосфери, гiдросфери та літосфери, її межі збігаються з межами поширення живих організмів (**біостромою**). Вчення про біосферу розробив В.І. Вернадський.

Як оболонка біосфера є неперервною: жодна складова не може бути відділеною без глобальних наслідків знищення цілого. З часом стійкість значно порушується, що пояснюється впливом людства.

Наразі досліджується створення автономної позаземної біосфери за допомогою **терраформування** (ідеї освоєння Марсу, Місяця, верхніх шарів атмосфери Венери). Проте всі відомі спроби були невдалими.

Діяльність людства відсунула настання циклічного льодовикового періоду на багато тисяч років, впливає на зміну клімату. За останні 50 р. популяції диких тварин у всьому світі скоротилися на дві третини. Антропоцен може охарактеризуватися як шосте масове вимирання.

### **8.7. Прикладні завдання сучасної біології**

Основними завданнями сучасної біології є, в першу чергу, врятувати людство від хвороб та епідемій, розвинути транспланталогію та медицину. Людство цікавлять питання вічного життя і молодості, можливість варіювати власну зовнішність, зовнішність майбутніх дітей, відкидати спадкові хвороби та мутації.

Важливим питанням, на яке спрямована науково-дослідна діяльність, є походження світу, життя та як його поширювати за межі Землі.

Наразі відомо близько 9 родин вірусів, завдяки яким вчені сподіваються лікувати ракові пухлини. Механізм у цілому полягає в генетичній модифікації вірусу так, щоб на нього не діяла імунна система, і він міг зв'язуватися з раковими клітинами, ефективно їх вбиваючи.

На основі імунної системи бактерій створено технологію редагування геномів вищих організмів CRISP-Cas9 (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats). При потраплянні в бактерію, вірус детектується Cas-білками, які можуть видаляти вірусну ДНК, захищаючи клітину від інфекції.

Розвивається клонування (від давньогр. κλών – «гілочка»), зокрема для вирощування внутрішніх органів, клітин з виробленням інсуліну тощо.

У сучасних біотехнологіях вдосконалюються нові методи секвенування – отримання формального опису структури молекули.

Гостро стоїть проблема подолання голоду, стійкості та якості урожаю, тому з метою отримання нових властивостей, адаптованості до певних умов та наукових досліджень, вивчається генна модифікація організмів через внесення штучних змін до генотипу. Клінічні дослідження показують, що генетично модифіковані організми не більше шкідливі, ніж традиційні селекційні (від лат. selection – «вибір», «добрір») методи.



## 9. Наука і непізнане

### 9.1. Антропогенез

**Антропогенез** (від грецьк. *Ανθρωπος* – «людина», *γενεσις* – «виникнення») – походження та еволюція всіх видів людей, що досліджується в біологічній, психічній і соціокультурній сферах. Вивченням займаються антропология, палеоантропология, лінгвістика, генетика та ін.

### 9.2. Таємниці людської свідомості

Сучасна наука розглядає людину як складну цілісну систему, що поєднує біологічну і соціальну складові.

Люди і тварини складаються з тих самих білків і нуклеїнових кислот, мають подібні функції й поведінку тіла, їх ембріони проходять подібні стадії, збережені рудиментарні органи. Однак, людина може мислити абстрактно, узагальнювально, понятійно, логічно, тоді як тварина – конкретно. Людина має мову і здатна змінювати світ під себе.

Відокремленню давньої людини від природи сприяло становлення її прямоходіння, розвиток мови, передавання накопиченого досвіду між поколіннями, удосконалення праці та суспільних відносин. Послабилась залежність від зовнішнього середовища, розвинулось абстрактне мислення і з'явились мистецтво та примітивні релігії; еволюція людини набула соціального характеру. Процес антропогенезу завершився з припиненням видоутворень людей, а соціальна еволюція базується на розвитку інтелекту та доцільній діяльності.

Перевага людини закріплена у матеріальній основі розуму – мозкові, в якому з еволюцією збільшується впорядкованість окремих структурних ансамблів та центрів, що об'єднують функції у складні поведінкові реакції. Будова ансамблів нервових клітин мозку та їх зв'язки програмується генетичним апаратом, але спадково передається лише потенційна здатність набувати мовних та інших навичок, тобто генетичні можливості реалізуються лише за умови постійного навчання і старанності.

**Свідомість** – це здатність мислити, розмірковувати й визначати свою причетність до реальності; вища форма нервової діяльності. **Розум** – вміння доцільно застосовувати знання, акумульовані за допомогою **інтелекту** (від лат. *intellectus* – «сприйняття») – можливість навчатися, накопичувати й систематизувати інформацію, бачити логічний зв'язок.

Для оцінки розвиненості інтелекту тварини вводиться приблизна характеристика – **коефіцієнт енцифалізації** (EQ), що характеризується відношенням маси мозку тварини до маси тіла. Для людини середній показник становить 7,44. Серед тварин лідирують дельфін Афаліна (5,31) та слон (5,25). Шимпанзе має показник 2,48, а собаки, коти та кролі – 1,17, 1,15 та 0,4 відповідно.

### **9.3. Антропний принцип розвитку Всесвіту**

**Антропний принцип** (АП) – принцип, за яким людство існує тому, що Всесвіт саме такий, який є.

АП створює новий напрям досліджень, акцентує увагу на питаннях, які раніше не бралися до уваги: які властивості Всесвіту забезпечують існування людини, чому Всесвіт саме такий, яка роль людини у Всесвіті.

Сильний АП стверджує, що фундаментальні параметри Всесвіту саме такі, що на певному етапі еволюції мали з'явитися спостерегіачі. Поява людини – це закономірний результат розвитку навколишнього світу. Якби його властивості були іншими, то б інтелект не зміг виникнути та існувати.

### **9.4. Позаземні цивілізації**

Людство завжди цікавила проблема існування інших всесвітів, позаземних цивілізацій. Проте воно не має технологій пошуку життя, лише пошуку цивілізацій, існування яких не доведено, але статистично можливе.

Сонячна система не єдина у світі: лише в одній нашій галактиці існують сотні мільярдів зірок, навколо яких обертаються планети (екзопланети), спостерігаються мільярди галактик, розміщених на значних космічних відстанях.

У 1960 р. Ф. Дрейк записав формулу розрахунку числа позаземних цивілізацій, з якими є шанс вступити в контакт.

З одного боку, існує достатньо аргументів, що у Всесвіті має існувати значна кількість технологічно розвинених цивілізацій. З іншого, відсутні будь-які підтвердження. Такий парадокс показує, що наразі або розуміння природи людством є неправильним, або його спостереження неповні та помилкові (парадокс Е.Фермі).

## 10. Синергетика

### 10.1. Становлення постнекласичної картини світу

Класичну й некласичну картини світу поєднує напрям на вивчення **простих систем**, тобто замкнутих, ізольованих, оборотних у часі.

Проте більшість **реальних систем** є **відкритими** (можуть обмінюватися з навколишнім світом енергією, речовиною, інформацією), **нелінійними** (мають складні нелінійні характеристики), **дисипативними** (від лат. dissipatio – «розсіювати»; ті, що втрачають енергію), **необоротними** та **нерівноважними** (перебувають далеко від термодинамічної рівноваги). Тому постає питання про орієнтування у складному і нестабільному світі, про природу складного і закони його функціонування та розвитку, про можливість передбачувати поведінку складних систем тощо.

**Синергетика** (від давньогр. συν – «спільний» і ἔργον – «діяльність») – міждисциплінарна наука; вивчає складні системи, процеси самоорганізації, умови появи, стійкості та розпаду структур та їх систем різної природи; започаткували Г. Хакен та І.Р. Пригожин. Основне її завдання – виявити та дослідити загальні закономірності процесів самоорганізації відкритих систем різної природи (фізичних, хімічних, біологічних, технічних, соціальних, інформаційних та ін.), їх структури та функціонування.

### 10.2. Хаос і упорядкованість у природі

**Хаос** (від давньогр. χάινω – «розкриватися») – цілковита плутанина, безлад; первинний стан Всесвіту, протилежність упорядкованого «космосу». Прикладами є турбулентні потоки, аритмія серця, процеси в атмосфері, біологічні популяції, комунікаційні системи в суспільстві. Визначальною особливістю є чутливість до початкових умов – «**ефект метелика**» – незначні зміни в початковому стані системи викликають ланцюг подій, що веде до великомасштабних змін.

**Ентропія** (від давньогр. ἐν – «у» та τροπή — «перетворення», «поворот») – міра невпорядкованості системи, частина енергії системи, яку не можна використати для виконання роботи. У замкнених системах ентропія не може зменшуватися.

Закони термодинаміки передбачають, що з часом Всесвіт втрачатиме енергії й не зможе підтримувати складні структури, які розпадатимуться на менші простіші. Проте, не враховано гравітацію, а дослідження в

біології показали, що еволюція призводить до збільшення рівня організації та поєднання різноманіття форм матерії. Процеси у нелінійних системах мають пороговий характер (за плавної зміни зовнішніх умов поведінка системи змінюється стрибкоподібно), а система, що почала самоорганізовуватися, протидіє руйнівній дії середовища. Хаос породжує порядок.

### 10.3. Самоорганізація складних систем

За S-теоремою Климонтовича для процесів самоорганізації діє закон зменшення ентропії: якщо за початок відліку стану хаотичності вважати рівноважний стан, то при віддаленні від нього значення ентропії зменшується. Дискретність виникає з неперервності.

Переломні моменти самоорганізації – точки **біфуркації** (від лат. bifurcus – «розгалужений», «подвоєний»), поблизу яких спостерігаються значні **флуктуації** (від лат. fluctuation – «коливання»), випадкові відхилення від середньої величини) та чутливість до випадкових факторів, відбувається конкуренція **фракталів** (від лат. fractus – «подрібнений», самоподібна структура) – боротьба за виживання в нових зовнішніх і внутрішніх умовах, де перемагає найадаптованіша система.

Вважається, що система самоорганізується, якщо вона без зовнішньої специфічної дії набуває певної часової, просторової, або функціональної структури (комірки Релея-Бенара, реакція Білоусова-Жаботинського тощо).

Синергетика створює моделі для різних галузей науки (однотипні рівняння працюють як в фізиці, так і біології, соціології, економіці), дозволяє сформувати принципово нову картину світу, використовуючи нові уявлення, дати відповіді на багато фундаментальних питань.

### 10.4. Взаємозв'язок природничих наук

Як необхідний етап синтезу знань та диференціації наук, при дослідженні природи сформувались окремі природничі науки. Це обумовлено необхідністю охопити якомога більше та різноманітніше число об'єктів пізнання та глибшого вивчення їх деталей.

Але природа – це цілісний унікальний, багатогранний, складний, самостійний організм. Вона єдина, тому і наукове уявлення про неї має бути єдиним. Ці функції і виконує **природознавство**.

## 11. Інформаційний світ

**Інформаційне суспільство** (від лат. *informātiō* – «роз'яснення», лат. *informare* – «надавати форми», «уявляти») – **концепція постіндустріального суспільства**, фаза еволюційного розвитку цивілізації, коли інформація та знання синтезуються в єдиному просторі, а населення переважно займається виробництвом, зберіганням, опрацюванням та передаванням інформації.

### 11.1. Історія розвитку комунікацій

Історично визначальними поштовхами для розвитку комунікацій стали поява мови, поява писемності, винайдення книгодрукування, винайдення електронних засобів масової комунікації, розвиток та доступність інтернету.

У давнину для інформування на великі відстані застосовували барабани, гінців, голубину пошту, «крикунів», пізніше їх замінили стовпами диму від вогнищ і вже в кін. XVIII ст. **оптичним телеграфом** (передавання інформації за допомогою світлових сигналів). Для зниження впливу погодних умов та підвищення надійності, з розвитком електрики та магнетизму почали застосовувати **електричні телеграфи** (сер. XIX ст.). Винайдено азбуку Морзе (1843 р.), поступово вдосконалювалася та автоматизувалася технічна сторона пристроїв.

У 1876 р. навчилися передавати людську мову – винайшли **телефон** (А.Г. Белл). Поступово створювалися телефонні лінії, будувалися станції у містах та поза їх межами, розвивався стільниковий зв'язок. Перший мобільний телефон представлений у 1973 р. М. Купером.

Авторство бездротової передачі інформації за допомогою **радіохвиль** надають кільком винахідникам, зокрема Г. Марконі (патент 1865 р.) та О.С. Попову (широко застосовував для флоту).

Після запуску першого **штучного супутника** Землі у 1957 р. почалася активна розробка та використання орбітальних пристроїв для передавання широкого спектру сигналів.

З 70-х р. XX ст. провідне місце серед ліній зв'язку зайняли **оптоволоконні**, що використовують поширення світлового випромінювання через оптичне волокно. Їх перевагами вважаються мале згасання сигналу (потребує меншу кількість підсилювачів), дуже висока його швидкість та надійність, малі габарити та високий ступінь захисту; недоліками – крихкість при надмірному вигинанні, складність з'єднання,

висока собівартість, втрата прозорості з часом. Оптоволоконні лінії зв'язку є незамінними для міжконтинентальних телекомунікаційних сполучень (магістралей).

З 90-х р. XX ст. набуває поширення мережа **Інтернет**. Наразі понад 50% населення Землі є її користувачами, а передача даних здійснюється через комп'ютерні мережі, супутники, радіосигнали, кабельне телебачення, телефонні лінії та мережі мобільного зв'язку.

Великі надії покладаються на розвиток **квантових ліній зв'язку**, що гарантує найнадійніший ступінь захисту інформації; базуються на квантовій заплутаності (квантові стани двох і більше об'єктів є взаємозалежними навіть на великих відстанях).

## **11.2. Аналогові й цифрові системи передавання/зберігання інформації**

**Аналогові дані** – це величини, що можуть приймати будь-яке значення з певного діапазону, розповсюджуються неперервно і зазнають значного спотворення і накладання шумів. Серед недоліків виокремлюють малий ступінь захищеності та передавання зайвої інформації.

**Цифрові (дискретні) дані** – величини, що приймають точні значення із заданої множини. Сигнали передаються у закодованому вигляді, тому мають вищий ступінь захисту, доступна багатоканальність та краща якість.

## **11.3. Інформаційний вибух**

Інформаційна революція впливає на усі без винятку сфери людського життя. XXI ст. – сторіччя інформації, де саме вона стала головною цінністю та визначає вектор розвитку суспільства.

Сучасні засоби комунікації дозволяють підтримувати постійний зв'язок на великих відстанях, мати легкий доступ до потрібної інформації.

Негативним фактором є інформаційне перевантаження людей, що призводить до когнітивних та психологічних розладів, швидкого виснаження та до проблем зі здоров'ям. Посилюється інформаційне забруднення, медіакратія (влада ЗМІ), тероризм, перекручування фактів, маніпуляція суспільною думкою та інформаційні війни.

Варто пам'ятати, що приватні дані, розміщені в інтернеті, завжди можуть легко стати загальнодоступними.

## 12. Світ майбутнього

**Футурологія** (від лат. futurum – «майбутнє» та грец. λόγος – «наука») – наука про прогнозування майбутнього та створення оптимальних стратегій. Своїми методами використовує екстраполяцію (наближення поза відомим інтервалом даних) реальних економічних, соціальних та технологічних тенденцій, або передбачення майбутніх тенденцій.

### 12.1. Обчислювальна техніка

Розвиток обчислювальної техніки стимулювала необхідність у швидких та точних розрахунках. Понад 4 тис. р. тому таким приладом була рахівниця, пізніше абак (рахункова дошка), арифмометр Шиккарда. Перша механічна обчислювальна машина виникла у сер. XVII ст. (Б. Паскаль). Двома століттями пізніше з'явилася аналітична машина Ч. Беббіджа. Перший програмно контрольований комп'ютер побудований у 1941 р. К. Цузе.

В 50-х р. XX ст. існувало перше покоління комп'ютерів – гігантських машин на вакуумних електронних лампах. При заміні останніх на транзистори у 60-х р. прийшло друге покоління. Третє покоління з'явилося при появі інтегральних схем. З 70-х р. – ЕОМ на великих інтегральних схемах, поява персональних комп'ютерів. Сучасна техніка (п'ятого покоління) розвивається на надвеликих інтегральних схемах та з впровадженням програм штучного інтелекту.

Застосування комп'ютерів охоплює практично всі ланки сучасного життя людей.

### 12.2. Автоматика

**Автоматика** (від грец. αὐτόματος – «самодіючий») – галузь науки та техніки, що розробляє технічні засоби для здійснення технологічних (від давньогр. τέχνη – «мистецтво», «вміння») процесів без участі людини.

**Інформатика** (від інформація та автоматика) – наука про процеси з інформацією за допомогою комп'ютерної техніки.

**Мехатроніка** (від механіки та електроніки) – галузь науки й техніки, що займається проектуванням складних керованих технічних пристроїв.

**Кібернетика** (від грец. κυβερνητική – «мистецтво керманича») – наука про загальні принципи управління в різних системах (біологічні популяції, людство, автоматичні регулятори в техніці тощо). За

В.М. Глушковым це наука про загальні закони отримання, зберігання, передавання та перетворення інформації у складних системах управління. Дж. Нейман ввів поняття клітинного автомата. Як наука кібернетика виникла в 40-х р. ХХ ст. (Н. Вінер).

Сучасна кібернетика поєднує системи управління, теорії електричних кіл, машинобудування, математичного моделювання, еволюційну біологію, неврологію та антропологію.

### 12.3. Інтернет речей

**Інтернет речей (IoT – Internet of Things)** – одна з найпопулярніших концепцій сучасної футурології, яка активно стає реальністю; займається за допомогою інформаційних технологій об'єднанням предметів у мережу для покращення їх функціональності та спрощення життя: всі пристрої будинку, авто (у майбутньому міста) самостійно обробляють інформацію та залежно від неї виконують певні дії. Започатковано в 90-х рр. ХХ ст.

Прилади IoT мають чотири характерні технології: унікальний ідентифікатор, датчики, сенсори для збору даних, інструменти для зв'язку з іншими приладами та вбудований комп'ютер для обробки отриманих даних.

Засобами ідентифікації можуть бути **штрихкоди** (послідовність чорно-білих смуг, якими маркується предмет), **QR-коди** (двовимірний штрихкод), **RFID мітки** (радіочастотні мітки, що дозволяють зчитувати інформацію на відстані й у реальному часі та визначати локацію).

Сучасними проблемами в IoT є розробка єдиної мови комунікації приладів та сенсорів, дотримання єдиних стандартів у галузі, низька безпека та висока собівартість.

У ХХІ ст. кількість підключень предметів до інтернету перевищила кількість осіб. Наразі IoT існує не лише у побуті, а й починає поширюватися на промислові об'єкти IIoT та інтелектуальні будівлі BIoT.

### 12.4. Робототехніка

Людство завжди максимально намагалося спростити своє життя та роботу технічними пристроями, зокрема схожими на людей. За часів античності будували статуї богів з рухомими частинами тіла. За часів Середньовіччя – годинникові механізми з рухомими фігурками.

Автоматичний станок з використаннями перфокарт для нанесення запрограмованих візерунків на тканину, створений Жаккардом у 1805 р,



став поштовхом для розвитку робототехніки. Вагомий внесок зробила наукова фантастика (зокрема праці А. Азімова).

**Робототехніка** (від чес. *robot* – «підневільна праця») – прикладна наука, спрямована на проектування, виробництво та експлуатацію роботів та комп'ютерних систем їх контролю.

На поч. ХХ ст. ведеться багато розробок різних роботів із заданими функціями. А. Тьюрінг у 1936 р. побудував абстрактну обчислювальну машину. З 50-х рр. почала бурхливо розвиватися промислова робототехніка, у 70-х рр. запущено роботів у космос та створено машини з виробництва роботів.

Для ХХІ ст. характерний розвиток андроїдів та гуманоїдів (розумних людиноподібних систем). Роботи використовуються у виробництві, побуті, медицині, космічних та інших наукових дослідженнях, будівництві, військовій справі та рятувальних місіях.

## 12.5. Штучний інтелект

**Штучний інтелект** – галузь науки і технологій; відповідає за створення інтелектуальних машин, що виконують творчі функції, можуть навчатися та самостійно приймають рішення на основі накопиченого досвіду та аналізу ситуації, адаптуючись до неї.

Термін вперше ввели у 1956р. на Дортмудському семінарі. Вчені намагалися створити систему розпізнавання візуальних образів.

У 80-х рр. виникла нова парадигма експертних систем (пошукових та інформаційних). Наразі використовуються різні методи штучного інтелекту, **глибинного навчання** та **аналізу великих даних**. Здійснюються моделювання міркувань, створення інтелектуальних роботів, програмування інтелекту в іграх та системах безпеки.

Виокремлюються такі методи створення штучного інтелекту: логічний, структурний, еволюційний та імітаційний.

**Штучні нейронні мережі** – це штучний аналог біологічної мережі, що використовує механізми функціонування нервової системи тварин і людини та застосовується у розпізнаванні образів, для прогнозування та управління.

Вже відомо понад 200 різних парадигм нейронних мереж.

## **12.6. Вплив інформаційної та кібернетичної революції на суспільство**

Інформаційна та кібернетична революція впливає на усі сфери життя: воно стає комфортнішим, полегшуються умови праці, збільшується інформативність, комунікативність та мобільність.

Проте, варто пам'ятати, що людина постійно піддається шкідливим випромінюванням, інформаційному перевантаженню. Можлива втрата приватної інформації, збирання розвідувальних даних, зокрема за запитами в інтернеті людини, та дистанційне стеження за нею без її відома.

## **12.7. Яка вона – людина майбутнього?**

Відгородившись від багатьох чинників зовнішнього середовища, що обумовлювали характер природного добору, та створивши, фактично, штучне середовище існування, людина суттєво модифікувала природні еволюційні процеси, що формували її сучасний вигляд останні 2 млн р. Тому футурологи передбачають суттєві зміни саме у найближчі сто років.

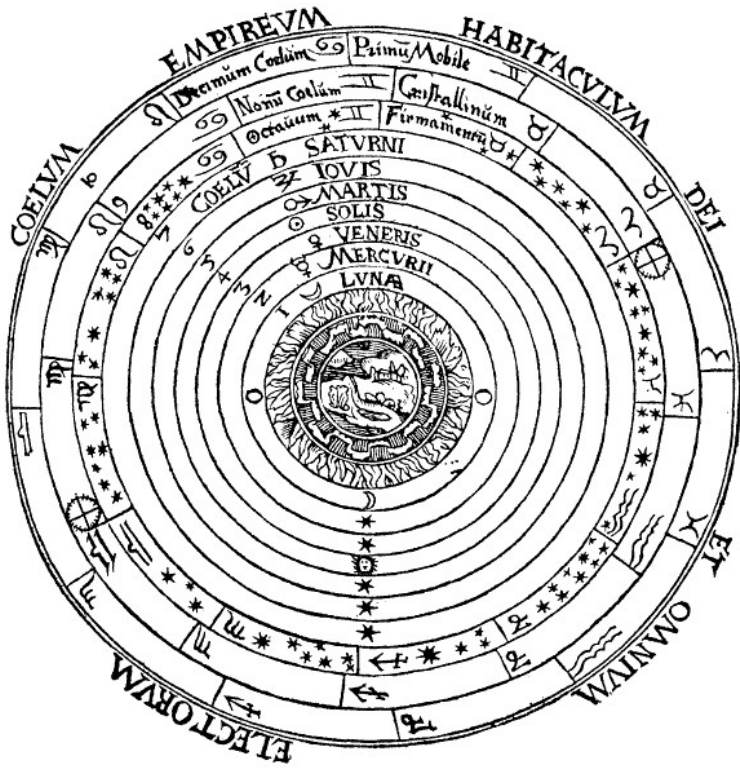
Глобалізація, вільна міграція населення, розвиток ІТ поступово стирають відмінності як у традиціях культур, так і у зовнішніх ознаках, що призведе до **гомогенізації** (усереднення рис обличчя). Через розвиток технологій та медицини існує велика надія на подолання людством хвороб і голоду, збільшення тривалості життя. З'явиться можливість легкої модифікації зовнішності, стиратимуться ознаки старіння.

А як зміниться свідомість людини? Чи зміниться споживацьке ставлення до природи та її ресурсів? Чи припиняться нещадні війни з використанням хімічної, біологічної та ядерної зброї? Лише від людей залежить їх майбутнє, яким воно буде і чи буде взагалі. Тому на поставлені питання кожен сам має собі дати відповіді.

## Література

1. *Висоцький М.В.* Природознавство: науковий образ світу: текст лекцій / М.В. Висоцький – К.: ВПЦ «Київський університет», 2018. – 143 с.
2. *Садохин А.П.* Концепции современного естествознания / А.П. Садохин – М.: Юнити-Дана, 2006. – 448 с.
3. *Гусейханов М.К.*, Концепции современного естествознания. 6-е изд., перераб. и доп. / М.К Гусейханов, О.Р. Раджабов – М.: Дашков и К, 2007. – 540 с.
4. *Карпов Я.С.* Концепції сучасного природознавства: підручник / [Я.С. Карпов, В. В. Кисельник, В. Г. Кремень та ін.] – К.: Професіонал, 2004. – 496 с.
5. *Максимов О.С.* Історія хімії: підручник / О.С. Максимов, Т.О. Шевчук. – Мелітополь : Люкс, 2010. – 288 с.
6. *Хокинг С.* Кратчайшая история времени / С. Хокинг, Л. Млодинов; пер. с англ. Б.Оралбеков. – СПб.: Амфора, 2011. – 180 с.
7. *Хаин В.Е.* История и методология геологических наук / В.Е. Хаин, А.Г. Рябухин, А.А Наймарк. – М.: 2008. – 416 с.
8. *Грицик В.* Екологія довкілля. Охорона природи: навчальний посібник / В. Грицик, Ю. Канарський, Я. Бедрій. – К.: Кондор, 2009. – 292 с.
9. *Верхратський С.А.* Історія медицини / С.А.Верхратський, П.Ю Заблудовський.– Київ: Вища школа, 1991. – 432 с.
10. *Simonetta A.M.* Short history of biology. From the origins to the 20th century / A.M. Simonetta. – Firenze University Press, 2003. – 475 p.
11. *Еськов К.Ю.* Удивительная палеонтология. История Земли и жизни на ней / К.Ю. Еськов. – М.: ЭНАС, 2008. – 312 с.
12. *Марков А.* Рождение сложности. Эволюционная биология сегодня: неожиданные открытия и новые вопросы / А. Марков. – СПб.: Астрель: Corpus, 2010. – 527с.
13. *Романова И.* Теория хаоса или порядок через флуктуацию / И. Романова // Наука и инновации. – 2009. – № 12(82). – С. 28-31.
14. *Анісімов І.О.* Синергетика: підручник / І.О. Анісімов. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2014. – 551 с.
15. *Пригожин И.* От существующего к возникающему / И. Пригожин; пер. с англ. Ю.Л. Климонтович. – М.: КомКнига, 2006. – 296 с.

Schema huius præmissæ diuisionis Sphærarum.



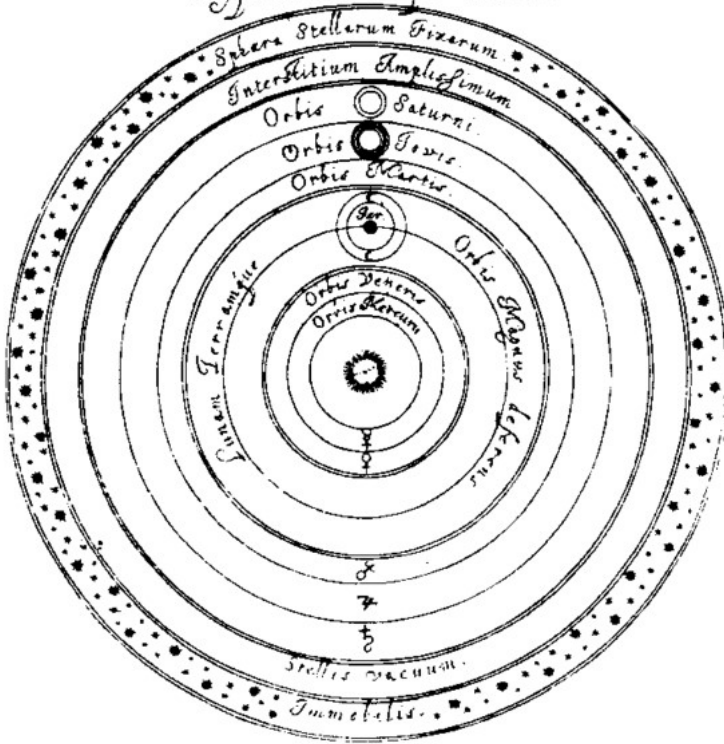
## Зміст

|   |    |
|---|----|
| Програма курсу «Науковий образ світу» ..... | 3  |
| Вступ .....                                 | 6  |
| Історія розвитку науки в Європі .....       | 10 |
| Матерія .....                               | 12 |
| Фізична картина світу.....                  | 15 |
| Мегасвіт.....                               | 19 |
| Хімічна картина світу.....                  | 26 |
| Геологічна картина світу.....               | 30 |
| Біологічний світ .....                      | 34 |
| Наука і непізнане .....                     | 41 |
| Синергетика .....                           | 43 |
| Інформаційний світ.....                     | 45 |
| Світ майбутнього .....                      | 47 |
| Література .....                            | 51 |

**Теми для самостійної роботи**

1. Історія розвитку науки в арабському світі.
2. Наукова думка стародавніх Індії та Китаю.
3. Вплив електромагнітного поля на людину.
4. Великий адронний колайдер.
5. Просторово-часовий континуум.
6. Обмеженість природних ресурсів. Альтернативні види енергії.
7. Взаємозв'язок сонячної активності й соціальних збурень.
8. Найвідоміші комети.
9. Подорож людини на Місяць.
10. Загадкові об'єкти космосу (пульсари, квазари, чорні діри).
11. Історія відкриття хімічних елементів.
12. Матеріали з незвичайними властивостями.
13. Харчові добавки та їх вплив на організм людини.
14. Геологічні методи дослідження.
15. Гідрометеорологічна діяльність.
16. Палеонтологічні методи вивчення еволюції.
17. Найдавніші види людей та їх доля.
18. Клонування: історія, проблеми та перспективи.
19. Технології редагування генів.
20. Робота мозку людини.
21. Нетрадиційна медицина та її наслідки.
22. Історія винайдення радіо.
23. Все про мережу Інтернет.
24. Розвиток мобільного зв'язку. Еволюція телефонів.
25. Принцип роботи GPS.
26. Робота з великим масивом даних (Big Data Analysis).
27. Екологічні проблеми сучасного світу та шляхи їх розв'язання.
28. Перспективи терраформування.
29. Засоби масового впливу.
30. Епоха цифрових технологій.
31. Приховані наркотики XXI ст.
32. Уявлення письменників фантастів про майбутнє землян.
33. Внесок українських учених у світову науку.

*Hypothæsis Copernicana.*



Навчальне видання

**ДОВІДНИК З КУРСУ  
«НАУКОВИЙ ОБРАЗ СВІТУ»**

Підписано до друку 16.03.2018. Формат 60x84 1/16  
Папір офсетний. Друк цифровий. Гарнітура: Times.  
Ум. друк. арк. 3,26. Тираж 150 прим.

Видавництво «Вік принт»  
вул. Кулібіна, 11-а, оф. 204, м.Київ, 03062  
тел./факс: 206-08-57

Свідоцтво про внесення до Держресстру  
серія ДК № 4650 від 06.11.2013 р.