

**Олександр Мельник  
Олександр Лобода**

# **ІСТОРІЯ НАУКИ І ТЕХНІКИ**

**НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Олександр Мельник  
Олександр Лобода**

## **ІСТОРІЯ НАУКИ І ТЕХНІКИ**

**Навчальний посібник**

**Мелітополь  
2018**

**УДК 93:[001+62] (075)**

**М 48**

Рекомендовано до друку вченою радою  
Таврійського державного агротехнологічного університету  
(протокол № 10 від 29 травня 2018 р.)

**Рецензенти:**

**О. М. Любовець** доктор історичних наук, заступник директора з наукової роботи Державної наукової установи "Енциклопедичне видавництво";

**Л. С. Червінський** доктор технічних наук, професор кафедри електропривода та електротехнологій Національного університету біоресурсів і природокористування України

**Мельник О. О.**

**М 48**

Історія науки і техніки: Навчальний посібник / О. О. Мельник, О. І. Лобода / – Мелітополь: ФО-Одноріг Т. В., 2018. – 304 с. [іл.]

**ISBN**

Навчальний посібник охоплює 7 тем навчальної програми дисципліни "Історія науки і техніки" У посібнику викладено основні напрями розвитку світової історії науки і техніки від створення та удосконалення перших знарядь праці, технології їх виготовлення до оволодіння силами природи завдяки технічним винаходам та науковим відкриттям.

Проблеми розвитку науки і техніки привертають увагу фахівців різних галузей науки, оскільки наука і техніка в сучасному суспільстві досягли такого розвитку, коли крім досягнень, додають людям відчуття стурбованості і навіть страху за своє майбутнє.

У процесі вивчення дисципліни студенти отримують знання з історії прирощення наукових знань у межах окремих галузей природничих, гуманітарних, соціальних, технічних наук.

Навчальний посібник "Історія науки і техніки" призначений для здобувачів рівня вищої освіти "Бакалавр".

**ISBN**

**УДК 93:[001+62] (075)**

© Мельник О. О., 2018

© Лобода О. І., 2018

## ПЕРЕДМОВА

Сучасна людина добре розуміє, що наука та техніка відіграють сьогодні головну, вирішальну роль. Проте так було не завжди. У світових релігіях наука довгий час повністю відхилялася, оскільки вважалося, що у їх догматах знання перекладалося на вищі сили. Ця точка зору була панівною до початку Нового часу, хоча переслідування видатних вчених, які претендували на зміну наукової картини світу продовжувалося і пізніше. Так, у XVII ст. Свята інквізиція переслідувала Г.Галілея та було спалено живцем Д. Бруно. Але проти нових винаходів і наукових відкриттів крім церкви нерідко виступали, як представники світської влади так і прості люди, які вбачали у новому загрозу своїй владі, або втраті роботи. Сучасне розуміння ролі науки прийшло лише в епоху Просвітництва, коли у Франції було створено першу Академію за фінансової підтримки короля Людовика XIV.

На початку XIX ст. у зв'язку з промисловою революцією оформлюється теорія, яка стверджувала, що всі явища та процеси підкоряються законам, подібним законам механіки, і коли ці закони будуть відкриті, прогрес науки вирішить всі проблеми людства.

Нові відкриття та винаходи швидко змінювали життя людей. Формується індустріальне суспільство, яке приходить на зміну традиційному. Згодом йому на зміну приходить "постіндустріальне", а далі "інформаційне". Сьогодні навіть важко уявити, як далеко заведе людство подальший прогрес науки і техніки, оскільки великі прориви в їх розвитку пов'язані з військовими технологіями. Історія науки і техніки свідчить, що будь які прориви в науці та технологіях стоять на плечах попередніх поколінь вчених та винахідників. Проте підготовка майбутніх фахівців у вищому технічному навчальному закладі не повинна обмежитися лише професійною складовою, а містити і гуманітарну. Кожен з випускників має відчувати особисту відповідальність не тільки за долю своєї країни та її народу, а й за подальший розвиток цивілізації, за стан природного середовища, в якому житиме людство.

Навчальний посібник "Історія науки і техніки" розкриває процес розвитку науки і техніки в історичному вимірі відповідно до періодизації людської історії. Безумовно, охопити науково-технічні досягнення людства протягом всієї історії його існування в одному посібнику неможливо, але він дає загальні уявлення про ці процеси. Додаткові знання студент може отримати з видань, які розкривають історію окремих галузей науки і техніки та біографії видатних науковців і винахідників.

Посібник призначений для студентів всіх спеціальностей, викладачів, усіх, хто цікавиться історією науки і техніки.

## РОЗДІЛ 1 НАУКА І ТЕХНІКА ДОІНДУСТРІАЛЬНОГО СУСПІЛЬСТВА

### Тема 1. Теоретичні та методологічні основи історії науки і техніки.

#### 1.1. Мета, завдання, предмет та основні поняття курсу історії науки і техніки.

#### 1.2. Техніка, технології та зародження наукових знань у доцивілізаційну добу.

#### 1.1. Мета, завдання, предмет та основні поняття курсу історії науки і техніки.

Набуття у 1991 р. Україною незалежності зумовило нагальну потребу побудови нової, незаідеологізованої громадянської історії України, в тому числі об'єктивної національної історії науки України, на тлі розвитку світової науки, з широким використанням джерельної та архівної бази, відшуканням і введенням у науковий обіг нових і напівзабутих імен та фактів.

Історія науки і техніки є самостійною галуззю історичної науки, і становлення її почалося лише наприкінці XIX століття, коли у 1892 р. вперше у Франції з'явилась самостійна кафедра історії науки.

**Мета вивчення дисципліни** - ознайомлення студентів (з подальшим їх самостійним обмірковуванням) з історією прирощення наукових знань у межах окремих галузей природничих, гуманітарних, соціальних, технічних наук відповідно до певних історичних етапів розвитку науки і культури в цілому з метою опанування інтелектуальним багатством світової наукової культури, яке зберігається в історії людства і на якому ґрунтується сучасна наука.

#### **Завданнями дисципліни є:**

- розкрити закономірності розвитку науки і техніки в діахронно-синхронному вимірі з найдавніших часів до сьогодення, встановити етапи розвитку науки і техніки та надати визначальні ознаки кожного з них;
- визначити місце науки і техніки в суспільному житті та окреслити їхню роль в історичному поступі людської цивілізації, показати органічний взаємозв'язок природничих, технічних та соціогуманітарних наук для усвідомлення цілісності науки як соціокультурного феномену;
- використати новітні здобутки історії науки і техніки у викладанні курсу "Історія науки і техніки" та ознайомити студентів із доробком провідних наукових центрів у галузі історії науки і техніки в Україні;
- донести до студентів розуміння специфіки інтелектуальної наукової та інженерної діяльності, показати роль особистості вченого в науково-технічному прогресі людства;
- прищепити майбутнім спеціалістам навички самостійного аналізу історичних джерел і наукової літератури, уміння самостійного осмислення закономірностей розвитку історії науки і техніки, сприяти виробленню у студентів умінь застосовувати набуті знання у повсякденній діяльності, насамперед у власній науково-дослідній роботі.

- розглянути основні напрями науково-технічної діяльності ТДАТУ та доробок провідних учених університету.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати**:

- базові поняття історії науки;
- визначення наукового знання та його особливих характеристик;
- історичні етапи розвитку науки та їх особливості, загальний соціокультурний контекст історичних етапів розвитку науки.

**Вміти:**

- володіти навичками реконструкції історичного минулого науки;
- аналізувати конкретні історичні етапи в розвитку науки з точки зору їх основних досягнень та персоналій; характеризувати окремі галузі науки (природничі, соціально-гуманітарні, технічні) як історичний процес виникнення, становлення, нагромадження та істотного оновлення знань;
- порівнювати розвиток окремих наук на конкретному історичному етапі з метою виявлення зв'язків у різних галузях.

**Предметом курсу "Історія науки і техніки"** є дослідження та аналіз фактів наукового знання, історія життя і творчості науковців, матеріальне втілення наукових і технічних знань в конкретні історичні пам'ятки та процес отримання наукових і технічних знань від виділення людства з тваринного світу до сучасності.

**Методами дисципліни** є як загальні методи гуманітарних, технічних, природничих наук, так і спеціальні: історичний, статистичний, моделювання, кількісний.

**Поняття "наука"** має декілька значень, з одного боку, наука - це динамічна система достовірних, найбільш суттєвих знань про об'єктивні закони розвитку природи, суспільства та мислення. Знання виступають продуктом науки і в той же час її матеріалом, який знову залучається до наукової діяльності для отримання нових знань. При цьому знання про навколишній світ можуть бути звичайними, буденними і науковими. Наукові знання відрізняються від звичайних послідовністю, систематичністю, а також тим, що створюють нові поняття, закони і теорії. Наукові знання не тільки розкривають і пояснюють нові явища в природі, суспільстві чи господарській практиці, а й дозволяють вдосконалювати людську діяльність, передбачати її результати і наслідки.

**Наука** - не тільки система наукових знань, які пояснюють навколишній світ, але й засіб його вимірювання та перетворення. Вона впливає на пізнання природи людиною не через емоційне сприйняття, а шляхом систематизованої логічної взаємодії інтелекту, природи і суспільства.

Як галузь людської діяльності, наука є складним соціальним інститутом, який сформувався у процесі розподілу праці, поступового відмежування розумової праці від фізичної і перетворення пізнавальної діяльності в специфічний вид занять окремих осіб, колективів та установ. Але остаточне становлення науки як сфери діяльності відбулося тоді, коли почали створюватися спеціальні наукові установи, частину з яких фінансувала держава.

Наука як діяльність людей включає такі процеси:

1) формування знань, що відбувається внаслідок спеціально організованих наукових досліджень;

2) передавання знань, що виникає внаслідок комунікацій вчених та інших осіб, зайнятих науково-дослідною роботою. Комунікації можуть бути як формальними (наукові монографії, описи винаходів, матеріали наукових зібрань, форумів, конференцій, симпозіумів, наукові звіти, дисертації), так і неформальними (листування, бесіди, обмін препринтами, відбитками статей, а також поширені в теперішній час електронні журнали, електронна пошта, електронні конференції);

3) відтворення знань, що полягає у підготовці наукових кадрів, формуванні наукових шкіл.

**Об'єктом науки** виступають природа і форми руху матерії, людське суспільство в його розвитку, людина та її діяльність.

**Суб'єктами науки** є люди, що мають певну кількість знань і готові до наукової діяльності.

Суть науки розкривається в її функціях.

- Пізнавальна функція науки - це вияв найбільш суттєвих знань про закони розвитку природи, суспільства і мислення та їх взаємозв'язок.
- Критична функція науки полягає в оцінці виявлених закономірностей, властивостей, тенденцій з метою підсилення позитивних сторін явищ, процесів і усунення негативних. З цими функціями пов'язана і практична, яка полягає у вдосконаленні оточуючого світу, особливо системи матеріального виробництва і суспільних відносин.

Як відомо, в розвитку будь-якої держави поєднуються три типи технологій: доіндустріальні, індустріальні та постіндустріальні. В доіндустріальних та індустріальних технологіях провідна роль належить матеріальним ресурсам, праці та способам їх поєднання у технологічному процесі. У постіндустріальних або мехатронних технологіях чільне місце займають знання й інформація. Саме останні галузі розвиваються в 5-10 разів швидше. Тому наука і "високі" технології стають величезною продуктивною силою суспільства.

Основою формування науки як системи знань виступають принципи - певні ключові, вихідні положення, перший ступінь систематизації знань. Так, загальним принципом усіх досліджень служить принцип діалектики - розглядати усі явища й процеси у взаємозв'язку і русі як у просторі, так і в часі.

**Наукові закони** - це твердження, які відображають необхідні, суттєві, стійкі і повторювані об'єктивні явища та зв'язки у природі, суспільстві і мисленні. Закони носять об'єктивний характер, існують незалежно від волі і свідомості людей. Пізнання законів - завдання науки, яке стає основою перетворення людьми природи і суспільства. Існує три основних групи законів: специфічні або часткові, загальні, тобто характерні для великих груп явищ, наприклад, закон збереження енергії, і всезагальні або універсальні.

**Наукова теорія** - найвищий ступінь узагальнення і систематизації знань. Під теорією розуміють систему основних ідей, положень, законів у тій чи іншій галузі знань, яка дає цілісне уявлення про закономірності та класифікацію. Слід

відзначити, що з бурхливим розвитком науки народжуються нові знання, які доповнюють і об'єднують різні галузі наук.

У найбільш загальному вигляді всі галузі наукових знань об'єднують у три групи: знання про природу (математика, фізика, хімія, біологія, географія та ін.); знання про суспільство (економічні науки, історичні, правові та ін.); знання про мислення (філософія, логіка, психологія та ін.). Якщо мова йде саме про науки, цю класифікацію можна видозмінити і поділити всі науки на наступні укрупнені групи: природничі науки (математика, фізика, хімія, біологія та ін.); технічні науки - система знань про цілеспрямоване перетворення природних сил і процесів у технічні об'єкти; медичні науки; суспільні науки (економіка, соціологія, політологія, правові науки, демографія та ін.); гуманітарні науки (історія держави, історія мистецтва, церкви, теологія, мовознавство і літературознавство, філософія, логіка, психологія та ін.).

Процес розгалуження, народження нових "гілок" на "дереві науки" називається диверсифікацією наук. Розгалуження наук сприяє їх переплетенню, взаємопроникненню, інтеграції. Результатом інтеграції стали такі відомі науки, як біохімія, математична статистика, інженерна генетика тощо.

Загалом в Україні прийнято виділяти наступні основні галузі наук: фізико-математичні, хімічні, біологічні, геолого-мінералогічні, технічні, сільськогосподарські, історичні, економічні, філософські, філологічні, географічні, юридичні, педагогічні, медичні, фармацевтичні, ветеринарні, мистецтвознавство, архітектура, психологічні, соціологічні, політичні, інші.

За характером своєї спрямованості і відношенням до суспільної практики науки поділяються на фундаментальні і прикладні.

Фундаментальні науки направлені на пізнання основ і об'єктивних законів розвитку природи, суспільства та мислення взагалі. Їх основна мета - пошук істини, яку потім можна застосовувати у різного роду дослідженнях як у самих фундаментальних науках, так і у прикладних. До фундаментальних наук належать математика, окремі розділи фізики, хімії, філософія, економічна теорія, мовознавство та інші.

Прикладні науки, розвиваючись на базі фундаментальних, розробляють шляхи і методи застосування та впровадження у практику результатів фундаментальних досліджень. До прикладних наук належать всі технічні науки, більша частина медичних, економічних наук та ін. В теперішній час майже кожна укрупнена галузь науки поєднує в собі фундаментальні і прикладні науки.

**Зміст поняття "техніки"** історично трансформується, відбиваючи розвиток способів виробництва і засобів праці. Первинне значення слова мистецтво, майстерність - означає саму діяльність, її якісний рівень. Згодом поняття техніка відбиває певний спосіб виготовлення або обробки. І, нарешті, поняття "техніка" переноситься на виготовлені матеріальні об'єкти. Це відбувається в період розвитку машинного виробництва, і технікою називаються різні пристосування, які обслуговують виробництво, а також деякі продукти такого виробництва.

Пристаюючи до аналізу поняття техніки, доцільно розглянути існуючі



формулювання визначення техніки і виділити їх основні типи. Існує безліч визначень техніки: - грецьке "техне" - ремесло, мистецтво, майстерність; сукупність прийомів і правил виконання чого-небудь; діяльність, спрямована на задоволення потреб людини, яка веде до змін у матеріальному світі; система знарядь і машин; засоби праці, в широкому сенсі всі матеріальні умови, необхідні для того, щоб процес виробництва міг взагалі відбуватися; сукупність матеріальних об'єктів, вироблених суспільством.

Призначення техніки: "повна або часткова заміна виробничих функцій людини з метою полегшення праці і підвищення її продуктивності". Друге значення слова: "сукупність прийомів і правил виконання чого-небудь".

Наведені визначення техніки можна об'єднати в три основні групи. Їх можна представити таким чином: техніка як штучна матеріальна система; техніка як засіб діяльності; техніка як певні способи діяльності.

Техніка виникла разом з виникненням людини і довгий час розвивалася незалежно від будь-якої науки. Сама наука не мала довгий час особливої дисциплінарної організації і не була орієнтована на свідоме застосування створюваних нею знань в технічній сфері. "Наукове" і "технічне" належали фактично до різних культурних ареалів. У більш ранній період розвитку людської цивілізації і наукове, і технічне знання були органічно вплетені в релігійно-міфологічне сприйняття і ще не відділялися від практичної діяльності. В античній культурі наука і техніка розглядалися як принципово різні види діяльності.

В ході історичного розвитку технічні знання поступово віддаляються від міфу і магічної дії, але спочатку спираються ще не на наукове, а лише на буденну свідомість і практику.

Існування будь-якого технічного об'єкта пов'язано з його функцією, тобто властивістю, яка використовується в людській діяльності. Пряма функція техніки - опосередкована технікою взаємодія людини і природи. Зворотня функція техніки - вплив технічних утворень, всієї системи техніки на людину і суспільство. Таким чином, пряма і зворотня функції - це сторони взаємодії в сукупності всіх зв'язків системи: людина - техніка - природа.

Техніка може або повністю віддалити людину від природи, відтіснивши її безглуздим використанням технічних досягнень, або наблизити його до пізнаної природи невидимого. Техніка відкриває перед людиною новий світ та нові можливості існування в ньому, а в цьому світі - нову близькість до природи.

Техніка спрямована на те, щоб у ході перетворення всієї трудової діяльності людини перетворити і саму людину. Її сенс - у звільненні людини від влади природи. Тому принцип техніки - в цілеспрямованому маніпулюванні матеріалами і силами природи для реалізації призначення людини.

**Технологія** (від грец. τεχνολογία, що походить від грец. τεχνολογος; грец. τεχνη — майстерність, техніка; грец. λογος — (тут) передавати) — наука ("корпус знань") про способи (набір і послідовність операцій, їх режими) забезпечення потреб людства за допомогою (шляхом застосування) технічних засобів (знарядь праці)

**Технологія** — сукупність методів (способів) виготовлення, видобутку, обробки або переробки та інших процесів, робіт і операцій, що змінюють стан сировини, матеріалів, напівфабрикатів чи виробів у процесі отримання продукції із заданими показниками якості. До складу сучасної технології включають і технічний контроль виробництва. Технологія значною мірою зумовлює якість і в багатьох випадках кількість вироблюваної продукції, її собівартість, продуктивність праці тощо. Вона пов'язана з науково-технічним прогресом, організацією праці та досвідом виробництва.

**Технологія** — власне технологічні процеси одержання, обробки й переробки, складання чи будівництва, а також, опис цих процесів у вигляді інструкцій щодо їх виконання, технологічних правил, вимог, графіків, карт тощо.

**Технологія** — сукупність знань про методи здійснення виробничих процесів та наукова дисципліна, що описує, розробляє і вдосконалює зазначені вище способи, процеси та порядок (регламенти, режими) їх здійснення. Як наукова дисципліна технологія сприяє впровадженню найефективніших і найекономічніших виробничих процесів, що потребують найменших затрат часу і матеріальних ресурсів. Розвиток технології зумовлюється ширшим застосуванням малоопераційних, маловідходних та безвідходних технологічних процесів, досконалих методик, систем математичного аналізу і прогнозування, засобів електронної та обчислювальної техніки. Будь-яка технологія передбачає: предмет праці (предмет технологічного впливу, технологічний об'єкт); засоби праці (технологічні засоби); носія технологічних функцій (працівника, колективу тощо); рівень технологічного розвитку суспільства.

Технологія має безпосередній вияв у структурі виробничого процесу (технологічному процесі).

Серед технологій часто виділяють високі технології — найбільш високорозвинуті технології, що є "наукоємними", тобто які інтенсивно використовують найновіші наукові досягнення. Наприклад, виробництво мікропроцесорів, сучасних автомобілів тощо. Прийнято вважати, що такі технології є найважливішими з точки зору "забезпечення майбутнього" людства.

У кінці 18 століття термін "технологія" запровадив Йоганн Бекман (1739—1811), назвавши так наукову дисципліну, яку викладав у німецькому університеті в Геттінгені з 1772 року. У 1777 він опублікував роботу "Вступ у технологію", де писав: "Огляд винаходів, їхнього розвитку та успіхів у мистецтвах і ремеслах може називатися історією технічних мистецтв; технологія, яка пояснює в цілому, методично і точно всі види праці з їхніми наслідками й причинами, являє собою набагато більше". Пізніше, у п'ятитомній праці "Нариси з історії винаходів" (1780—1805) він розвинув це поняття.

Технологія - у широкому сенсі - обсяг знань, які можна використовувати для виробництва товарів і послуг з економічних ресурсів. Технологія - у вузькому сенсі - спосіб перетворення речовини, енергії, інформації в процесі виготовлення продукції, обробки та переробки матеріалів, складання готових виробів, контролю якості, управління. Технологія містить у собі методи, прийоми, режими роботи, послідовність операцій і процедур, вона тісно пов'язана з

застосовуваними засобами, обладнанням, інструментами, використовуваними матеріалами.

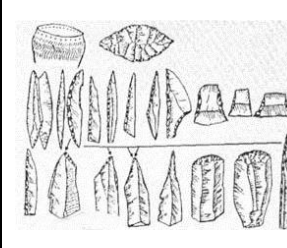
Сучасні технології засновані на досягненнях науково-технічного прогресу і орієнтовані на виробництво продукту: матеріальна технологія створює матеріальний продукт, інформаційна технологія (ІТ) — інформаційний продукт. Технологія це також наукова дисципліна, що розробляє і вдосконалює способи та інструменти виробництва. У побуті технологією прийнято називати опис виробничих процесів, інструкції з їх виконання, технологічні вимоги та інше. Технологією або технологічним процесом часто називають також самі операції видобутку, транспортування та переробки, які є основою виробничого процесу. Технічний контроль на виробництві теж є частиною технології.

Грунтуючись на новітніх досягненнях історії науки і техніки, автори навчального видання в основу курсу покладають проблемно-хронологічний принцип періодизації, поділяючи історію людства на кілька великих періодів: **найдавніший** (доцивілізаційний); **давніх цивілізацій** (Єгипет, Індія, Межиріччя, Китай); **Античного світу**; **Середньовіччя**; **наукової революції XVII ст.**; **промислової революції XVIII–XIX ст.**; **індустріального суспільства (до середини XX ст.)**; **інформаційної епохи (з початку доби НТР).**

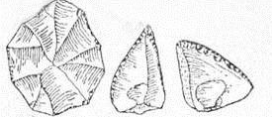
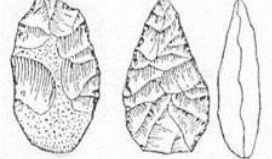

## 1.2 Техніка, технології та зародження наукових знань у доцивілізаційну добу.

Археологічна періодизація доби каменю (або поділ її на окремі епохи) розроблена на основі визначення своєрідності матеріальної культури (і передусім крем'яних виробів) кожного з виділених підрозділів. Оскільки кожна форма людських істот виробляла властиві їй специфічні знаряддя, то археологічна періодизація початку кам'яної доби загалом збігається з етапами антропогенезу.

У ранньому палеоліті (3 млн — 150 тис. років тому) виділяють два послідовних етапи — олдувайський та ашельський. Першому з них властиві згадувані вище галькові знаряддя (чопери і чопінги), вперше виявлені разом із кістками *Homo habilis* (1960) в Олдувайській ущелині. Тобто найдавніший олдувайський період кам'яної доби в цілому збігається з добою *Homo habilis*, що розпочалася 2,5—3 млн років тому у Східній Африці. Людина вміла (*Homo habilis*) — найдавніші людські істоти, що вперше почали виготовляти знаряддя з каменю близько 2,5 млн років тому і вимерли 1 млн років тому. Ці найдавніші представники роду *Homo* дуже нагадували австралопітекових, однак розмірами

5	тис.			Людина розумна
років		Неоліт		
тому		Мезо		
7		пізні		
10				
35				

тіла та об'ємом мозку дещо перевищували останніх. Зріст *Homo habilis* сягав 150 см, вага — 50 кг, а мозок — 800 см<sup>3</sup>. Їхні примітивні кам'яні знаряддя дістали назву галькових. Первісна людина зрозуміла, що за допомогою каменю можна збільшити силу руки. Так виник перший, найдавніший,

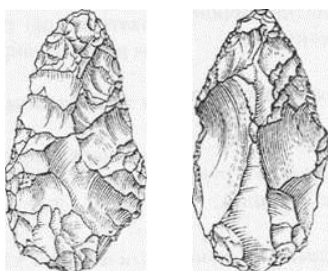
150	середні	Муст'є	Неандерт	
1,5 млн років тому	Палеоліт	Ашель	Пітекантроп	
2,5-3 млн років тому		Олдувай	Людина	

4 - австралопітек  
12 - рамапітек  
20 - дріопетек

**Рис.1.1. Археологічна періодизація** знаряддя найстародавніших людей – еоліти тяжко навіть відрізнити від розколотих природними силами каменів (рис. 1.2.).

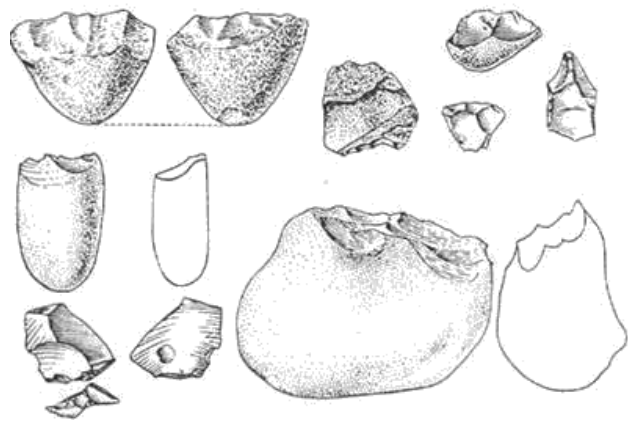
Ашельський період розпочався 1,5 млн років тому з поширенням ручних рубил, виробником яких був пітекантроп — нова форма людських істот. На думку деяких дослідників, показником належності до людських істот (гомінід) є не тільки перші виготовлені знаряддя праці, а й деякі біологічні особливості — так звана "гомінідна тріада". До таких ознак належить об'єм мозку (більш як 800 см<sup>3</sup>), рука з протиставленням великого пальця іншим та прямоходіння.

Пітекантроп (мавполюдина) відомий також під назвами архантроп та *Homo erectus* (людина прямоходяча), вперше був відкритий Е. Дюбуа у 1891 р. на острові Ява в Індонезії. Це була кремезна істота на зріст до 170 см, вагою сучасної людини і середнім об'ємом мозку 800—1100 см<sup>3</sup>. Череп пітекантропа характеризувався архаїчними рисами: неабиякою товщиною, похилим лобом, розвиненими надбрівними дугами, що утворювали характерний козирок. Скошене підборіддя свідчило про початкову стадію розвитку мови, про існування якої у зародковій формі свідчить устрій черепів. Архантропи втратили значну частину волосяного покриву тіла. Вони були вмілими мисливцями на великих трав'яних тварин. Як зброю вони використовували загострений і обпалений на вогні спис, а для розчленування тварин використовували рубила.



вид інструменту – ударний. При падінні з висоти або при ударі камінь розколюється, і в деяких випадках утворюються зручні шматки з гострою крайкою. Це було ручне рубало. Так виник другий вид інструменту – той, що ріже (рис.1.1)

Техніка періоду стародавнього палеоліту характеризується примітивними знаряддями з каменя, дерева та кістки (палиці, дубинки, списи та ін.). Перші



**Рис. 1.2. Еоліти. Перші знаряддя праці з каменю**

Назва періоду походить від стоянки поблизу містечка Сент Ашель на півночі Франції, де ще у ХІХ ст. Буше-де-Пертом — фундатором вивчення раннього палеоліту — було виявлено чимало різноманітних ручних рубил. З часом (400–100 тис. р. до н.е.) замість еолітів почали виготовляти ручні рубила (рис.

**Рис. 1.3 Ручні рубила ашельського періоду** 1.3), яким надавали певну форму – спочатку універсальні, а потім – різних типів.

**Середній палеоліт** (150—35 тис. років тому), або епоху муст'є (від гроту Ля Муст'є у Франції), пов'язують з поширенням муст'єрських технологій обробки кременю. Їй властиві дископодібні нуклеуси, з яких сколювали масивні, підтрикутні відщепи, що використовувалися для виготовлення гостроконечників та скребел. Носієм цієї технології в Європі був неандерталець. Неандерталець (*Homo neanderthalensis*), або палеоантроп, — різновид гомінід, що мешкав у Європі та на Близькому Сході 150—28 тис. років тому. Дістав назву від долини Неандерталь у Німеччині, де вперше були виявлені кістки цього виду людських істот.

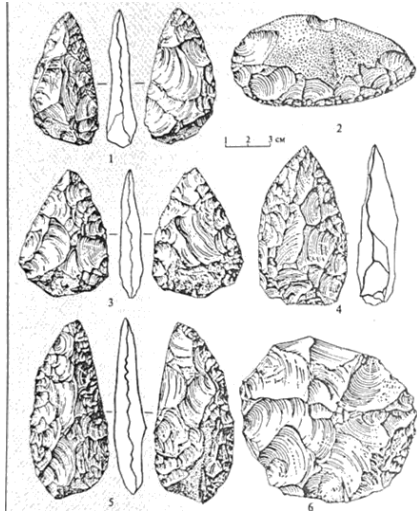
Реконструкція палеантропа на основі кісток літньої людини з Ля Шапель-о-Сен у Франції сформувала наше уявлення про неандертальця як згорблену, незграбну істоту. Насправді, це були невисокі (1,5—1,6 м), але надзвичайно сильні, широкоплечі люди з дуже розвиненою мускулатурою і масивним скелетом. Сила їхньої руки у кілька разів перевищувала силу сучасної людини. Череп неандертальця великий і дуже масивний порівняно з черепом сучасної людини. Об'єм мозку (1500—1700 см<sup>3</sup>) дорівнював (а іноді й перевищував) об'єм черепної порожнини сучасної людини. Профіль лоба похилий, черепна кришка низька і довга, розвинені "козирком" надбрівні дуги, виступаюча назад потилиця, велике обличчя, скошене підборіддя, великий ніс, щелепи помітно видавалися вперед.

Проте, неандертальці, порівняно з сучасними людьми, були нездатні до складного, абстрактного мислення, а нерозвиненість гальмівних центрів робила їх збудливими й агресивними. Це в поєднанні з неабиякою силою неандертальців та досить ефективною зброєю зумовлювало часті кровопролитні сутички в первісних колективах, які становили серйозну загрозу для існування самої популяції палеантропів. Саме ця обставина, на думку багатьох дослідників, стала визначальною у самознищенні класичних неандертальців, на зміну яким у Європі прийшла людина сучасного типу — *Homo sapiens*.

Палеантропи суттєво вдосконалили свою мисливську зброю за рахунок прогресу в обробці кременю. Якщо рубила пітекантропів виготовлялися шляхом двобічного оббивання цілих крем'яних гальок, то неандертальці виготовляли знаряддя зі спеціально зроблених заготовок - відщепів кременю. Їх відбивали зі спеціальних ядрищ кременю або нуклеусів. Ядрища палеантропів найчастіше мали дископодібну форму, а зняті з них відщепи, як правило, мали трикутні обриси. Тому трикутними були також основні знаряддя неандертальців — гостроконечники та скребла, що виготовлялися шляхом ретушування країв крем'яних відщепів.

Відкриття властивостей вогню неандертальцями: світло, тепло, здатність зігрівати і розм'якшувати їжу стало одним з найвизначніших відкриттів в історії людства, яке вперше забезпечило людині панування над природою, відділило людину від тварин. Спочатку люди використовували дикий вогонь (вулкан, блискавка), потім – його підтримували, пізніше – добували. Найбільш давні

способи добування вогню такі: вискоблювання при терті загостреною паличкою поліна; висвердлювання методом кручення; випилюванням куска бамбуку; висікання каменем об залізо. Найбільш широко використовували та удосконалювали спосіб висвердлювання.



**Рис. 1.4. Гостроконечники оброблені з двох боків, дископодібний нуклеус**

**Пізній, або верхній, палеоліт** у Європі (35—10 тис. років тому) розпочався з поширення властивої йому пластинчастої техніки обробки кременю, носієм якої був *Homo sapiens*. Показово, що кожний наступний період палеоліту розпочинався не зі зникнення попередньої технології обробки кременю разом із відповідною їй формою людських істот, а з появою нової техніки кременеобробки та її носіїв. Так, на початку ашелю ранні пітекантропи, що виготовляли рубила, співіснували в Африці з *Homo habilis*, які вимерли близько 1 млн років тому. Мустьєрська технологія з'явилася, коли в Європі ще мешкали пізні пітекантропи, і на

початку пізнього палеоліту тривалий час співіснувала на європейських теренах з верхньопалеолітичними технологіями, носіями яких був *Homo sapiens*.

Від нижнього палеоліту до неоліту склад комплектів інвентарю поступово ускладнювався – з'являється все більше знарядь нових типів і призначення. Так знаряддя верхнього палеоліту забезпечували вже 30–35 операцій, включаючи шліфовку і поліровку. При цьому склад комплексів кам'яних знарядь збільшується в декілька разів (рис. 1.4).

Сучасні дослідження робочих поверхонь кам'яних знарядь того часу довели цілеспрямований пошук первісною людиною не лише ефективних форм та розмірів знарядь, але і кращих робочих позицій та технологічних прийомів їх виробництва і використання.

Археологічні знахідки вказують на становлення в палеоліті знань про сировину та матеріали, що виявляється в цілеспрямованому пошуку, первинній та остаточній обробці природної сировини. З розвитком технології та техніки розширювався набір сировини з гірських порід, який включав сланці, кальцити, вохри, залізняк тощо.

До закінчення палеоліту суттєво зростає коефіцієнт використання матеріалів, зменшується кількість відходів при виготовленні знарядь. Економію досягали за рахунок ремонту знарядь, по мірі зношування робочої частини. Потреба в матеріалах так зростає, що вже на рубежі пізнього палеоліту і неоліту виникають перші гірничі розробки.

З'явилися нові види інструменту: кам'яна клиноподібна сокира, яка різко збільшила силу удару і, в якій клиноподібне кам'яне рубало вставлялося в отвір дерев'яної ручки. Потім був створений молот та ножі з високими ріжучими властивостями.

Полірування робочих поверхонь кам'яних знарядь різко покращило можливості деревообробки: були освоєні технологічні процеси виготовлення дерев'яних деталей точних профілів – з гніздами, пазами, провушинами та ін. З'явилися складні столярні та будівельні конструкції з дерева, стали використовуватися більш ефективні засоби з'єднання кам'яних і дерев'яних деталей складових знарядь, що привело до розвитку конструювання. Використання шліфованих сокир сприяло розширенню посівних площ за рахунок вирубки лісів. Спеціалісти відносять до пізнього палеоліту появу човнів-однодеревок та лиж-саней, в яких використовувалися переваги рідкого тертя.

Досить широко почали використовувати з технічною метою вогонь: для обпалювання кінців стріл або списів, що надавало їм твердість; нагрівання гірських порід для їх руйнування тощо. В епоху палеоліту люди навчилися хімічно обробляти (дубити) шкіру.

Кінець пізнього палеоліту збігається з кінцем льодовикової доби близько 10 тис. років тому. Різке потепління спричинило радикальні зміни в мисливських суспільствах помірної смуги Північної півкулі і знаменувало початок нової археологічної епохи — мезоліту.

**Мезоліт** (VIII—V тис. до н. е.) — перехідна епоха в усіх відношеннях: у природі і умовах життя людей, в інвентарі, господарстві. В кінці мезоліту склалися передумови виникнення землеробства і скотарства, селекція найбільш корисних для людини рослин і одомашнення тварин - великої та дрібної рогатої худоби і свиней. Собака стала домашньою твариною значно раніше, очевидно, ще у верхньому палеоліті.

У становленні нової епохи величезну, багато в чому визначальну роль відіграли природні фактори. Початок мезоліту збігся, в північній півкулі, з таненням льодовиків. В результаті танення виникли інші, порівняно з палеолітом, природно-кліматичні умови. Перехід від льодовикової епохи (плейстоцену до голоцену) - одна з найбільших революцій в природі і загадок в історії Землі, втім, як і причини початку льодовикової епохи. Найбільш ймовірною причиною таких глобальних змін клімату та природи на Землі стали зіткнення досить великих космічних тіл з нашою планетою, що могло призвести до незначних змін у її положенні по відношенню до Сонця, а це в свою чергу вплинуло на температуру на планеті. Льодовик відступав на північ, залишаючи звільнену землю, безліч озер, заболочених просторів і морів. Піднявся рівень Світового океану, утворилися Берингова і Гібралтарська протоки, відокремилися Японські острови, змінилися русла річок, що течуть на північ, утворилися Балтійське море і північні озера, Чорне море з'єдналося з Середземним. При цьому кілька разів змінювався клімат на півночі Європи.

Зі зміною клімату було пов'язано зміну сучасних ландшафтів і рослинних зон. На півночі виникла тундра і лісотундра, південніше - тайгова зона хвойних лісів, далі - зона листяних лісів, лісостепу, степові і пустельні ландшафти. Склалися сучасні кліматичні зони приморського, континентального, різко континентального, посушливого клімату. Змінився рослинний і тваринний світ. Фактично відбулася колосальна за своїми наслідками революція в природі.

Меншим змінам піддалася природа Південної Європи, Кавказу, Середньої Азії.

Далеко на півночі, у приполярних широтах, доживали свій вік останні мамонти, в лісах жили лосі, бурі ведмеді, благородні олені, кабани, бобри, численні озера рясніли водоплавними птахами і рибою.

Таким чином, мезоліт став епохою кардинальних змін у природі та умов життя людини, епохою розселення людей на нові, не освоєні раніше території.

Велике місце в господарському житті людини займали полювання на лісового звіра, водоплавну птицю, рибальство і збиральництво. Культура палеоліту, що ґрунтується на вироблених за тисячоліття колективних прийомах полювання на мамонтів в Євразії та Америці, змінилася культурою іншого типу.

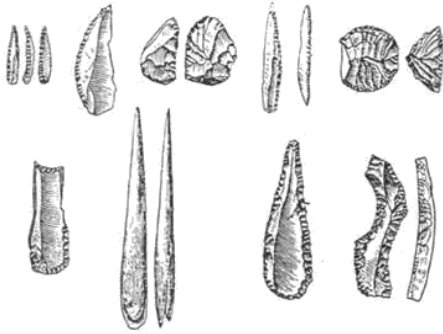
Нові умови вимагали нових знарядь полювання на тварин. У мезоліті такими знаряддями стали лук і стріли. Встановлено, що вони вперше з'явилися у верхньому палеоліті. Однак треба мати на увазі, що факт появи будь-якої новації та її широке використання людством - не одне і те ж. Минає іноді багато часу, перш ніж винахід починає широко використовуватися людством. Очевидно, так сталося з луком і стрілами в палеоліті: за умовами полювання вони не могли широко використовуватися в плейстоцені при полюванні на мамонтів, бізонів, шерстистих носорогів. Однак в епоху початку голоцену, враховуючи велику кількість водоплавної птиці, риби, зайців, косуль і т. і., вони знайшли широке застосування. Цьому винаходу передувала поява металевих пристроїв, де використовувалася сила руки: спис, праща. Застосування лука й стріл відкрило перед людиною принципово нові можливості. Цей винахід відіграв важливу роль протягом тривалого періоду історії - від мезоліту до появи порохової зброї.

У мезоліті зазначається спеціалізація полювання та рибальства в окремих районах. Більш різноманітними стали способи полювання: зростає роль індивідуального полювання з собакою, широко стали застосовуватися всілякі пастки, силця. Значне місце в господарстві займало рибальство; велику рибу і морського звіра ловили за допомогою односторонніх і двосторонніх гарпунів; з'явилися сітки, складні гачки з кістяною основою і вставленим кам'яним жальцем, сплетені з лози ятера, кошики. У мезоліті були винайдені видовбаний з дерева човен та весла. Найдавніші рештки човнів і весел, відомі в Європі, відносяться до мезоліту. Ймовірно, до мезоліту відноситься поширення лиж і санок.

У мезоліті відзначається подвійність форм і прийомів обробки каменю. Отримує розвиток техніка, що склалася ще в палеоліті: макроліти, техніка відколу і подвійного відколу, великої ретуші, вкладишева техніка (рис. 1.5). Разом з тим на мезолітичних стоянках були виявлені і так звані мікроліти, маленькі і різноманітні по формі пластини. Мікроліти відділялися від шматків кременю або іншого добре відщеплюваного каменю за допомогою віджимників. За формою вони зазвичай мають вигляд трикутників, сегментів або трапецій розміром 2-4 см. Підправлені мікроліти служили наконечниками стріл і широко вживалися як вкладиші при виготовленні наконечників стріл, гарпунів, острог, рибальських гачків. Мікролітична техніка досить цікава. По-перше, вона була поширена не скрізь, а по-друге, не завжди використовувалася в її класичних



формах.



**Рис. 1.5.** Вкладишеві знаряддя доби мезоліту

Ускладнюються процеси виготовлення заготовок, вводяться складові знарядь, в яких кам'яний матеріал використовується лише для робочої частини, а рукоятки та держакі виготовляються з дерева, рогу, кістки. Мікролітизація сприяла уніфікації вкладишевих деталей, що дозволяло в разі необхідності замінювати окремі деталі, а не виготовляти нове знаряддя. З процесом мікролітизації

виробництво знарядь стало менш працемістким, їх ефективність значно зросла.

**Неоліт** (VI—IV тис. до н. е.) — доба появи найдавнішого глиняного посуду, який супроводжував поширення перших навичок відтворювального господарства. Відтворювальне господарство й кераміка, що супроводжувала його, потрапили до Європи з Близького Сходу через Балкани.

У неоліті у північній півкулі природа набуває більш стійкого, ніж в мезоліті, характеру і вигляду, близького до сучасного. У кожній рослинній зоні розвивався свій відповідний тваринний світ.

З неолітом пов'язані докорінні зміни у способі виробництва, що отримали назву неолітичної революції, і цілий ряд новацій, що стали надбанням людства. В епоху неоліту в ряді місць люди перейшли до відтворюючих форм господарства - землеробства і тваринництва.

**Тваринництво** виросло із мисливства і було справою чоловіків, бо вони добре розумілися на звичках тварин і могли легше їх приручити. Майже всі великі господарські тварини: бик, свиня, коза, вівця - були приручені в неоліті. Шляхи і послідовність одомашнення тварин у різних народів були різні. На Іранському нагір'ї і Близькому Сході ще в кінці IX - на початку X тисячоліття до н.е. були приручені вівця і коза; бик і свиня стали свійськими тут значно пізніше — у VIII тисячолітті до н.е. У межах півдня Східної Європи було навпаки: першими свійськими тваринами стали бик і свиня, їх приручення, як згадувалося вище, розпочалося ще наприкінці мезоліту. Вівця й коза були одомашнені лише наприкінці V тисячоліття до н.е.

**Землеробство** виникло зі збиральництва, яким займалися переважно жінки, і поступово від збирання корисних рослин перейшли до їх вирощування. Вирощування культурних злаків — пшениці, ячменю вперше розпочалося на нагір'ях Західного Ірану, Малої Азії і Палестини, де росли дикі пращури пшениці і ячменю. В Європі лише на Балканах відома дика пшениця-двозернянка. Вважають, що на Україну через Балкани злаки потрапили до неолітичних племен буго-дністровської культури, а потім їх почали вирощувати й інші племена, які проживали на території України, або ж вони були принесені з Середнього Подунав'я населенням культури лінійно-стрічкової кераміки.

Поліпшення харчування та осілий спосіб життя спричинили різке зростання населення. Густота населення ранніх мотичних землеробів порівняно

з мезолітичними мисливцями зросла у 50—100 разів — від 3—5 до 500 осіб на 10 кв. км.. Надлишки людності, що не могли прохарчуватися на своїй батьківщині, на Близькому Сході, почали розселятися на сусідні території з нечисленним мисливським населенням. Значно розвиненіші від аборигенів, неолітичні прибульці несли з собою зі своєї батьківщини відтворювальну економіку, domestikовані рослини (ячмінь, пшениця) та тварин (коза, вівця), власний спосіб життя, культуру, мову, свій антропологічний тип. На нових територіях переселенці реалізовували свою економічну модель, відбувалися нові демографічні вибухи, що призводило до виснаження земель і стимулювало переселення на нові, родючі землі. Вчені підраховали, що така демографічна хвиля ранніх землеробів рухалася з Близького Сходу зі швидкістю приблизно 30 км на одне покоління, тобто тривала 25—30 років.

Найпотужніша хвиля ранніх мотичних землеробів культури Кукутені-Трипілля сягнула з Трансільванії України близько 5,4 тис. років до н. е. Саме з приходом цього населення, яке протягом 1,5 тис. років заселило лісостепи від Середнього Дністра до Південної Київщини, пов'язана перемога відтворювального господарства на Правобережній Україні.

Однак на більшій частині території Євразії в неоліті господарство залишалося привласнюючим, основу складали полювання, рибальство та збиральництво. У неоліті використовувалися всі попередні досягнення в обробці каменю (пластинчаста техніка, а в ряді місць і мікролітична, техніка відколу і віджимна ретуш).

З допомогою віджимної ретуші створювалися наконечники стріл, дротиків, проколки і ножеподібні пластини. Розвивалася техніка виготовлення вкладишевих знарядь праці - ножів, кинджалів. У неоліті широке застосування, особливо в лісовій місцевості, отримали шліфовані сокири, тесла й інші знаряддя праці з каменю. Експериментальним шляхом було встановлено, що виготовлення шліфованих сокир не було тривалим процесом, як вважалося раніше.

Робота над сокирою з крем'янистого сланцю вимагала всього 2,5-3 години, а з більш твердих порід - від 10 до 35 годин. Пиляння каменю проводилося різними способами: крем'яними пилками, мотузкою та кістяними знаряддями. Висвердлювання втулок для рукояток в кам'яних сокирах проводилося за допомогою трубчастої кістки, яку обертали, постійно підсипаючи під неї пісок. Для цього, очевидно, використовували спеціальні станини. Заготовку треба було міцно затиснути, трубчаста кістка вставлялася у втулку і оберталася за допомогою тятиви лука, підсипали наждачний пісок.

Шліфовані сокири і тесла, насаджені на дерев'яні ручки, були достатньо досконаліми знаряддями праці. З їх допомогою стало можливо освоєння лісових територій Євразії, споруда більш досконалих дерев'яних жител, човнів, виготовлення різних пристосувань з дерева.

Люди неоліту створили нові, не властиві природі матеріали - кераміку і текстиль.

**Кераміка.** Виключно важливе значення мав винахід в неоліті глиняного посуду. Хоча в ряді місць керамічні вироби з'явилися набагато раніше

(наприклад, в Японії кераміка відома з 9-го тисячоліття до н. е.), проте широке поширення керамічний посуд отримав тільки в неоліті.

Найвагомішим технологічним досягненням гончарів за неоліту було винайдення дозування глиняних домішок і води, замісу робочої маси. Наступним був етап освоєння пластичних можливостей глини, інакше кажучи, вироблялися навички виготовлення кераміки.

Найдавніші глиняні посудини робили на плетеній з лози основі. Поряд з цим застосовувався й інший спосіб виготовлення - шляхом накладання один на один згорнутих у кільце джгутів сирої глини. Зліплений руками глиняний посуд був грубим, погано і нерівно обпаленим. Винайдення людством посуду вплинуло на подальшу історію, змінило побутову культуру і фізіологію людини. Саме з неоліту почали варити їжу. Людина може споживати зерно лише вареним. Приготування каші потребувало жаро- та водостійкого посуду. Посуд був потрібний і для тривалого зберігання збіжжя до нового врожаю. Все це зумовило масове поширення керамічного посуду, який став археологічною ознакою неолітичних пам'яток. З появою глиняного посуду значно збільшується осілість людей. На Близькому Сході поява кераміки датується VIII-VII тисячоліттями до н.е. В межах Східної Європи глиняний посуд з'являється в VI тисячолітті до н.е.

**Винайдення тканин.** Інше досягнення неоліту - винахід способів одержання тканин. Волокно, придатне для прядіння ниток, вироблялося з рослин і вовни. Виготовлення тканини - процес складний і багатоступінчастий.

Спочатку потрібно одержати волокно з вовни тварин або кропиви, дикої коноплі тощо, з нього зробити нитки, які скручували за допомогою веретена. Для виготовлення тканини крім ниток потрібні станина і човник. За допомогою човника через нитки основи пропускали поперечні нитки зліва направо і навпаки. Використовуючи гребінь, нитки ущільнювали. Так виходила тканина простого переплетення. Такими були всі стародавні тканини.

У неоліті склалися дві великі зони археологічних культур - зони відтворюючого та привласнювального господарства. Всередині них виникли різні типи господарств, міцно пов'язані з конкретними природно-географічними умовами. Кожній із зон притаманні свої риси розвитку і взаємовідносин людських колективів з природним середовищем, свої традиції в розвитку техніки, особливості кераміки та орнаменту.

**Першими знаннями,** що їх накопичували люди ще за часів кам'яного віку, були знання про навколишній світ. Саме вони давали можливість людині виживати. Обробляючи різні породи каменю, людина дізнавалася про їхні властивості. Тому вже в енеоліті первісні ремісники знали способи оброблення більшості мінералів, руд і метеоритного заліза. У середньому палеоліті люди навчилися виготовляти з природних матеріалів фарби.

**Накопичення медичних знань.** Поховання неандертальців у Ля Феррасі у Франції та в Шанідарі в Ірані дають підстави стверджувати, що вже тоді люди лікували переломи, рани, використовували лікувальні властивості трав. У часи мезоліту первісні медики, роль яких виконували шамани й чаклуни, вміли робити ампутацію кінцівок, лікувати простудні захворювання, робити

кровопускання, промивати шлунок, зупиняти кровотечу, використовувати бальзами, мазі, обробляти укуси, припікати вогнем, проводити психотерапевтичні дії тощо.

**Первісна людина прекрасно знала поведінку та анатомію диких звірів і птахів.** З часом розширювалися знання про анатомію тварин. Про це свідчать наскальні розписи в печерах, на яких зображено тварин у так званому рентгенівському стилі. Первісні художники малювали тіло тварини з внутрішніми органами та скелетом. Знання про тваринний і рослинний світ сприяли виникненню та розвитку землеробства і скотарства.

**Математичні знання почали формуватися у палеоліті.** Тоді первісна людина лічила, наносячи відповідні позначки (насічки, крапки, хрестики) на спеціальні кістки. Свідченням можливих арифметичних розрахунків у палеоліті є, наприклад, спис із 20 насічками, згрупованими по 5 насічок, знайдений у Дольні Вестоніце (Чехія). Лічбу застосовували у розподілі здобичі. Очевидно, саме у зв'язку із цим первісні люди навчилися виконувати найпростіші арифметичні дії – додавання і віднімання. На стінах палеолітичних печер вони малювали геометричні фігури, прикрашали ними різні вироби. Пізніше, в неоліті й енеоліті, первісна людина будувала житло правильної геометричної форми. Була запроваджена елементарна система вимірювання відстаней за допомогою частин тіла - нігтя, ліктя, руки, стопи і т.і.

**Дивовижні знання з астрономії мала первісна людина ще з часів палеоліту.** Спостерігаючи за рухом Сонця, Місяця та роздивляючись зоряне небо, люди змогли скласти перші найпростіші календарі. Саме таким календарем вважають учені браслети з геометричним орнаментом, знайдені у Мізині (Україна). А на пластині з Мальти (Росія) нанесено 244 ямки у центрі й по 122 по боках. Якщо додати центральну і ліву чи праву частину, дістанемо 366 – число кількості днів у високосному році. Календарі визначали дати проведення ритуалів, пов'язаних з господарством первісних людей, релігійних свят.

**У палеоліті з'явилася "дописемність" – піктографія.** Це малюнки-знаки, що використовувалися для передавання певної інформації, спілкування. Можливо, символи на кераміці, стінах печер, кам'яних і кістяних предметах є записами давніх переказів, які нам ніколи не вдасться прочитати. Саме з піктограм і розвинулося пізніше ієрогліфічне письмо.

**Енеоліт (IV-III тис. д.н.е.)** Правобережна Україна, Молдова, Карпато-Дунайська зона Румунії та Болгарії були територією енеолітичної культури осілого землеробства Трипілля-Кукутені. Разом з іншими культурами вона охопила значну частину Балкано-Дунайського регіону. Свою назву культура отримала за відкриттям у с. Трипілля глинобитних майданчиків, які виявилися підлогою жител. На території Румунії і Болгарії пізніше була відкрита культура Кукутені. Між двома культурами було так багато спільного, що зараз вони розглядаються як одна культура.

Еволюція людини особливо прискорилася у зв'язку з відкриттям металу - міді та бронзи (сплаву міді з оловом). Знаряддя праці, зброя, прикраси і посуд починаючи з III тис. до н.е. стали виготовляти не тільки з каменю та глини, але і

з бронзи. Посиллювався обмін між племенами продуктами - виробами і частішали зіткнення між ними. Поглиблювався розподіл праці, з'являлася майнова нерівність.

Поширені на значній території енеолітичні поселення об'єднані рядом спільних ознак: використанням мідних виробів поряд з кам'яними; пануванням мотичного землеробства, присадибного скотарства, наявністю глиняного розписного посуду та статуєток, глинобитних будинків і землеробських культів.

Близько 150 поселень відносяться до раннього періоду культури Трипілля-Кукутені. Вони датуються V – IV-ми тисячоліттями до н.е. Для цього періоду характерне переважання невеликих поселень площею близько 1 га з глинобитними будинками і землянками. В них знайдено багато крем'яних відщепів і пластин без ретуші, сокир, тесел, долот. Кераміка, прикрашена візерунком із заповненими білою фарбою поглибленнями. Велике значення, поряд з землеробством і домашнім скотарством, надавалося полюванню.

Важливе значення має середній період (IV тисячоліття до н.е.). Він відрізняється розширенням території, появою великих поселень, підйомом керамічного виробництва і оволодінням навичками виготовлення розписного посуду.

Відкрито кілька сотень трипільських пам'яток цього часу. В урочищі Коломийщина поблизу Києва на площі більш ніж 6000 кв. м знайдені залишки глинобитних майданчиків, розташованих по колу. Вони були фундаментами наземних глинобитних будинків, які покривали двосхилим дахом. Відновити пристрій приміщень допомогли глиняні моделі жител, знайдені в поселеннях. Модель з поселення Сушково зображує прямокутний у плані будинок, розділений всередині на два приміщення (рис.1.6). Праворуч від входу в кутку зроблена склепінчаста піч з лежанкою, яка примикає збоку. В іншому кутку на невеликому узвишші поміщена фігурка жінки, яка розтирає зерно на зернотерці, поруч стоять глиняні судини.

Основним заняттям населення трипільських поселень було мотичне землеробство, про що свідчать відбитки і залишки зерна, соломи, полови пшениці, проса і ячменю в глині, з якої були зроблені будинки, а також землеробські сільськогосподарські

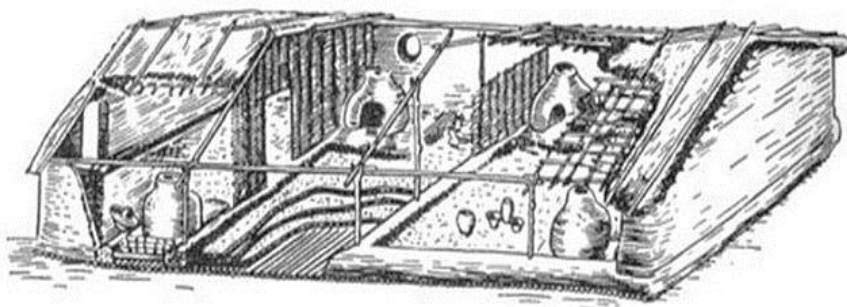


Рис. 1.6. Будинок давніх трипільців

знаряддя праці.

Трипільці розводили дрібну та велику рогату худобу, биків та корів, близьких за типом до дикого туру, розводили овець і свиней. До кінця трипільської культури був одомашнений кінь. Відомо кілька скульптурних зображень коня. У трипільських поселеннях часто зустрічаються кістки диких

тварин: козулі, оленя, лося, бобра і зайця. Вони свідчать про те, що полювання і збиральництво в цей час відігравали допоміжну роль у господарстві.

Іншою областю осілого землеробсько-скотарського енеоліту була Середня Азія. Під час розкопок двох пагорбів біля селища Анау і пагорбів Намазга-тепе і інших в Туркменії були виявлені пам'ятки давньої високорозвиненої землеробської культури. Поселення Намазга-тепе займало площу близько 100 га. Розкопки Анау і Намазга дозволили встановити їх хронологію (V- початок IV-го тисячоліття до н.е.).

У Малій Азії, у сел. Хаджилар та інших місцях відкриті раннеземлеробські комплекси V тисячоліття до н. е. Тут виявлені мідні вироби, глинобитні будівлі, розписна кераміка, теракотові статуєтки. Зазначені території в тій чи іншій мірі були пов'язані з попередніми неолітичними і мезолітичними культурами.

**В енеоліті вражаючих розмірів набуло будівництво гробниць, храмів, астрономічних обсерваторій.** У III тис. до н.е. в Європі будували культові споруди – кромлехи (кола з вертикально вкопаних каменів) й менгіри (довгі ряди вертикальних каменів) (рис. 1.7).



Рис. 1.7. Стоунхенж

Поширення землеробства та скотарства, винайдення та виготовлення потрібних для цього знарядь праці (мотики, плугу) та приручення тварин – один з найбільш значимих етапів давнього світу. Поширювалася екологічна ніша, за рахунок становлення більш надійних джерел існування, різко збільшується чисельність населення. Людство вже

підготувало ґрунт для свого подальшого розвитку.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Археологія України: підручник [для студ. історичних спеціальностей вищ. навч. закл.] / І. С. Винокур, Д. Я. Телегін. 2-е вид. доп. і перероб. — Тернопіль: Навчальна книга Богдан, 2005. — 480 с. : іл.
2. Бармин А. В. История науки и техники: учебное пособие /А. В. Бармин, В. А. Дорошенко, В. В. Запарий, С. А. Нефедов; под ред. В. В. Зарапия. – 3-е изд.- Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007.-254 с.
3. Бесов Л. М. Історія науки і техніки / Л. М. Бесов. – Х.: НТУ ХПІ, 2004. –382 с.
4. Братенші В. Д. Історія науки і техніки. Навчальний посібник / В. Д. Братенші, Н. В. Братенші - Кременчук, Кременчуцький льотний коледж Національного авіаційного університету, 2011. – 124 с.
5. Виргинский В. С. Очерки истории науки и техники с древнейших времён до середины XV века [Електронний ресурс] : Кн. для учителя / В. С. Виргинский. – М.: Просвещение, 1993. – 288 с. –Електрон, текст, дані . –

- Режим доступу: <http://www.twigrx.com/file/184102/>. – Назва з екрану
6. Дьяконов И. М. Научные представления на Древнем Востоке / И. М. Дьяконов // Очерки истории естественнонаучных знаний в древности. М., 1982. – 420 с.
  7. Зайцев Г. П., Федюкин В. К., Атрошенко С. А. История техники и технологий: Учебник / Г. Н. Зайцев, И. К. Федюкин, С. А. Атрошенко; под ред. проф. В. К. Федюкина. — СПб.: Политехника, 2007. — 416 е.: ил.
  8. Історія науки і техніки: Навчальний посібник для іноземних студентів / С. О. Костилова, С. Ю. Боева, Л. Р. Ігнатова, І. К. Лебедев, за заг. ред І. А. Дички. – К.: НТУУ "КПІ", 2015. – 320 с.
  9. История науки и техники. Учебно-методическое пособие / Под ред. Ткачева А. В. – СПб.: СПб ГУ ИТМО, 2006. – 143 с.
  10. Кефели И. Ф. История науки и техники / И. Ф. Кефели. – СПб.: Балтийский гос. техн. ун-т, 1995. – 171 с.
  11. Михайличенко О. В. Історія науки і техніки: Навчальний посібник / Михайличенко О. В. [Текст з іл.] – Суми: СумДПУ, 2013. – 346 с.
  12. Кирилин В. А. Страницы истории науки и техники. – [Электронный ресурс] / В. А. Кирилин. – М. : Наука, 1986. – 456 с. - –Електрон, текст, дані. . – Режим доступу //: <http://nplit.ru/books/item/f00/s00/z0000056/st000.html>. - Назва з екрану.
  13. Пікашова Т. Д. Основи історії науки і техніки Електронний ресурс: навч. посіб. / Т. Д. Пікашова, Л. О. Шашкова. – К.: ІЗМН, 1997. – 399 с. - Електрон, текст, дані. – Режим доступу: <http://www.philsci.univ.kiev.ua/biblio/Pikash.html>. - Назва з екрану.
  14. Шейпак А. А. История науки и техники. Материалы и технологии: учебное пособие / А. А. Шейпак. – М.: Изд-во МГИУ, 2009. – Ч. 1. – 276 с.

### КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Дайте визначення поняттям "наука", "техніка", "історія".
2. Визначте об'єкти та суб'єкти науки.
3. Дайте визначення поняттю "технологія".
4. Дайте періодизацію давньої історії людства.
5. Особливості розвитку виготовлення знарядь праці у період раннього палеоліту.
6. Якою була людина раннього палеоліту.
7. Особливості розвитку виготовлення знарядь праці у період верхнього палеоліту.
8. Чому період мезоліту вважається перехідною епохою у розвитку людства?
9. Що означає термін "неолітична революція"?
10. Які ви знаєте перші штучні матеріали?
11. У чому полягали перші знання давньої людини?
12. Технічні надбання населення трипільської культури на теренах України.

## **Тема 2. Наука і техніка за часів перших цивілізацій та античності**

### **2.1. Розвиток наукових і технічних знань у державах Стародавнього Сходу**

### **2.2. Наука і техніка Стародавньої Греції**

### **2.3. Технічні та наукові досягнення Стародавнього Риму**

### **2.1. Розвиток наукових і технічних знань у державах Стародавнього Сходу**

У сучасному розумінні "цивілізація" – це людська спільнота, яка впродовж певного періоду часу (процес зародження, розвиток, загибель чи перетворення цивілізації) має стійкі особливі риси в соціально-політичній організації, економіці та культурі (науці, технологіях, мистецтві тощо), спільні духовні цінності та ідеали, ментальність (світогляд).

Цивілізація – такий щабель розвитку людства, коли власні соціальні зв'язки починають домінувати над природними, і коли суспільство починає розвиватися і функціонувати на своєму власному ґрунті.

Основні ознаки цивілізації виокремив австралійський археолог і філолог, дослідник давньої історії Європи Гордон Вір Чайлд (1892–1957). Він виділив 10 найсуттєвіших ознак:

- виникнення держави;
- формування соціальних станів та класів;
- спадкова власність на землю;
- створення податкової системи;
- розвиток торгівлі;
- відокремлення ремесла від сільського господарства;
- створення писемності;
- поява міст;
- створення монументальних споруд;
- зародження мистецтва і науки.

У 1958 р. в Чикаго відбулася широка дискусія, що мала на меті визначити спільні риси та ознаки цивілізації. При всьому розмаїтті існуючих точок зору на цивілізацію, вчені були однакові щодо трьох найважливіших характеристик:

- виникнення міст;
- створення писемності;
- виникнення монументальної архітектури.

Поява писемності вказує на можливість фіксувати інформацію, а не зберігати її в пам'яті, та характеризує відокремлення розумової праці від фізичної, що дало змогу зосередити зусилля окремих груп людей на розвитку мистецтва і різних форм позитивного знання.

Міста являли собою осередки, навколо яких панували первісні форми суспільного життя кочових племен. Вони виконували специфічні суспільні



функції: були центрами сільськогосподарського виробництва, ремесел, торгівлі, ідеології, ідеологічним форпостом. Саме в епоху перших цивілізацій систематизована й централізована ідеологічна сфера стала справді величезною силою духовного впливу на маси, сформувавши геоцентричний тип суспільної свідомості. Це підтверджують і пам'ятки монументальної архітектури (величезні палаци, піраміди, зіккурати), що свідчать про потужний виробничий потенціал суспільства, яке їх створило.

Одними з перших виникають цивілізації Стародавнього Сходу. Термін "Стародавній Схід" запровадили ще античні автори, розуміючи під цим держави, розташовані на схід від греко-римського світу. Умовність цього терміну очевидна, адже територіально кордони держав виходять за географічні межі регіону, так Стародавній Єгипет знаходиться у Північно-Східній Африці, крім того між старосхідним та античним світами не існувало сталих кордонів, їхні території у певні періоди історії збігалися. Однак цей недосконалий термін прижився в історичній науці. Починаючи з IV по II тис. до н.е., на Сході виникають чотири центри цивілізації: міжріччя Тигру та Єфрату (держави Стародавньої Месопотамії); долини Нілу (Давній Єгипет); Інду (Давня Індія) та Хуанхэ (Давній Китай). В історії розвитку цих держав, техніці, науці, організації суспільства спостерігалось багато спільного.

Народи Стародавнього Сходу не просто першими побудували соціально стратифіковані суспільства й держави, винайшли найдавніші форми письма, розвинули художню словесність, науково-практичні знання, мистецтво, релігійно-філософську думку, а й передали ці свої надбання нам. Свідчень цьому можна навести чимало. Так, ми користуємося абетковим письмом, що його винайшли фінікійці, розробленою стародавніми індіями системою "арабських" чисел і математичною символікою, досягненнями вавилонської астрономії, удосконаленим староегипетським календарем, винаходами стародавніх китайців — компасом, папером, порохом, системою конкурсних екзаменів тощо.

Стародавній Схід — це, так би мовити, наше дитинство, і якщо ми прагнемо пізнати себе, то не повинні нехтувати світанковою добою людської цивілізації, тим паче, якщо ми ще й хочемо стати мудрішими, культурнішими, вихованішими, краще розуміти один одного, а без урахування уроків минулого цього не досягти.

**Розвиток науково науково-технічних знань у державах Давньої Месопотамії.** Вважається, що першою цивілізацією на землі були цивілізації Стародавньої Месопотамії. Особливість найдавнішої політичної історії Межиріччя полягає в тому, що тут існувала не одна, а декілька держав, які почергово домагалися переваги в регіоні.

Непросто вирішується також проблема періодизації старомесопотамської історії. Нині існує кілька таких періодизацій, проте жодна з них не є універсальною. Найчастіше періодизація історії Стародавньої Месопотамії представлена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Періодизація історії Стародавньої Месопотамії

Епоха архаїки	до 2900 р. до н. е.
Ранньодинастична епоха: Перший ранньодинастичний період, на який припадає посилення міста-держави Кіш	XXVIII-XXVII ст. до н. е.
Другий ранньодинастичний період, на який припадає посилення міста-держави Урук (біблійний Ерех)	XXVII -XXVI ст. до н. е.
Третій ранньодинастичний період, на який припадає посилення міста-держави Ур	XXV -XXIVст. до н.е.
Аккадське царство	XXIV-XXIII ст. до н. е.
Шумеро-Аккадське царство	XXII-XXI ст. до н. е.
Старовавилонське царство	XIX-XII ст. до н. е.
Середньовавилонське царство (Касситська Вавилонія)	XVI-XII ст. до н. е.
Політичний занепад Вавилону	XII—VII ст. до н. е.
Нововавилонське царство	VII—VI ст. до н. е.
Староассирійське царство	XX-XVI ст. до н. е.
Середньоассирійське царство	XV—XI ст. до н. е.
Новоассирійське царство	X—VII ст. до н. е.

Топонім "Месопотамія" перекладається як "Межиріччя". Його залишили нам у спадок стародавні греки, які так називали спільну заболочену долину річок - Тігру і Євфрату. Територія Месопотамії географічно окреслена на півночі Вірменським нагір'ям, на сході — горами Загроса, на півдні — Перською затокою, на заході — горбистою Аравійською пустелею. Тігр і Євфрат не тільки несли в пустелю життєдайну вологу, а й щороку відкладали в долині близько 3 млн. т. мулу, створюючи дуже родючі алювіальні ґрунти Месопотамії. Середні врожаї у Вавилонії становили для зернових "сам 36 – 50", а в урожайні роки досягали "сам 80". Про такі фантастичні врожаї нинішньому населенню Іраку годі й мріяти.

Щоб перетворити південно-месопотамські болота на родючий ґрунт, тамтешньому населенню довелося будувати складну іригаційну систему, здатну забезпечити поля потрібною кількістю вологи й рятувати країну від

катастрофічних повеней. **Початок іригаційного землеробства** був пов'язаний у Стародавній Месопотамії з дренажними роботами. Родючий мул погано доходив до полів, натомість постійно замулював канали і водоймища, тому населенню доводилося регулярно здійснювати важкі роботи по ремонту дамб і очищенню каналів. Досить було іригаційній системі через напад чужинців чи недбалість у зрошенні полів вийти з ладу, як цілі області між Тігром і Євфратом перетворювалися на пустелю.

Природа в Південній Месопотамії не розщедрилась на сировинні ресурси. Там не було ані промислової деревини, ані будівельного каменю, ані металевих руд. Населенню доводилося обходитись у господарських роботах майже виключно річковою глиною та очеретом. Про величезне промислове значення глини свідчить уже той факт, що в уяві тамтешнього населення боги зліпили з глини й саму людину.

**Писемність та освіта.** Одним із основних культурних, надбань населення Стародавньої Месопотамії було створення системи письма, що її європейці назвали клинописом (рис. 2.1).

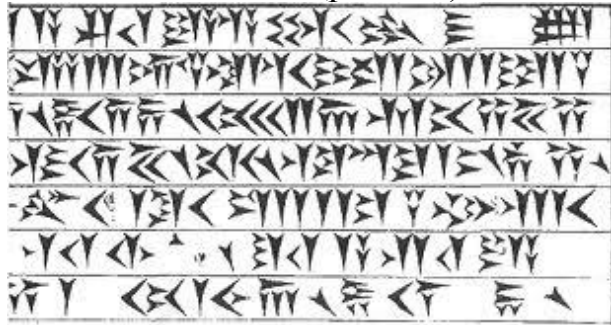


Рис. 2.1 Клинопис

Старомесопотамські писемні джерела "заговорили" з істориками лише у ХІХ столітті. Ключ до дешифрування клинописного письма, на якому вони складені, віднайшов на початку ХІХ ст. вчитель німецького лицю Георг Гротефенд (рис. 2.2).

Шляхом логічних умовиводів та геніальних здогадок він зумів

прочитати короткий напис, зроблений на колоні царського палацу в Персеполі трьома мовами: староперсидською, вавилонською (діалект аркадської) та еламською (копію цього напису доправив до Європи у ХVІІІ ст. італійський мандрівник П'єтро делла Балле). На персидській частині Персепольського напису Георг Гротефенд прочитав імена царів Дарія і Ксеркса та батька Дарія I - Гістаспа, правильно встановивши значення дев'яти клинописних знаків.



Рис. 2.2 Георг Фрідріх Гротефенд, 1775-1853 р.

Староперсидський клинопис був остаточно дешифрований лише в середині ХІХ ст. норвежцем Х. Лассеном, французом Бюрнуфом та англійцем Г. Роулінсоном. До кінця 50-х років ХІХ ст., користуючись методом дешифрування староперсидського клинопису, вчені прочитали також вавилонську та еламську частини Бехістунського напису, а на початку ХХ ст. навчилися читати й шумерські тексти. Дешифрування клинописного письма було неймовірно важким. У 1857 р. спеціальна комісія, створена в Лондоні при Академії наук, влаштувала ассиріологам Г. Роулінсону, Ф. Тальботу, Е. Хінксу та Ю. Опперту

випробування. Їм вручили нещодавно знайдений клинописний текст і запропонували перекласти і встановити його авторство. У призначений день усі четверо подали комісії результати своєї праці. Виявилося, що всі переклади збіглися майже дослівно, автором тексту одностайно було названо асирійського царя Тіглатпаласара I. Відтоді у можливість читати й розуміти клинописні тексти повірили навіть найупертіші скептики, й 1857 р. став роком народження нової історичної науки — асиріології. З перебігом часу від неї відокремилися як самостійні науки еламістика та шумерологія.

Письмо у своєму розвитку пройшло три послідовні стадії: піктограму, ідеограму та фонограму (фонограма в Месопотамії — виклад на письмі звукових складів).

Спершу клинописне письмо було дуже громіздким, налічувало близько двох тисяч знаків. Поступово вавилонці та асирійці зменшили кількість знаків до 350—400.

Найдавніші шумери писали вертикальними стовпчиками згори донизу, причому самі стовпчики слідували справа наліво. Поступово шумери перейшли на більш зручний спосіб розташування клинописних знаків — горизонтальними рядками зліва направо, проте остаточно перейшли на такий спосіб письма вже асирійці.

В епоху Середньовавилонського царства клинопис став міжнародним дипломатичним письмом на Близькому Сході, його використовували навіть єгипетські чиновники. Проте з останньої третини II тис. до н. е. клинопис почали витісняти стародавні алфавіти, причому навіть у Вавилонії. Асиріологи вважають, що клинописне письмо поступилося місцем алфавітному не стільки тому, що останнє простіше й зручніше, скільки внаслідок поширення на Близькому Сході арамейської мови.

Основним матеріалом для письма в Месопотамії слугували вологі глиняні дощечки, на яких клиновидні знаки витискували загостреною очеретяною паличкою. Списану глиняну дощечку потім сушили на сонці чи випалювали на вогні. Писати доводилося швидко, поки не висохла глиняна табличка, й відразу записувати весь текст.

Глиняними "книгами" було незручно користуватись через їх громіздкість. На початку I тис. до н. е. у Месопотамії почали писати також на вкритих тонким шаром воску дерев'яних дощечках, які потім зброшуровували в книги за допомогою шнурка. Користуватись такими "книгами" було зручніше, ніж важкими й крихкими глиняними табличками.

Ще в шумерську добу в країні існували школи, причому більшість із них були світськими, а не храмовими (жерці в Месопотамії у своїй масі були неписьменними). Школи готували землемірів, чиновників-писців. Освіта допомагала їм робити кар'єру, однак не вводила їх автоматично в коло суспільної еліти. Поступово школи стали готувати спеціалістів ширшого профілю, випускники вже не просто вміли читати й писати, а й опанували основами тодішніх наукових знань з лінгвістики, математики, астрономії, медицини, права, що давало змогу їм не лише обіймати чиновницькі посади, а й

випробувати себе на науковій та викладацькій ниві.

До школи записували 5—7-річних дітей, здебільшого хлопчиків, до того ж із заможних родин (навчання було платне). В одній школі навчалось 20—30 учнів, причому класів не існувало, молодші та старші вчилися разом. Більшість учнів закінчували школу в 20—25-річному віці. Вчилися діти по-різному. Одні старалися й досягали чималих успіхів у каліграфії та стилістиці, інші вчилися абияк, а потім намагалися звалити провину за своє неуцтво на вчителів. Любов до навчання в школі прищеплювали за допомогою засобів фізичного впливу.

У розвитку месопотамського шкільництва існували свої проблеми. Головна з них — не завжди високий професіональний рівень учителів, їхня корумпованість. Так чи інакше, школа (по шумерськи вона називалась Е-дуба, тобто "дім табличок") була в історичній перспективі охоронцем культурної спадщини, забезпечувала зв'язок між минулим та сучасним.

У найбільших культурних центрах Месопотамії можна було здобути й вищу освіту. В Урі, Ніппурі, Вавилоні, Шаду-пумі існували своєрідні "наукові академії" чи "університети", які готували духовну еліту: вчителів, митців та ін.

У Месопотамії зародилася бібліотечна справа. В Ассирії, зокрема, існували найдавніші у світі бібліотеки, одну з яких заснував в Ашшурі Тіглатпаласар I, іншу, в Ніневії, Ашшурбанал. Найбагатшою і найкраще впорядкованою, як уважають ассиріологи, була ніневійська бібліотека, фонди якої налічували понад 25 тис. "книг" з усіх тодішніх галузей знань. У цій бібліотеці, яка служила заодно державним архівом, зберігалися також політичні трактати, царські укази, податкові списки, донесення царських намісників і воєначальників, купчі, контракти й договори тощо. Ніневійські бібліотекарі систематизували книжковий фонд, навіть придумали для глиняних "книг" спеціальний шифр та нумерацію "сторінок", без чого відшукати потрібний текст серед тисячі зовні однакових було б надзвичайно важко.

Ассирійці придумали також спосіб тиражування потрібних текстів. Для цього вони виготовляли з випаленої глини штампи з випуклим дзеркальним шрифтом, з допомогою яких потім робили відбитки на мокрій глині.

Ще в Шумері зародилася архівна справа. Царські та храмові архіви існували в Лагаші, Ніппурі, Марі, Угариті, Алалаху та інших центрах. Були і приватні архіви.

**Науково-практичні знання Стародавньої Месопотамії.** Господарське життя в Месопотамії, як і в Єгипті, потребувало певного рівня науково-практичних знань.

**Математика.** Вже шумери досягли разючих успіхів у математиці, заклавши тим самим фундамент для розвитку вавилонської математики. Вони, зокрема, знали чотири арифметичні дії, вміли підносити до степеня, добувати квадратний і кубічний корені, обчислювати площу ряду геометричних фігур, винайшли примітивну систему дробів, знали арифметичну прогресію тощо, навіть склали спеціальні таблиці для швидкого множення та ділення. Вавилонці, спираючись на математичні надбання шумерів, за тисячоліття до Піфагора відкрили його теорему, навчилися обчислювати об'єм окремих просторових

фігур і площу земельної ділянки неправильної форми (вони розбивали її на ряд правильних фігур, визначали їхню площу, а потім результати додавали), знали число "π".

На думку сучасних математиків, порівняно з іншими передньоазіатськими народами давнини вавилонці досягли в галузі математичних знань найбільших успіхів.

Шумери та вавилонці знали десятиричну систему обчислень, однак на практиці більше користувалися шістдесятиричною. Свої навички й уміння в цій науковій галузі вони передали у спадок європейцям. Наочним прикладом використання в європейській математиці месопотамської шістдесятиричної системи обчислень є те, що ми нині поділяємо коло на 360 градусів, годину — на 60 хвилин, хвилину — на 60 секунд.

**Важливим досягненням вавилонців у галузі природничонаукових знань** було створення єдиної системи мір і ваги, яку в них потім запозичили інші стародавні народи Близького Сходу й окремими елементами якої ряд азіатських і європейських народів користувався аж до XVIII ст.

Елементарною ваговою одиницею в цій метричній системі був шеум (46,75 мг — вага ячмінного зерняти). 180 шеумів складали шекель (8,4 г), 60 шекелів — міну (близько 500 г), 60 мін — талант (30,3 кг). Об'єм вимірювався в силах (0,84 л) та гурах (300 сил). Мірою довжини служили палець, долоня, лікоть.

**Астрономія.** Ще з незапам'ятних часів у Вавилонії велися спостереження за зоряним небом — нагромаджувався емпіричний матеріал з астрономії. Успіхи шумерів, а особливо вавилонців у цій галузі природничонаукових знань були просто неймовірними, якщо зважити на тодішній низький технічний рівень суспільства. Зокрема, шумери вже знали всі планети Сонячної системи, включаючи Уран, Нептун, Плутон. їх описи Урана й Нептуна підтвердилися результатами обстеження цих планет американською космічною станцією, запущеною 1986 р. Вавилонські жерці-звіздарі заклали основи сучасної небесної механіки. Вони з разючою точністю обчислили орбіти Меркурія, Венери, Марса, Сатурна, екліптику Сонця та Місяця. Зокрема, проміжок часу між двома послідовними проходженнями Місяця через найближчу до Землі точку його орбіти вони знали з точністю до кількох секунд, а між двома послідовними однойменними фазами Місяця — до часток секунди. Вавилонці склали детальну карту зоряного неба, на яку нанесли всі видимі неозброєним оком світила. У середині XI тис. до н. е. вони добре знали 12 сузір'їв Зодіака і дали їм сучасні назви (Скорпійон, Лев, Рак, Близнята, Козерог, Стрілець, Водолій, Телець, Овен, Терези, Риби та Діва). Велось спостереження також за кометами та метеоритами, було помічено черговість сходу окремих зірок (в одному з вавилонських астрономічних трактатів констатувалося: "Коли сходять Стріла, Змій і Лев, то Гула й Орел заходить. Коли сходять Лук і Цар, то заходить Коза. Коли сходять Ерідусь й Ворон, заходить Пантера"). Всі астрономічні явища населення Месопотамії, звичайно, пояснити не могло, його загальна уява про будову Всесвіту ще залишалася фантастичною.

Вважалося, наприклад, що Земля опукла (єгиптяни ж гадали, що пласка),

що таку саму форму має й небо, тільки воно більше за землю. Небо складається з трьох сфер, причому люди бачать лише першу сферу - по ній рухаються світила. Через спеціальні отвори в небесній тверді падає на землю дощ. Небо спирається на фундамент і кріпиться до нього. Небесний фундамент відгороджений від земного океану потужним валом. На поверхні Землі живуть люди, звірі, птахи; у Середній Землі мешкає бог підземних вод Еа, а в Нижній Землі лежить царство мертвих, у якому володарює люта богиня Ерешкігаль, яка живе зі своїми слугами-Ануннаками в палаці, обнесеному сімома концентричними мурами.

Астрономічні знання в Месопотамії перебували в симбіозі з астрологією. Шумеро-вавилонці вірили в магію небесних світил, вважали появу комети чи падіння метеорита за боже знамення, ворожили по зорях, складали гороскопи. Вони, наприклад, вірили, що той чоловік, у день народження якого зійшла Венера та зайшов Юпітер, неодмінно буде під каблуком своєї жінки. У Нововавилонському царстві ворожіння по зорях стало справжньою наукою. Своїми астрологічними прогнозами вавилонські жерці впливали на політику, підводили релігійну базу під двірцеві перевороти. Але цілковитого зрощення астрономії з астрологією у Месопотамії не відбулося. Навіть більше, як гадають дослідники, вавилонська астрономія, яка слугувала для потреб місячного календаря та узгодження його з календарем сонячним, вважалася справжньою теоретичною наукою.

Завдяки регулярним астрономічним спостереженням у Месопотамії ще в сиву давнину виник украй необхідний для іригаційного землеробства місячний календар (ним і досі користуються мусульмани та населення Ізраїлю). Календарний рік складався з 12 місяців, половина з яких мали по 29 діб, а ще половина — по 30 діб. Початок кожного місяця обов'язково збігався з появою молодого місяця. Новий рік починався наприкінці березня - на початку квітня, в день весняного рівнодення. Для узгодження місячного року з сонячним вавилонці час від часу включали до нього високосний місяць. Вони запровадили близько 700 р. до н. е. семиденний тиждень.

**Медицина.** Вагомих успіхів досягла в Месопотамії народна медицина, символом якої служило зображення двох гадюк, обвитих навколо жезла,— прообраз емблеми сучасної медицини.

Вавилонські медики особливу увагу приділяли діагностиці. Діагноз ставили на основі вивчення симптомів недуги. Хворих лікували мазями, компресами, масажами, мікстурами, виготовленими з кухонної солі, річкового асфальту, неочищеної олії, молока, вовни, пива та ще бозна-чого. Панацеєю від усіх болячок вважалася вода. Одним із профілактичних засобів проти хвороб населення вважало дотримування правил особистої гігієни.

Вельми престижною була в Месопотамії професія баби-повитухи, яка була спеціалістом на всі руки. Вона не лише приймала роди, а й здійснювала реєстрацію новонароджених.

Медичні послуги в Месопотамії коштували дуже дорого і були доступні далеко не кожному. Бідняки одужували чи помирали самі, без допомоги медиків. Геродот повідомляв, що тих болящих, кому послуги медиків були не по кишені,

виносили прямо на вулицю, сподіваючись, що хто-небудь поділиться досвідом, як він зумів побороти такий самий недуг, адже пройти повз хвору людину й не запитати, на що вона скаржиться, у вавилонців було не заведено.

У Вавилонії медицина перебувала під контролем держави, яка встановлювала розмір гонорару хірурга, суворо карала за недбало здійснену операцію. Круті заходи державної влади в боротьбі з шарлатанами від медицини були викликані тією обставиною, що розтин трупів у Месопотамії вважався блюзнірством і теоретичні знання та практичні навички місцевих ескулапів були вельми скромними. Досить сказати, що ледве не єдиним хірургічним інструментом у руках вавилонського медика був великий бронзовий ніж, яким доводилося робити операцію навіть на оці.

Вавилонські медичні трактати відверто рекомендували лікарям не братися за лікування важко хворих. Медицина в Месопотамії ще не стала наукою. Було зроблено лише перші кроки щодо запровадження в медичну практику окремих раціональних методів лікування, які до того ж поєднувалися з цілим арсеналом магічних дій і заклинань, у цілющі можливості яких населення вірило не менше, ніж у мазі, компреси, мікстури, хірургічне втручання.

Населення Месопотамії упродовж століть і тисячоліть нагромадило значний емпіричний матеріал про явища й процеси в природі, навіть здійснило спробу систематизувати його шляхом класифікації тварин, рослин, мінералів. Теоретичне осмислення законів природи гальмувалося суто прагматичним підходом до наукових знань. Утім, скоріше за все, саме прагматизм і приводив іноді до вражаючих відкриттів стародавню людину.

**Електрика.** У літературі висловлюється думка, що шумери, можливо, вже знали явище електролізу, яке вони використовували в ювелірній справі для припаювання золотих кульок до срібних пластин. В Іракському державному музеї зберігаються їхні глиняні посудини, які, ймовірно, служили дві тисячі років тому гальванічними елементами (з'єднавши такі елементи в батарею, можна було одержати струм, достатній для гальванопластики).

**Оптика.** Вавилонці розкладали сонячне світло на сім кольорів спектра, осягнули секрет виготовлення емалей і барвників, задовго до середньовічних алхіміків намагалися відшукати філософський камінь, здатний слугувати універсальним лікувальним засобом (панацеєю) чи перетворювати звичайний метал на благородний.

**Географія.** Військовим і торговим потребам служили географічні знання. Мандрівники й купці, посли й військові чини в Месопотамії користувалися картами-схемами окремих місцевостей та спеціальними путівниками, в які було внесено назви найважливіших населених пунктів і вказано відстань між ними в годинах ходьби. Вавилонці навіть спробували скласти "мапу світу", хоча і досить примітивну.

**Право.** Високого рівня досягли в Месопотамії правові знання, про що свідчить "Кодекс законів Хаммурапі". Хаммурапі склав свої закони вже на 3 році царювання - вони були записані на глиняних табличках. Згодом, на 35 році царювання, коли йому вдалося перемогти всіх своїх ворогів "зверху і знизу", за



його наказом закони були висічені на чорному базальтовому стовпі (рис. 2.3). Тоді, очевидно, складено вступ і закінчення до законів.

Цей базальтовий стовп знайдено наприкінці 1901 року французькою археологічною експедицією в м. Сузи. Елламський правитель наказав у центрі стовпа очистити місце, очевидно, для свого власного запису, але самого запису він не зробив. На сьогодні цілком невідомі 21 стаття. Всього ж текст законів Хаммурапі, крім прологу і епілогу, налічує 282 статті.



Рис. 2.3 Стелла з законами царя Хамурапі

Закони Хаммурапі являють собою надзвичайно цікавий законодавчий пам'ятник. Це дуже важливе джерело в історії держави і права стародавньої Месопотамії. На противагу іншим збіркам правових актів та законів Месопотамії, кодифікація не носить божественної волі. У пролозі Хаммурапі вказує, що бог сонця та справедливості Шамаш, з'явився цареві уві сні, розпорядився, щоб той встановив в країні "право і справедливість", та вручив йому свої закони. В епілозі цар ще раз наголошує на необхідності дотримуватись всіх цих законів. Він також проголошує, що буде захищати усіх потерпілих і скривджених

У законах Хаммурапі регулюється цілий спектр правових відносин вавилонського суспільства, зокрема в галузі цивільного, зобов'язального права, шлюбно - сімейного та спадкового права, трудових відносин, кримінального та кримінально - процесуального права. Це типова кодифікація рабовласницької держави, де всі права і привілеї закріплені за рабовласниками, а раб - особа безправна.

**Історія.** Історичні знання ще перебували на початковому етапі свого розвитку, зводилися до простого переліку найважливіших міжнародних подій і договорів та складання царських списків.

Лише в III ст. до н. е., тобто вже в Елліністичну добу, вавилонський жрець бога Мардука Берос написав грецькою мовою "Вавилонську та Халдейську історію" - перший системний виклад історії Вавилонії від "допотопної" доби до епохи Олександра Македонського.

**Лінгвістика.** Більших успіхів досягло населення Вавилонії в галузі лінгвістики, чому посприяло існування в країні кількох мов: шумерської, аккадської (вавилонської), арамейської. Тамтешні філологи працювали над збагаченням лексичного фонду, вдосконалювали систему письма та граматичні форми. Вони залишили нам у спадок цілий ряд слів: книга, драгоман, гіпс, ладан, міра, нафта тощо.

Ассирійська культура значною мірою була синкретичною. Ассирійці користувалися вавилонською метричною системою, елементами вавилонського права, багатьма іншими науковими досягненнями вавилонців, окремими

египетськими та хетто-хурритськими художніми традиціями тощо. Проте внесли і свій вклад у спільну скарбницю передньоазіатської культури. Зокрема, вони мали неабиякі здобутки в інженерії, які особливо широко застосовувалися у військовій справі, розробили систему водопостачання міст (побудований Сінаххерібом канал, яким надходила річкова вода в Ніневію. перетинав за допомогою арочних акведуків кілька ущелин і долин).

**Будівництво й архітектура.** У Месопотамії дуже рано (за останніми даними, раніше, ніж у Єгипті) починають будувати іригаційні споруди. Іригація мала планомірний, великомасштабний характер. Повені Євфрату бувають дуже сильними, але нечастими. Тому копалися величезні котловани, які заповнювалися водою під час повені - так створювався запас води на час посухи. Геродот описав судноплавний канал, проритий між Тигром і Євфратом.

Накопичений досвід став використовуватися в будівництві. У кінці IV тисячоліття до н. е. шумери вже будують міста, у яких складаються і перші державні структури. Виникає монументальна архітектура. Під час розкопок була знайдена статуя жерця, правителя шумерського міста Лагаша на ім'я Гудеа, який жив у XXI ст. до н. е. Він зображений з планом майбутнього храму в руках. Це – свідчення одночасно високої будівельної техніки і значущості, яку правителі надавали будівельним роботам. Монументальне будівництво, як і іригація, - яскравий приклад перемоги людини над несприятливими природними умовами. Справа в тому, що в Месопотамії немає готових будівельних матеріалів – каменю, дерева. Всі гігантські споруди зводилися з глиняної цегли.

Основними монументальними будовами були храми і палаци. Храми часто розміщувалися на вершині багатоступінчастої башти – зіккурату. Зіккурати склалися з декількох складених суцільною цегляною кладкою платформ, розміри яких зменшувалися догори. Вважалося, що такі східці сполучають землю і небо (рис. 2.4). Храм знаходився на верхньому майданчику, піднятися до нього можна було довгими сходами і похилими підйомами. Такі процесії становили частину релігійних церемоній.

"Храми - гори", які створювалися працею селян - общинників і рабів, ставали символами всемогутності держави. Слава месопотамських будівельників відбилася в біблійній розповіді про Вавилонську вежу. До речі, при розкопках давнього Вавілона був знайдений фундамент гігантського зіккурату, який, ймовірно, і був її прообразом.

Величними, як і культові споруди, були палаци правителів Шумера, Аккада, Вавилонії і особливо Ассирії. Вхід до царського палацу в Ніневії був прикрашений величезними статуями божеств - крилатих людино-биків і людино-левів. На стінах залів - сюжетні рельєфи, які детально зображують життя правителя. Найбільш відомі - рельєфи, присвячені полюванню – улюбленому заняттю ассирійської знаті. Звірів тримали у спеціальних вольєрах – перших попередниках сучасних зоопарків, а перед полюванням випускали. Рельєфи чудово передають динаміку, азарт погоні. Особливе враження справляють драматичні сцени загибелі тварин – левиці і лева, газелей, диких коней.

Розкопки у Вавилоні дозволили уточнити, як виглядали легендарні "висячі сади" цариці Семіраміди. Це була кам'яна будівля, яка складалася із ступінчастих терас. На кожній терасі був шар землі, де і розбивали сад. Вода вгору подавалася за допомогою лопатевого водопроводу.

Постійні війни вимагали зведення оборонних споруд. Міста Межиріччя стають справжніми фортецями.

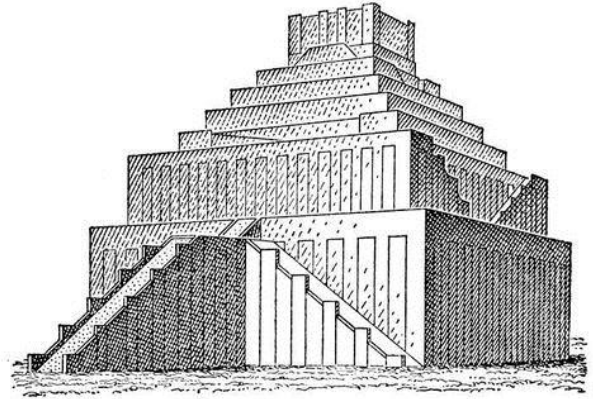


Рис. 2.4 Зіккурат Єтеменанкі (Вавилон)

**Техніка і технології Стародавньої Месопотамії.** Основу економічного розвитку тогочасного Півдня Месопотамії становило іригаційне землеробство. Знаряддя обробітку були примітивні — заступ, плуг, сівалка. Жали глиняним серпом із уставленими в нього крем'яними зубчиками, молотили на току ціпом чи спеціальними санками, у полозках яких були вкраплені кремінчики. Вирощували у XI—VIII тис. до н. е. ячмінь, пшеницю, просо, горох, боби, гірчицю тощо, лікарські рослини, культивували фінікові пальми. Для населення Месопотамії фінікова пальма була справжнім "деревом життя", бо з неї виробляли близько 360 видів різноманітної продукції. Для підвищення її врожайності вже 4000 років тому застосовували штучне запилення. Хоч і менше, але вирощували також яблуні, гранатове дерево, а в другій половині III тис. до н. е. - виноград. Держава підтримувала садівництво, за зрубання садових дерев у чужому садку було встановлено штраф - півміни срібла (252 г). Основною технічною культурою був кунжут (сезам), із якого виготовляли олію для натирання та культових ритуалів. Розвивалося також тваринництво.

Здавна у Південній Месопотамії розвивалися ремесла, особливо будівельна справа, теслярство, ткацтво, чинбарство, пивоваріння, виробництво парфумів та ін. Убогість сировинної бази змушувала населення виготовляти знаряддя праці, навіть інструменти, з глини. Велику кількість в'язкої алювіальної (наносної) глини використовували в гончарній справі. **Перший на планеті гончарний круг виготовлено в Месопотамії в першій половині V тис. до н. е.** Тут уперше стали виробляти глиняну цеглу, яка стала основною серед будівельних матеріалів.

Усе населення об'єднувалось в іригаційно-землеробські общини (міські та сільські) і спільно володіло не тільки землею, а й водою для її зрошування. Держава підтримувала в належному стані всю іригаційну мережу, а община — окремі її ділянки. Общинна організація була дуже міцною, але в ній не було ні майнової, ні соціальної рівності. Жрецтво й чиновництво становили її верхівку. Незначна частина збіднілих общинників виходили з неї і влаштовувалися за службовий наділ чи пайок.

**Вавилонська держава.** З утворенням Вавилонської держави (II тис. до н. е.) на території Месопотамії сталися значні зміни в економічному розвитку.

Вавилоняни почали використовувати в землеробстві шадуф, за допомогою якого подавали воду на ті земельні ділянки, до яких не доходили паводкові води. Освоєння високих полів сприяло розвитку садівництва. Іригаційна система була в руках держави. Раціональне ведення іригаційного землеробства дало можливість успішно розвивати тваринництво. Заможні господарі тримали великі стада худоби, яку вони здавали в оренду безтягловим селянам.

**Ассирія.** Економічний розвиток Ассирії. У північних гористих місцевостях Месопотамії державність сформувалася на ціле тисячоліття пізніше, ніж у Вавилонії. Як і на південних землях, населення Ассирії займалося іригаційним землеробством, яке тут відіграло набагато скромнішу роль. Більшого розвитку набуло садівництво та виноградарство на південних схилах гір і тваринництво. Скотарство забезпечувало сировиною виробництво шкіри. Шкіру широко використовували в побуті, у військовому оснащенні і як матеріал для письма.

Розвивалися в Ассирії, багатій на промислову сировину, також ремесла, особливо виробництво зброї та військового спорядження, металургія, будівництво.

Найбільше уваги ассирійці приділяли посередницькій торгівлі, тісно пов'язаній із військовими пограбуваннями. Розвиток торгівлі потребував надійних шляхів. Саме тому тут уперше в світі проклали дороги, вимощені камінням і цеглою, місцями навіть залиті асфальтом. Через канали й річки будували дерев'яні та кам'яні мости.

Для виготовлення ювелірних виробів застосовували лиття у формах, паяння, клепання, розкачування металів у листи, гранулювання, винайдені в Месопотамії 4,5 тис. років тому. Маленькі кульки з дорогоцінних металів наклеювали на металеву поверхню за допомогою пасти, виготовленої з рибного клею, гідроксиду міді й води, після чого виріб обпалювали. Така технологія ювелірного виробництва поширилася у Європі, проте в часи Середньовіччя її секрет було втрачено і знову відкрито лише в 1933 р.

**Нововавилонське царство.** З розпадом Ассирійської імперії й утворенням Нововавилонського царства (VII—VI ст. до н. е.) на південних і північних територіях крок уперед зробив господарський розвиток. Вавилоняни нової доби побудували складну гідротехнічну систему, яка забезпечила цілорічний полив землі. Це дало можливість тамтешнім землеробам перейти на двопільну, навіть на трипільну, систему рільництва. Успіхи в іригаційному землеробстві сприяли розвитку тваринництва та птахівництва.

Значного розвитку набули ремесла. Вавилоняни вже виробляли кольорові облицювальні кахлі, виготовляли добротний текстиль, що славився в усьому стародавньому світі.

Великих успіхів досягло будівництво. Було започатковано систему благоустрою міста: будинки міських жителів уже в III тис. до н. е. мали плити, водогони, каналізацію. Розвивалися транспорт, шляхове будівництво. Саме тут уперше в IV тис. до н. е. застосували колісний транспорт.

У Месопотамії приблизно в 2000 р. до н. е. винайшли миучий і

дезінфікуючий засіб - мило, яке варили з рослинної олії й лугу. Цілком очевидно, що господарство Месопотамії мало натуральний характер. Разючих майнових контрастів суспільство не знало, оскільки життєвий рівень основної маси громадян був досить високий. Той, хто не мав власної землі, міг досить безбідно жити з найму чи оренди. Рабство мало патріархальний характер. У суспільному виробництві рабська праця відігравала незначну роль, основним же суспільним виробником були селяни-общинники та ремісничий люд. У великих господарствах, зокрема в храмових, досить широко використовували найману працю.

**Стародавній Єгипет.** У давнину Єгиптом називали вузьку долину річки Ніл починаючи від першого порога і обширну дельту Нілу, утворену кількома річищами, що впадають у Середземне море. Долина Нілу (її ширина коливалася від 1 до 20 км, в середньому 5 - 10 км) називалася Верхнім Єгиптом, а дельта - Нижнім Єгиптом. Назва "Єгипет" грецька, походить від видозміненої греками єгипетської назви найдавнішої столиці Єгипту міста Мемфіса (по-єгипетськи Хетка-Птах або Хі-купта, що означало "фортеця душі бога Птаха"). Єгиптяни називали свою країну словом Кемет - "Чорна", по кольору зораного ґрунту нільської долини, протиставляючи її "Червоній країні" - розпеченим піскам і кам'янистим передгір'ям лівійської і аравійської пустелі.

Єгипет розташований у північно-східному куті Африканського континенту і вузьким Суецьким перешийком пов'язаний з Передньою Азією. По Суецькому перешийку проходила караванна дорога, що зв'язувала Єгипет з культурними центрами Передньої Азії. По Нілу забезпечувалися зносини з Єгипту з далекими країнами Тропічної Африки та Середземномор'я. Важкопрохідні пороги Нілу перешкоджали зносинам з південними країнами, розпечені піски аравійської пустелі відокремлювали долину від Червоного моря, болотиста дельта ускладнювала просування до берегів Середземного моря. До того ж племена кочівників, ворожі Єгипту, жили на південних, західних і східних кордонах, які посилювали його відособленість. Ця географічна ізоляція сприяла формуванню єгипетської цивілізації як самобутнього історичного явища.

Першу періодизацію (табл. 2.2) староегипетської історії склав жрець Манефон. Він поділив історію країни від появи першої династії фараонів до епохи Олександра Македонського на три великі періоди, назвавши їх Стародавнім, Середнім та Новим царствами, причому помістив у кожен з цих періодів по 10 династій фараонів.

**Писемність.** Найважливіші джерела з історії - писемні пам'ятки - "заговорили" лише в 20-х роках ХІХ ст. Так довго не вдавалося їх прочитати тому, що вчені прийняли на віру помилкове твердження античних авторів про відсутність в єгипетській ієрогліфіці фонем.

Знайти ключ до дешифрування єгипетських ієрогліфів вдалося лише геніальному французькому вченому Ж. Ф. Шампольйону (1790-1832) (рис. 2.5). Природа наділила Ж. Ф. Шампольйона феноменальними лінгвістичними здібностями, працелюбністю і цілеспрямованістю. Ще в юнацькі роки він опанував грецьку, латинську, староеврейську, арабську, сирійську, арамейську,

ефіопську, коптську, зендську, пехлевійську, санскрит та деякі інші східні мови і діалекти.



**Рис. 2.5 Жан-Франсуа Шампольйон (1790-1832)**

В дитинстві він захопився староегипетською історією і в дванадцять років приступив до написання фундаментальної наукової праці "Єгипет за фараонів", за яку його в 16-річному віці обрали академіком.

У 1808 р. Ж. Ф. Шампольйон почав працювати над копією Розетського напису (оригінал зберігається у Лондоні) (рис. 2.6).

Чорну базальтову плиту з цим написом знайшов улітку 1799 р. на березі Розетського рукава Нілу один із учасників африканської експедиції Наполеона Бонапарта. Напис був двомовний (білінгва), виконаний трьома системами письма: старогрецькою і двома староегипетськими (демотикою та ієрогліфікою).

**Таблиця 2.2 - Періодизація староегипетської історії**

Назви періодів	Династії	Дати
Додинастичний Єгипет		До 3100 р.до.н.е.
Раннє Царство (Архаїчний Єгипет)	I-II	3100—2800 р.до.н.е.
Стародавнє (Старе) Царство	III--VI	2800—2250 р.до.н.е.
I Перехідний період	VII--X	2250—2050 р.до.н.е.
Середнє Царство	XI-XII	2050—1750 р.до.н.е.
II Перехідний період	XIII-•XVII	1710—1560 р.до.н.е.
Нове Царство	XVIII-XX	1580—1085 р.до.н.е.
Пізнє Царство	XXI-XXX	XI-IV ст. до.н.е.

Вчений переконався, що в єгипетській ієрогліфіці є фонем. Озброївшись цією концепцією і спираючись на спосіб написання в Розетському тексті імен єгипетського царя Птолемея та цариці Клеопатри, Ж. Ф. Шампольйон 14 вересня 1822 р. прочитав в іншому ієрогліфічному написі імена фараонів Рамзеса II і Тутмоса III і, таким чином, довів, що не лише греко-римські, а й єгипетські імена писалися з використанням фонем. Отож ключ до дешифрування

староєгипетського письма було знайдено, і 1822 р. став роком народження нової науки — єгиптології.

Запропонований Ж. Ф. Шампольйоном метод прочитання ієрогліфів був принципово новим у науці, тому геніального француза справедливо назвали "батьком єгиптології". Справу Ж. Ф. Шампольйона продовжила плеяда інших талановитих учених. Вони глибше проникли в таємницю староєгипетського письма, виправили окремі лінгвістичні помилки Ж. Ф. Шампольйона, переклали й прокоментували майже всі відомі нині староєгипетські тексти.



Рис. 2.6 Розетський камінь

Стародавні єгиптяни розмовляли особливою мовою, що входила до афразійської (семіто-хамітської) групи мов. Її лексичний фонд становив понад 20 тис. слів, вона мала розвинену синоніміку і залишила багату лінгвістичну спадщину. Так, староєгипетське походження мають імена Таїса, Пахом, Онуфрій, Сусанна, Пафнутій, топоніми Єгипет, Лівія, Асуан, слова папірус, оазис, ібіс, ебоніт, базальт, натр тощо.

Письмо стародавніх єгиптян пройшло у своєму розвитку три послідовні стадії: піктограму (малюнкове письмо), ідеограму (передача абстрактних понять) та фонограму (передача звуків). Єгиптяни впритул підійшли до створення алфавіту, проте на цьому й зупинилися. Щоб читати письмо стародавніх єгиптян, доводилось вивчити щонайменше 700 ієрогліфів, загалом же їх існувало кілька тисяч.

Хоч ієрогліфічне письмо проіснувало аж до перших століть н. е., поки єгиптяни не перейшли на простіше й зручніше старогрецьке письмо, все ж воно поступово спрощувалося заради скорописання. Близько 3000 р. до н. е. написання ієрогліфів уже настільки спростилося, що важко було відтворити їхній прадавній малюнковий вигляд. Таке спрощене письмо назвали ієратикою, писали стародавні єгиптяни здебільшого горизонтальними рядками справа наліво чи вертикальними — згори донизу, при цьому стовпчики найчастіше розташовувалися справа наліво. Писали загостреною очеретяною щіточкою, яку вмочували в чорне або червоне чорнило. Основним матеріалом для письма був папірус, виготовлений з однойменної рослини, зарості якої в давнину простягалися від нільських порогів до Дельти (нині вони збереглися лише на берегах річок Тропічної Африки).

Папірус для письма єгиптяни виготовляли так. Спершу нарізали зі стебел тонкі смужки, потім склеювали їх шарами хрест-навхрест, спресовували і просушували. Виходили сувої, цупкіші за наш папір, чорнила на них не розпливалися. Довжина таких сувоїв іноді сягала десятків метрів. Єгиптянин тримав сувій у лівій руці й розкручував його в процесі читання.

Грамоту єгиптяни здобували у платних школах, які існували здебільшого при храмах. Школярі не лише вчилися читати й писати, а й опановували тодішні наукові знання. Школи готували грамотних чиновників-діловодів, яким

присвоювали звання "писця, що одержав дощечку". Деякі випускники шкіл досягали вершини чиновницької кар'єри. Любов до навчання у школах прищеплювали за допомогою бамбукової палиці.

Складність староегипетського письма спричинила появу в суспільстві культу грамотності. Грамотність, а не військова звитяжність, цінувалася в Єгипті понад усе, шлях до влади "лежав не через меч, а через перо". Окремі писці зажили собі визнання й слави, їх вважали напівбогами, їхню мудрість оспівували поети.

Єгипетське жрецтво, особливо від доби Нового Царства, намагалося перетворити освіту на свою монополію. Навіть фараон не міг скористатися релігійно-філософськими трактатами, які зберігалися при храмах, без спеціального дозволу жрецької колегії. Греки та візантійці, що ототожнювали єгипетського бога мудрості й письма Тота з античним культом Гермеса, називали ці книги герметичними, тобто недоступними.

Історичне значення староегипетського письма полягає в тому, що воно стало родоначальником найдавнішого алфавіту в Африці та основою для створення семітських абеток, передусім фінікійської, з якої починається біографія сучасного алфавітного письма.

**Наукові знання Стародавнього Єгипту.** Науки з її теоретичними абстракціями в Стародавньому Єгипті ще не існувало, можна говорити лише про розвиток у ньому суто прикладних наукових знань, які перебували в симбіозі з релігійно-міфологічним світоглядом.

У трудових буднях єгиптяни буквально на кожному кроці стикалися з потребою здійснювати математичні підрахунки, без яких неможливо було зводити храми та піраміди, рити канали чи насипати дамби, раз у раз заново межувати поля (щорічні розливи Нілу стирали межові знаки), обчислити врожай тощо. Тому з давніх-давен єгиптяни розвинули прикладну математику.

**Математика.** У III тис. до н. е. вони вже знали арифметичну і, можливо, геометричну прогресії, розв'язували рівняння з одним невідомим, обчислювали площу трикутника, круга, поверхню кулі, об'єм окремих просторових фігур.

Одночасно із застосуванням ієрогліфіки єгиптяни почали записувати цифри. Числа в межах десятка вони позначали відповідною кількістю вертикальних рисок, десятки - значками у вигляді підкови, сотні — значками у вигляді скрученої мотузочки, тисячі - зображеннями лотоса, десятки тисяч — зігнутого пальця, сотні тисяч - птаха, мільйони - зображеннями сидячої фігури божка.

Єгиптяни вже користувалися примітивною системою дробів. Розчленування староегипетської математики на арифметику, алгебру та геометрію було ще в зародковому стані.

**Астрономія.** З незапам'ятних часів єгипетські жерці-звіздарі здійснювали астрономічні спостереження, заклавши основи прикладної астрономії. Вони знали планети Меркурій, Венеру, Марс, Юпітер і Сатурн, фіксували місячні та сонячні затемнення, навіть створили своєрідну карту зоряного неба. Рівень астрономічних знань у країні виявився достатнім для створення простого й зручного сонячного календаря.



Староєгипетський календар мав землеробський характер. Календарний рік поділявся на три великі періоди, по чотири місяці в кожному: повінь (з середини липня до середини листопада, коли розливався Ніл), виходження, або сходи (з середини листопада до середини березня, коли хлібороби готували поля під засів та висівали зерно) й сухість (з середини березня до середини липня — час збирання врожаю та молотьби). Щоб узгодити місячний рік із сонячним (місяць складався з 30 діб), єгиптяни щороку додавали до календаря 5 святкових діб, присвячених богам (у цей блаженний період дозволялося обманювати, не повертати борги тощо). Починався календарний рік 19 липня (в цей день у районі Мемфіса починався розлив Нілу).

Календарний рік у єгиптян відставав від астрономічного лише на 1/4 доби. В межах одного покоління таке розходження (10 діб на 40 років) було майже непомітним, але упродовж століть новорічне свято перекочувало по всіх сезонах року, через що періодично, в межах 1460-річного циклу, єгиптяни святкували зимові свята влітку, а літні взимку (жерці категорично відмовлялися реформувати календар запровадженням високосного дня чи високосного тижня).

Добу єгиптяни ділили на 24 години, що потім стало надбанням усього людства. Вдень вони орієнтувалися в часі за сонячним годинником, а вночі — це ще одне видатне досягнення їхньої прикладної астрономії — по зорях. В епоху Нового Царства єгиптяни також навчилися визначати нічний час завдяки водяному годиннику, причому вже враховували неоднакову тривалість ночі в різні пори року.

Характерно, що староєгипетська астрономія, на відміну від вавилонської, не була тісно пов'язана з астрологією. В єгипетських текстах нічого не говориться про вплив небесних явищ на долю людини.

**Медицина, фармакологія.** Однак найбільших успіхів стародавні єгиптяни досягли в галузі медичних знань (у математиці й астрономії вони поступалися вавилонцям). Пояснюється це тим, що для потреб бальзамування вони здійснювали розтин трупів, а тому добре розбиралися в анатомії. Знання єгиптянами анатомії було настільки повним, що вони зробили геніальне відкриття: не серце, а мозок є керівним центром організму. Як повідомляв Геродот, єгипетські медики вже спеціалізувалися в лікуванні окремих недуг. За допомогою набору медичних інструментів вони робили складні операції, навіть здійснювали трепанацію черепа. Видатним досягненням староєгипетської медицини було також винайдення ефективного способу бальзамування, що його в загальних рисах описав Геродот.

Неабиякі успіхи в розробці раціональних методів лікування не перешкождали тісному зв'язку староєгипетської медицини з магією. Єгиптяни поклалися на цілющу здатність усіляких чаклунських дій не менше, ніж на мікстури, пілюлі, компреси, хірургічне втручання. Все ж вплив магії на народну медицину був у Стародавньому Єгипті набагато скромніший, ніж в інших країнах Стародавнього Сходу. Староєгипетські лікарі мали високий престиж у всьому стародавньому світі.

Староєгипетська народна медицина вплинула на розвиток античної

медицини. Єгипетська рецептура використовувалася в середньовічній арабській та європейській медицині. Більше того, навіть сучасні медики успішно застосовують староегипетську методику лікування деяких тяжких захворювань (псоріазу, екземи, раку шкіри тощо).

**Гуманітарні науки.** У галузі гуманітарних знань, передусім філологічних, успіхи стародавніх єгиптян були скромнішими. Розвиткові єгипетської лінгвістики перешкоджала одномовність населення. Щодо історичних знань, то вони перебували в Стародавньому Єгипті також в ембріональному стані, оскільки зводилися лише до фіксації найважливіших історичних подій без спроби пояснити їх. Єгиптяни розглядали ці події як наслідок божого втручання, а не самостійних вчинків людей, черпали факти не шляхом інтерпретації джерел і викладали їх не задля самопізнання людини. Іншими словами, у стародавніх єгиптян ще не існувало того, що ми називаємо ідеєю історії, а отож і самої історії як науки. Звичайно, історичні знання в них ще не переросли в науку не тому, що єгиптяни не цікавилися своїм минулим, адже, як повідомляв Геродот, серед усіх народів, з якими в нього випала нагода спілкуватися, саме вони найбільше зберігали історичну пам'ять і найкраще розбиралися в історії своєї батьківщини. Найвищим досягненням староегипетської історичної традиції стала історична праця жерця Манефона, яка має важливе значення для сучасної єгиптології.

**Техніка, технології та інженерія у давньому Єгипті.** Матеріальне виробництво базувалося у Стародавньому Єгипті на вкрай низькому технічному рівні — на ручній техніці, яка все ж давала змогу єгипетським майстрам створювати справжні професійні шедеври. Вже в епоху Стародавнього Царства вони використовували великий набір мідних і кам'яних інструментів, за допомогою яких обробляли не лише м'які кам'яні породи та дерево, а й тверді мінерали: граніт, базальт, діорит тощо. Самим куванням і перековуванням єгиптяни робили свій інструмент дуже твердим (це були ножі, пилки, шила, голки, пробійники, долота, тесла, мотики тощо). Користуючись таким інструментом та озброївшись неймовірною терплячістю, тодішні майстри налагодили масове виробництво з твердого (в кілька разів твердішого за залізо) каменю посуду, стінки якого не товщі за звичайний паперовий аркуш. Серед цього посуду були й тонкостінні глеки з вузькою шийкою. Яким чином єгиптяни навчилися робити порожнистою їхню діоритову заготовку, абсолютно не зрозуміло.

У глибоку давнину єгиптяни відмінно освоїли техніку кування й лиття металу. Вони так майстерно викувували з міді різні предмети, що вчені іноді не можуть визначити, ковані вони чи відлиті.

Простою, щоб не сказати примітивною, була технологія кам'яного будівництва. Зводячи храми-гіганти, єгиптяни обходилися не лише без підйомних механізмів, а й без риштування, замість якого використовували піщані насипи. Кам'яні блоки, розміри яких іноді сягали 30 м<sup>3</sup>, вони вирубували з масиву за допомогою важкого кам'яного молота, долота та дерев'яних клинів: їх забивали в скелю, а потім поливали водою, клини розбухали і відривали брилу по наміченій лінії. Вже транспортуючи до будівельної площадки, її шліфували

за допомогою долота та піску, що слугував абразивом.

Спорудження пірамід (рис. 2.7) було працевитратним і простим. Спершу на ретельно вирівняній площадці кам'яного плато закладали ядро майбутньої піраміди. Потім його щільно оточували стінами, що закінчувалися сходами-площадками. Кам'яні брили ядра вагою у 200 т. кожна клали горизонтальними рядами, стіни ж - і це був геніальний винахід єгипетських майстрів-будівельників - зводили з невеликим ухилом усередину, щоб надати їм більшої стійкості й обійтися без отісування зовнішньої поверхні облицювальних плит. Щілини між стіною та ядром засипали щебенем. Оскільки скріплюючого розчину не було, брили доводилось ідеально припасовувати одну до одної. Брили піднімали на верхні ряди кладки не по одному похилому насипу з цегли і землі, як це вважалося раніше, а, скоріше всього, по зведених для кожної з сторін піраміди, використовуючи для цього мідні гаки і канати, а можливо, й дерев'яні качалки, що їх нахилили й підпирали клином.



Рис. 2.7 Піраміда Хеопса

Рівень інженерної думки в Стародавньому Єгипті здатний вразити будь-кого. Єгипетські будівельники блискуче розв'язували складні інженерні завдання. Вони, зокрема, вміли прокладати в товщі піраміди галереї, переходи та камери з надмірним переkritтям, яке надійно витримувало страшний тиск кам'яної надбудови. Навіть більше, якимось незбагненим способом пробивали нові коридори й камери в уже збудованих пірамідах.

Сучасні інженери в захопленні від того, як грамотно спорудили єгипетські архітектори поховальну камеру у піраміді Хеопса, складену з 50—70-тонних кам'яних блоків. На стінах і підлозі цієї камери немає жодної тріщини, хоча над нею тяжіє кам'яне громаддя вагою у кілька мільйонів тонн. Не розплющилася камера лише тому, що єгипетські будівельники завбачливо помістили над нею п'ять розвантажувальних порожнин, верхня з яких має фальшиве переkritтя з велетенських кам'яних брил.

Піраміду старанно проектували. Всі потрібні математичні обчислення при проектуванні виконувалися так ретельно, що відхилення північно-південної вісі пірамід від географічних полюсів або взагалі дорівнює нулю, або не перевищує 2 градусів, а розбіжність вертикальних і горизонтальних ліній у 146-метровій Великій піраміді не перевищує 2 см.

Кожна піраміда лише зовні здається простою спорудою, внутрішнє ж її планування вельми складне. Крім склепу для саркофага з мумією фараона, в ній, здебільшого, є система ходів, "вентиляційних каналів" і пасток для злодіїв. Лжекамери й фальшиві ходи, що закінчувалися тупиками, мали відвести грабіжників від поховальної камери, вхід до якої старанно маскувався й закривався багатотонними кам'яними брилами. Вражає надійність побудованих єгиптянами в гробницях "вовчих ям" та інших пасток для злодіїв.

**Військова справа.** Технічна оснащеність єгипетського війська була гіршою, ніж асирійського, так що єгипетським воїнам доводилося більше покладатися на свій вишкіл та ручну зброю (булави, списи, луки, бойові сокири із сегментоподібним чи напівкруглим лезом, пращі, що ними були озброєні переважно найманці-лівійці та семіти, шкіряні щити, а з часів гіксоської навали - азіатські бронзові мечі із серповидним клинком, запозичені в сирійців пластинчасті панцирі та запряжені кіньми бойові колісниці). Отож не випадково єгиптяни неохоче штурмували ворожі укріплення, надаючи перевагу битві на відкритій місцевості.

**Транспорт.** Розвивати сухопутні засоби комунікації в долині Нілу, яка що року затоплювалася повеневими водами, було дуже складно. Доводилося задовольнятися тимчасовими дорогами, які пролягали по дамбах і греблях. У II тис. до н. е. Фаюмський оазис було сполучено з портовим містом Дельти дорогою, викладеною чорними кам'яними плитами.

Подорожували єгиптяни по-різному, залежно від своїх можливостей. Бідняки поклалися на власні ноги, люди середнього статку їхали верхи на ослі, вельможі користувалися престижним паланкіном — носилками, на яких закріплювався стілець чи крісло. В епоху Нового Царства знать захоплювалася їздою на міцних і елегантних колісницях, запряжених парою коней. Правив колісницею візник чи сам пасажир.

Великий вантаж єгиптяни транспортували на дерев'яних санках, в які впрягалися люди чи бики. Дорогу перед санками поливали, щоб полозки не загорілися від тертя. Колесо єгиптяни знали ще в епоху Середнього Царства, проте колісний транспорт не набув у них поширення, оскільки він руйнував дороги-дамби.

**Основним транспортним засобом у Стародавньому Єгипті були річкові судна.** Уяву про їхню конструкцію можуть дати священні барки фараона Хеопса, одна з яких реставрована, а друга зберігається у своїй кам'яній схованці поблизу царської піраміди. Довжина реставрованої барки становить 43,4 м, ширина — 5,9 м, водотоннажність — близько 40 т. Барка плоскодonna, без кілля, з вузьким днищем. Побудована вона без жодного цвяха, всі деталі скріплені за допомогою шипів і мотузяних стяжок.

В епоху Нового Царства в Єгипті з'явилися невеликі парусні й веслові судна, призначені для плавання по Нілу та каботажного плавання в Червоному й Середземному морях. У носовій чи середній частині такого судна містився вантажний відсік, на кормі стояла каюта. Для транспортування великих вантажів використовувались спеціальні баржі, що їх буксировали судна звичайного типу (на баржах перевозили кам'яніobelіски, вага яких іноді сягала 2400 т, і статуї).

Звичайно, не кожен єгиптянин міг дозволити собі плавання на судні. Бідняки переправлялися на протилежний берег Нілу чи каналу вплав, ризикуючи при цьому стати поживою для крокодилів.

Щоб долати нільські пороги, єгиптяни пробрили через них та в обхід їх, по узбережжю, волоки, стіни яких укріпили дерев'яними шпалами, а дно зробили трохи похилим, що давало можливість перетягувати вантажі без особливих

фізичних зусиль. Завдяки волокам вони могли плавати по Нілу навіть тоді, коли рівень води в річці був низький.

**Житлове будівництво.** Свої житла єгиптяни будували з цегли-сирцю, виготовленої з нільського мулу, піску та січки. Дах найчастіше робили плоским. Бідняцька сім'я задовольнялася обмазаною мулом й обкладеною циновками очеретяною халупою, в якій вона мешкала разом з домашньою худобою. Дрібні чиновники будували чи купували собі невеликі будиночки, які коштували дуже дешево. Вельможі жили в просторих будинках, в яких існували навіть своєрідні ванни та вбиральні. Така оселя разом із господарськими прибудовами, водоймищем, садком і виноградником, оточена захисною стіною, складала садибу.

**Містобудування.** Міста в Стародавньому Єгипті були забудовані одно-, дво- чи триповерховими будинками, дуже схожими між собою, причому їхні стіни впритул примикали одна до одної. Міські будинки мали галереї і портали з двома-чотирма колонами та кількома сходинками, а часом і дві тераси — верхню та нижню. Вікна закривали від сонця та пилюки шторами. Внутрішнє планування будинку було асиметричним.

Оздоблення жител бідняків обмежувалося циновками, на яких вони сиділи, спали, споживали страву. Заможні ж господарі зі смаком обставляли своє помешкання меблями, прикрашеними інкрустаціями із слонової кістки та позолотою. Хатні меблі склалися з ліжок, ніжки яких мали форму бичачих ніг чи лев'ячих лап, низеньких стільців, крісел, столів, лавок і скрині, в якій зберігався домашній скарб. Замість подушки єгиптяни використовували дерев'яний підголівник. Починаючи з доби Середнього Царства, в ужиток увійшли невеликі складні стільці, що призначалися тільки для чоловіків.

**Побут.** Вдягалися єгиптяни якнайпростіше, бо в спеку кутати своє тіло не доводилось. Діти та деякі взагалі ходили голими. Танцівниці та рабині-прислужниці обходилися скромною пов'язкою на стегнах, а коли й носили верхній одяг, то неодмінно напівпрозорий, причому одягали його на голе тіло. Навіть світські дами намагалися побільше оголити своє тіло, передусім торс, руки та ноги, причому носили вбрання, яке щільно облягало тіло, особливо ззаду. Простий і строгий одяг стародавніх єгиптян майже ніяких прикрас не мав і здебільшого був обгорткового типу.

Староєгипетський одяг був переважно з льняної тканини. Тканину із вовни єгиптяни почали використовувати вже в епоху Пізнього Царства, причому виготовляли з неї лише верхнє вбрання. Одягалися вони здебільшого в біле, хоча грубі тканини фарбували й в інші кольори, прикрашаючи стилізованим рослинним орнаментом. Царський костюм, особливо парадний, оздоблювали магічним зображенням кобри, жука-скарабея, коршака тощо, а в період сонцепоклонницької реформи Ехнатона — стилізованими зображеннями сонячних променів.

Єдиним взуттям у єгиптян були прості сандалі без задника, виготовлені з шкіри, очерету, листя папірусу чи пальми. Втім, навіть цю скромну взуванку носили тільки фараон та вельможі, причому й вони мали звичку прогулюватися

босоніж .

Чоловіки в Стародавньому Єгипті голили своє лице. Лише фараон носив накладну борідку завдовжки до 15 см, яка вважалася атрибутом богів і царів. Стародавні єгиптяни любили прикрашати себе, тим більше, що прикраси мали також магічне призначення. Чоловіки носили коміри-наплічники з бус, браслети, персні, а жінки — ще й сережки та ножні браслети. Єгиптянки стягували волосся пов'язкою та металевим обручем, прикрашали зачіску квітами лотоса.

Жінки користувалися косметикою, яка в спеку мала також гігієнічне призначення, вони підфарбовували губи і брови, підводили очі зеленуватою або чорною пастою, обводили їх контрастною чорною лінією, яка сходилась біля зовнішнього кута ока і тягнулася до скроні, що надавало оку мигдалевидної форми; очі, щоб надати їм блиску і розширити зіниці, закапували соком бела донни. Світські дами носили на голові конус із насиченого ароматичною олією жиру. Жир танув, стікав по обличчю, захищаючи шкіру від сонячних опіків.

Простий люд харчувався переважно ячмінними та пшеничними коржами, пшеничною кашею, сушеною рибою, овочевими стравами. Пастухам іноді вдавалося поживитися м'ясом, загалом же і їхній харчовий раціон обмежувався хлібом та овочами. Меню заможних єгиптян було значно багатшим. Вони споживали м'ясо, зокрема дичину, хліб і пироги, молоко й сир, овочі й фрукти. М'ясні страви заможних гурманів були різноманітні й навіть вишукані, адже релігійне табу в Єгипті поширювалося лише на свинину та (в окремих номах) рибу. Напоєм бідноти було пиво, верхи вживали також вино, медові напої.

**Стародавня Індія.** Історію Стародавньої Індії у давнину ніхто не написав. Відсутність історичної традиції й датованих писемних пам'яток унеможливило складання надійної хронології, яка, таким чином, залишається "білою плямою" в індології.

Історію Стародавньої Індії вчені поділяють на такі чотири періоди:

**Індський** (Харапський, Доведійський), на який припадає існування в долині р. Інд найдавнішої цивілізації. Датується він XXIII—XVIII ст. до н. е.;

**Ведійський**, упродовж якого розселялися в Північній Індії арійські племена та зароджувалась цивілізація в басейні р. Ганг (XIII—VII ст. до н. е.);

**Буддійський** (його ще називають Магадхо-Маурійським), протягом якого в країні виникла та поширилася буддійська релігія, що відіграла колосальну роль у суспільному та духовному житті індійців, відбувся економічний розквіт Індії та постали в ній великі держави. Датується VI—III ст. до н. е.;

**Класичний** (чи Кушано-Гуптський) — доба найвищого соціально-економічного піднесення староіндійського суспільства та оформлення кастового ладу (II ст. до н. е.— V ст. н. е.).

Географічний ареал Стародавньої Індії — це весь Індостан, тобто територія сучасних держав — Республіки Індія, Пакистану, Непалу, Бангладеш та Шрі-Ланки. Стародавню Індію обрамовували Гімалаї, її омивали води Бенгальської затоки, Індійського океану та Аравійського моря. Отож у географічному відношенні країна належала до числа найізолюваніших у давнину.

На такій величезній території природнокліматичні умови, зрозуміло, не

могли бути однаковими. Тут склалися три географічні зони: Північно-Західна, Північно-Східна та Південна.

Північно-Західна Індія охоплювала широку долину р. Інд та її численних приток з прилеглими гірськими районами. В сиву давнину Інд мав сім основних приток, проте згодом дві з них пересохли, тому ця територія дістала назву "Країна п'яти рік" — Пенджаб. Розливи Інду, що витікав із Гімалаїв, залежали від танення снігів у горах і тому були нестабільними. Вологі мусони не досягали долини Інду, дощів там випадало дуже мало, влітку шаленіли гарячі вітри пустелі, тому земля вкривалася зеленню лише взимку, коли Інд розливався.

Північно-Східна Індія була розташована в зоні тропіків, її клімат визначався мусонами Індійського океану. Там вегетація тривала впродовж цілого року, а пір року було, як у Стародавньому Єгипті, три.

Природнокліматичні умови у Північно-Східній Індії, де з'явилися найдавніші індійські цивілізації, були загалом сприятливими для господарської діяльності людини. Разом із тим ідеальними їх назвати не можна. Давалися взнаки і страшні посухи, і не менш згубні повені, необхідна була іригація, хоча штучне зрошення полів відіграло в сільськогосподарському розвитку країни набагато скромнішу роль, ніж у Єгипті чи Месопотамії. Іригаційний характер землеробства та потреба відвойовувати землі в джунглів були тими чинниками, які сприяли згуртуванню селян у трудовий колектив, робили селянські общини напрочуд міцними.

Інакше склалися природнокліматичні умови у Південній Індії, відрізаний від Північної суцільним ланцюгом гірських кряжів. У центральній частині материка було можливе лише терасне землеробство. Щодо крайнього півдня материка, то його повноводні ріки з крутими берегами та бурхливою течією не відігравали істотної господарської ролі, тому цивілізація у цьому регіоні постала найпізніше.

У давнину Індію називали Ар'явартою — "країною аріїв". У середні віки існувала ще одна назва Індії — Хіндостан (Хіндустан), європейським варіантом якої й став топонім Індія.

**Мова.** В давнину в Індії існувало кілька десятків мов і безліч діалектів, причому це безпрецедентне мовне розмаїття збереглося в країні дотепер (перепис 1971 р. зафіксував наявність у ній 872 мов та діалектів).

За Ведійської доби в північно-західних регіонах Індії поширився санскрит (термін означає "оброблений", "культурний") — мова індоаріїв. Із староіндійських мов найбільше історико-культурне значення мав, безперечно, санскрит. Санскрит послужив інтегруючим фактором у культурному розвитку країни, тобто виконав ту роль, яка в Китаї випала на долю ієрогліфічної писемності.

**Писемність.** Багатомовність позначилась і на писемності в Індії, адже кожна мова мала свою писемність. В одному з ранніх буддійських трактатів згадувалися 64 різновиди індійського письма, кожен з яких використовувався для окремої мови.

Найдавніша індійська писемність склалася ще в епоху Хараппи, тобто в III

тис. до н. е. Протоіндійська писемність припинила своє існування разом із загибеллю харапської цивілізації, тому історію індійського письма в працях лінгвістів відкривають пізніші тексти, датовані серединою I тис. до н. е. Вони складені санскритом - мовою індоаріїв. Найдавнішими такими текстами були едикти царя Ашоки, де використані два різні алфавіти староіндійського письма: кхароштхі та брахмі. Лінгвісти вважають, що ці алфавіти походять від семітського чи староперського письма.

Писемність в Індії впродовж століть використовувалася майже виключно для потреб діловодства, а вся релігійно-філософська, наукова та художня література передавалася з покоління в покоління в усній формі.

**Освіта.** Освіта в Стародавній Індії тривалий час мала форму мнемоніки, тобто заучування текстів напам'ять.

У перші століття нашої ери в країні з'явилися перші буддійські університети, в яких студенти вивчали релігійно-філософські доктрини, граматику, медицину, логіку тощо. Найбільше славився університет у Наланді, що згорів 655 р. під час політичних негараздів. У Наланді навчалось близько 8 тис. студентів, працювало понад 1,5 тис. викладачів. Конкурс у цей буддійський навчальний заклад становив 4—5 осіб на місце.

**Наукові знання.** Стародавній Індії притаманний високий рівень науково-природничих та гуманітарних знань, які розвинулися не без впливу на них вавилонських та грецьких наукових ідей, особливо в галузях математики та астрономії.

**Математика.** Індійські математики користувалися значенням  $\pi$  (з точністю до четвертої цифри), добували квадратний та кубічний корені, розв'язували рівняння з одним невідомим, раніше за греків відкрили "теорему Піфагора". Вони застосовували позиційну десятиричну систему обчислень, яку в них запозичили араби, а в арабів - європейці, розробили правила арифметичних дій, які практично не відрізняються від сучасних. Отож наша шкільна арифметика має староіндійське походження. Індійці створили цифрову систему, яку називають "арабськими цифрами" і якою нині користуються математики всього світу. Видатним досягненням староіндійської математики було створення розвинутої алгебраїчної символіки, багатшої навіть за грецьку. Індійське походження мають такі загальноживані математичні терміни, як "цифра", "корінь", "синус" тощо.

**Астрономія.** Певних успіхів досягла також староіндійська астрономія, (індійський астроном Аріабхата висловив здогад, що Земля має форму кулі, навіть спробував вирахувати її окружність). Індійці створили примітивний місячний календар, рік у якому починався приблизно в середині квітня й складався з 360 діб, (раз у п'ять років до календаря включали додатковий місяць).

**Фізика та хімія.** Зародилися в Стародавній Індії також фізичні та хімічні знання. Так, індійці виготовляли фарби, ліки, парфуми, цемент тощо. Винайдена ними в давнину оранжево-коричнева фарба кашайя, що нею у Варанасі фарбували текстиль, широко використовується в країні й нині. Гідний подиву той факт, що давньоіндійські металурги знали секрет виплавки чистого заліза,



яке нині вчені добувають грамами лабораторним способом. У V ст. н. е. вони вилили з нього шеститонну колону (рис. 2.8). Вона виконана в формі зрізаного конуса з діаметрами: біля основи — 0,416 м та 0,3 м при вершині і має висоту 7,3 м. Її нижня частина заглиблена на 0,5 м. Вага колони становить близько 6,5 т. Колона має два написи, присвячені двом індійським правителям:



Рис. 2.8 Залізна колона у м. Делі

Чандрагупті, який правив наприкінці III — початку IV ст. та Ананг Палу — XI ст.

Ця колона простояла в умовах вологих тропіків уже понад 1500 років, а на ній немає жодних слідів корозії. В історії світової металургії залізна колона у м. Делі — феномен. Неможливо пояснити, яким чином майстрам V століття вдалося створити цей шедевр. Випадково відлити його неможливо. Звідкіля

майстри дістали такі знання — невідомо. Жодна з гіпотез і досі цього пояснити не може.

**Медицина.** Проте з природничонаукових знань найбільшого розвитку в Стародавній Індії досягла медицина. Індійські медики здійснювали розтин трупів, тому добре знали анатомію людини. Вони робили складні операції, особливо при лікуванні ран і пухлин, застосовували кесарів розтин, знімали катаракти, ампутували кінцівки, робили трепанацію черепа, успішно застосовували протиотруту тощо. В умінні здійснювати пластичні операції обличчя європейська медицина досягла рівня староіндійської лише у XVIII ст. Індійські медики знали лікувальні властивості дієти, психотерапії, правила асептики і, можливо, мали уявлення про бактерії та інші хвороботворні організми, користувалися наркозом.

Численні досягнення староіндійської медицини, рівень якої був вищий за античну, успішно використовують для лікування ревматичних, нервових і шкірних захворювань нинішні індійські, американські та європейські медики. Староіндійський медичний трактат Аюрведа ("Наука про життя") уважно вивчають гомеопати в багатьох країнах світу.

На жаль, не всі секрети староіндійської медицини вдалося розгадати нинішнім медикам, окремі її досягнення стали надбанням лише вузького кола сучасних народних цілителів.

**Лінгвістика та історія.** З гуманітарних знань у Стародавній Індії особливо успішно розвивалася лінгвістика — завдяки існуванню в країні великої кількості мов і діалектів. Найбільше досягнення староіндійської лінгвістики — граматика Паніні Аштадхяї (містить приблизно 4000 граматичних правил), складена в середині I тис. до н. е. Її основна цінність полягає у повноті опису санскриту.

Історичні знання в Стародавній Індії, як про це вже йшлося, не склалися. Причину цього вбачають у безприкладному домінуванні в країні релігійно-міфологічного світогляду, в етнічному та кастовому розмаїтті населення.

Наукові знання в Стародавній Індії, як і в інших старо-східних суспільствах, були утилітарними, мали суто прикладний характер та найтісніший зв'язок із релігією.

**Архітектура.** Архітектурних пам'яток хараппської та ведійської епох збереглося дуже мало. Найімовірніше, тодішня архітектура мала прості й строгі форми, адже принаймні зовні будинки Хараппи та Мохенджо-Даро не мали ніяких декоративних елементів. Розквіт староіндійської архітектури та мистецтва припав на епоху Маур'в та Гуптів.

За доби перших індійських імперій у країні здійснювалось інтенсивне палацове будівництво, проте царські палаци зводилися з дерева й тому не збереглися. Тоді ж розквітла буддійська храмова архітектура, яка була, на відміну від палацової, кам'яною, тому почасти збереглася. Найдавніші її пам'ятки — ступи, в яких зберігалися буддійські реліквії (частини тіла Будди та буддійських святих).

Один із найдавніших храмових комплексів (він, до речі, найкраще зберігся) зведений у Карлі, на південний схід від сучасного Бомбея. Він складається з центральної печери глибиною майже 38 м та справжнього містечка з вирубаних у скелі глухих келій-віхар, у яких ченці перечікували сезон дощів. Але найвідомішим храмовим комплексом є Аджанта в Махараштрі - 29 скельних печер у гористому обрамленні річки Вахуари.

**Господарство Стародавньої Індії.** Основною формою господарської діяльності населення Стародавньої Індії було іригаційне землеробство, яке базувалося на використанні водоналивного колеса. Характерно, що в долині Інду археологи не виявили жодних слідів масштабної іригаційної системи, в долині ж Гангу система штучного зрошення являла собою поєднання каналів та водоналивних коліс.

Найбільше уваги індійці приділяли вирощуванню пшениці, ячменю, рису, бобових, динь, кунжуту, бавовни, льону, цукрової тростини. Ще за Ведійської доби населення Північно-Східної Індії завдяки тепличному клімату та вдалій сівоzmіні навчилося збирати 2—3 врожаї щороку.

Важливу господарську роль у Стародавній Індії відіграло також тваринництво. Ще жителі хараппських центрів тримали корів, буйволів, овець, свиней, кіз, ослів, курей, а можливо, приручили й слона — незамінного помічника людини в умовах джунглів. За Ведійської доби в долині Гангу існували велетенські тваринницькі ферми на десятки тисяч голів великої рогатої худоби. Населення країни тримало так багато корів і буйволів не лише тому, що стало харчуватись переважно молочними продуктами, а й щоб мати вдосталь тяглової сили для багаторазового спущування ґрунтів, переплетених корінням ліан (в індійський плуг, який не вийшов з ужитку в країні донині, впрягали відразу по шість пар буйволів).

**Ремесло.** З ремесел в Індії ще за Хараппської доби розвивалися гончарство, ткацтво, будівництво, ковальство, суднобудування, виробництво фаянсу та скляної пасти тощо. Знаряддя праці в хараппських містах залишалися мідними й бронзовими, залізо ввійшло в ужиток уже за Ведійської доби. Проте свого

розквіту староіндійські ремесла досягли в другій половині I тис. до н. е. — першій половині I тис. н. е. Тодішні ткачі, наприклад, виробляли на примітивних ручних верстатах найтоншу, майже невидиму бавовняну тканину. Далеко за межами країни славилися золототкана індійська парча, вироби із слонової кістки; мечі з індійської сталі носили перські царі.

Індійські ремісники об'єднувались у професійні організації, діяльність яких намагалася контролювати держава. В першій половині I тис. н. е. державний контроль за ними послабшав; ремісничі корпорації, наприклад, уже могли самочинно укладати договори з приватними особами.

**Стародавній Китай.** З більшою підставою, ніж про будь-яку іншу, можна говорити про культурну єдність, своєрідність і замкненість цивілізації, яка сформувалася у Стародавньому Китаї і майже без змін проіснувала аж до XVII ст. н. е.

Традиційна китайська історіографія, а слідом за нею і європейська поділяють історію Стародавнього Китаю (в основу цього поділу покладено династичний метод) на три періоди і ряд підперіодів, а саме: період Трьох династій, який включає в себе династії Ся (XXIII—XVIII ст. до н. е.), Шан-Інь (XVIII-XII ст. до н. е.). Чжоу (XII—III ст. до н. е.), причому історію Чжоуської династії поділяють окремо на Західне Чжоу (XII—VIII ст. до н. е.) і Східне Чжоу (VIII—III ст. до н. е.). У свою чергу, Східне Чжоу розбивають на підперіоди Ле Го — "Багато царств" чи Чунь-цю — "Весна й осінь" (VIII—V ст. до н. е.) і Чжань Го - "Воюючі царства" - (V—III ст. до н. е.); період імперії Цінь (221—206 рр. до н. е.); період імперії Хань (206 р. до н. е.— 220 р. н. е.), що його поділяють на підперіоди: Західна (Перша, Рання, Старша) Хань (206 р. до н. е.— 25 р. н. е.) і Східна (Друга, Пізня, Молодша) Хань (25—220 рр. н. е.).

**Шан (або Інь) — XVIII — XII ст. до н. е.** Було винайдено шовкопрядіння, бронзоливарну справу, ієрогліфічну писемність, зародилися основи містобудування. Велика увага приділялася астрономії. Була встановлена тривалість місяця з 29,5 дня і сонячного року з 366 днів. У календарі були чітко визначені сезони року. Місяць поділявся на декади — повний складався з 30 днів, неповний — з 29.

**Період Чжоу і Чжанго.** У XI ст. до н. е. державу Шан завоювали племена Чжоу. Недовгий розквіт змінився роздробленістю і міжусобними війнами — епохою Чжанго — "Ворогуючих царств" (V — III ст. до н. е.).

Безперервні війни сприяють нагромадженню військового досвіду. Фундатором військової теорії вважається Сунь Цзи. Його "Трактат про військове мистецтво" став каноном військової науки свого часу і досі вважається класикою військово-стратегічної думки.

В епоху Чжоу продовжився бурхливий розвиток астрономії. З'явилися нові прилади для визначення координат небесних світил — армілярні сфери. За 600 років до н. е. було введено сонячно-місячний календар. На 350 р. до н. е. вченим стало відомо, що тривалість сонячного року — 365,25 доби, а місячного — 295 діб. Знаки 12 тварин служили для позначення "земних гілок" циклу в 600 років. У IV ст. до н. е. вченим Ші Шенем було складено перший у світовій історії

зоряний каталог, що включав 800 світил. Починаючи з 240 р. до н. е. точно відмічалася кожна поява комети, відомої зараз під назвою Галлея.

Значними були досягнення давньокитайських медиків. Частина їх методів лікування не втратила своєї актуальності за наших часів: голкотерапія, пульсова діагностика, припікання тощо.

У періоди Чжоу і Чжанго формується китайська філософія. Виникають матеріалістичні переконання, в основі яких лежали уявлення про п'ять першоелементів ("стихій") природи: води, вогню, металу, дерева, землі. Одночасно відбувається становлення головних принципів вчення про протилежні і взаємопов'язані сили Инь і Ян, дія яких розглядалася як причина руху і мінливості у природі. Це знаходить своє втілення в стародавньому літературному пам'ятнику Китаю — "Книзі перемін" (XII — VI ст. до н. е.).

У VI - V ст. до н. е. зароджуються даосизм і конфуціанство. Засновником даосизму вважається мудрець Лао-цзи. У центрі його вчення — поняття Дао ("Шлях"), якому підлеглий весь світ і яке є основою та джерелом всього суцього.

Конфуціанство виникло як етико-політичне вчення і надалі набуло значного поширення. Основоположник вчення Кун Фу-цзи (551 - 479 рр. до н.е.) вважав вічним встановлений Небом порядок, закликав шанувати традиції у сім'ї і державі, ставлячи понад усе виховання людини. Він розробив цілу систему правил і норм поведінки людини. Покірність молодших старшим і народу володарям вводилася у вічний і непорушний закон. Будь-які докорінні зміни засуджувалися. Конфуціанське вчення здобуло популярність серед родової знаті, яка не бажала змін у суспільстві. Проте імператори династії Цинь досить жорстоко боролися проти нього, і тільки у Шаньській імперії конфуціанство стало офіційною державною ідеологією (і було такою до початку XX ст.).

**Династія Цинь.** У недовгий період правління династії Цинь припинилися міжусобні війни, Китай об'єднався. Імператор Цинь Ші-Хуанді розпочав грандіозне будівництво: були прокладені нові дороги, прориті канали, столиця імперії Сяньян обнесена могутніми мурами. Але головне будівництво розгорнулося на півночі, де Китай постійно діймали кочові племена. Щоб обмежити їх проникнення на територію Циньської імперії, почалося зведення знаменитої Великої Китайської стіни (рис. 2.9).

Велика стіна за своїми масштабами і величиною не має рівних в історії світової архітектури. Найінтенсивніше вона будувалася в III ст. до н.е., в епоху династії Цинь. Минали десятки і сотні років, і весь цей час люди продовжували будувати стіну. Світ навколо змінювався, а китайці й далі незмінно продовжували зводити захисну стіну. Її будували і в часи величі Риму, і в дні його занепаду, а також за доби середньовіччя. Останній фрагмент стіни, довжиною в 480 км, було закінчено за часів правління імператорів династії Мін у 1574 р.

У тому, що вона "Велика" сумніватися не доводиться — 8851,9 км довжини з урахуванням вигинів і відгалужень, середня ширина стін 5,5 м (6,5 м біля основи), висота в різних місцях доходить до 10 метрів. На відстані до 200 метрів (стільки приймали за "політ стріли") один від одного по всій довжині стіни

розташовані сторожові вежі. Основним призначенням цих веж було оповіщення про наступ ворога. Так вночі оповіщення про тривогу передавалося від однієї башти до іншої за допомогою розпаленого вогню, вдень за допомогою димів. Як



**Рис. 2.9 Велика Китайська Стіна**

величезна кам'яна змія, Велика Китайська Стіна виходить з Жовтого моря і відповзає прямо в піски пустелі Гобі, через весь Північний Китай. За підрахунками вчених, за час свого будівництва Велика Китайська стіна стала могилою близько 2-х мільйонів чоловік. Велика китайська стіна була включена в список Всесвітньої Спадщини ЮНЕСКО в 1987 році, як одна з найбільших китайських

історичних пам'яток.

З розмахом будувалася і гробниця Цінь Ші-Хуанді (рис. 2.10). Вона оточена двома рядами високих стін, які створюють в плані квадрат (символ землі). На відстані півтора кілометра від гробниці прориті одинадцять підземних тунелів, де розташовувалося "військо", виліплене з глини. Кожний воїн був виконаний у натуральну величину і наділений індивідуальними рисами.

Новий розквіт культури і мистецтва Китаю починається з утвердженням династії Хань. Масштабні гідротехнічні роботи, будівництво палаців, храмів, гробниць вимагали значних математичних знань. У I ст. н. е. було створено трактат "Математика в десяти розділах", який узагальнив знання в цій галузі за декілька віків. Тут уперше зустрічаються від'ємні числа і даються правила операцій над ними.

Новий крок уперед робить астрономія. У 27 р. до н. е. було зроблено перший запис про спостереження сонячних плям. Найвидатніший астроном старовини Чжан Хен (78 — 139 рр. н. е.) зумів нарахувати 2,5 тис. зірок, розташованих в 124 сузір'ях. Він створив перший у світі небесний глобус, що відтворював рух небесних тіл, винайшов перший сейсмограф.



**Рис. 2.10 Теракотова армія**

Тоді ж з'явився компас, що мав вигляд ложки, яка лежить на металевій пластині і вказує ручкою на північ. Набули поширення зубчасте колесо і водяний млин.

Китайці цього періоду були чудовими будівельниками і архітекторами. Зведення будівель на 2—3 і більше поверхів з багатоярусним дахом, критим кольоровою черепицею, було звичайною справою. Подібний тип будівель увійшов в архітектурну традицію і зберігся в Китаї на довгий час.

Триває прогрес писемності. Замість загостреної палички, яка служила для письма лаком на бамбукових і дерев'яних планках, почали використовувати волосяний пензель. На рубежі нашої ери в Китаї була винайдена туш, а потім стали користуватися графітом.

**Винайдення паперу.** Папір – необхідний і дуже важливий атрибут повсякденного життя. З появою паперу людство отримало зручний засіб реєстрації, зберігання й широкого широкого розповсюдження знань і різноманітної інформації, що сприяло подальшому розвитку науки і культури.

За висновками деяких дослідників китайська писемність з'явилась 6 тис. років тому. До винайдення паперу китайці вирізали своє письмо на черепахових панцирях і кісткових пластинах, на мідних посудинах і камінні. З цією ж метою використовували бамбукові або дерев'яні дощечки, а також шовк.

Історія появи паперу в Китаї сягає II ст. до н.е. На той час люди вже вміли виготовляти грубий папір із конопляних волокон. У 1957 р. під час розкопок давнього поховання поблизу Сіаня (провінція Шеньсі) серед поховальних предметів було знайдено залишки стародавнього поживклого паперу. Результати аналізу дозволяють зробити припущення, що цей папір був виготовлений не пізніше періоду правління імператора Уді (141-87 рр. до н.е.) династії Західна Хань, тобто більше 2100 років тому. Він зроблений із лляних волокон з невеликими домішками волокон рамі (рамі – рід багаторічних трав і напівчагарників родини кропивових, у сухих стеблах якого міститься до 21% міцного шовковистого волокна. Інша назва – китайська конопля).

В II ст. н.е. в Китаї почали виробляти папір для письма, сировиною для якого слугували не лише луб'яні рослини, а й луб кори дерев. В історичному трактаті "Хоу Ханьшау" (Історія Пізньої Ханьської династії) згадується придворний євнух Цай Лунь, який жив за часів ханьського імператора Хе-ді (88-106 рр.). Цай Лунь налагодив виробництво паперу, сировиною для якої слугували деревна кора, конопляні відходи (пачоси), ганчір'я і навіть рибацькі снасті. Папір, виготовлений за способом Цай Луня, так і називався "папір князя Цай". Цей історичний запис свідчить про те, що в епоху Східна Хань (25-220 рр.) технологія виробництва паперу зробила великий крок уперед. З того часу папір, як дешевший матеріал і як матеріал, що дозволяв масове виробництво, остаточно замінив бамбукові дощечки і шовк, що використовувались для письма.

Давні китайські майстри розробили повну технологію паперового виробництва, починаючи від переробки сировини і аж до формування і висушування. Було винайдено і відповідне обладнання. Пізніше папір і технологія його виробництва поширились і в інших країнах, передусім у сусідніх з Китаєм В'єтнамі, Кореї, а звідти – в Японії.

**У Китаї було широко розвинене ремесло.** В Цзянсі знаходився центр виробництва керамічних і фарфорових виробів, а Янчжоу славився кораблями.

Шовкові тканини із Ченду проникали на Захід Великим шовковим шляхом. У широких масштабах проводився видобуток солі, обробка металів і каменю. Мистецькі вироби каменярів, різьбярів по дереву і каменю, майстрів з ліплення прикрашали храми, палаци, будинки заможних китайців.

Алхіміки в пошуках еліксиру безсмертя вивчали властивості металів і мінералів. У результаті багатоговікових дослідів було винайдено порох. Лікарі вивчали цілющі якості різних рослин, удосконалювали традиційну медицину. Математики й інженери будували міста, канали й мости. Спостереження за порами року, за небесними світилами розширювали астрономічні знання, астрологи складали гороскопи.

Конфуціанство як офіційна ідеологія регламентувало основні норми життя в країні, стояло на варті моральних принципів і визначало систему освіти. З досвіду пращурів нащадками черпалися принципи взаємин у сім'ї і суспільстві, між правителем і підданими. Шанування предків і давнини, вчення про гуманність, а також обряди і правила етикету стали невід'ємною складовою генетичної пам'яті китайців.

Десятками видів шовкових тканин особливо славився Південь, де й виник унікальний спосіб ткацтва декоративних панно. У XI ст. з освоєнням нової для Китаю культури бавовни з'явилися верстати для її очистки і виготовлення тканин із бавовняної нитки (без домішок льону і коноплі). Удосконалювалась техніка виробництва фарфорових і керамічних виробів.

Отже, китайська цивілізація залишилась єдиною світовою цивілізацією, розвиток якої ніколи не переривався.

По-перше, стародавні цивілізації були попередниками сучасних цивілізацій, однак давні цивілізації Єгипту, Месопотамії або Індії потерпали від воєн і в результаті занепадали під натиском чужоземних завойовників. Саме завдяки притаманній їй силі китайська цивілізація змогла протистояти численним вторгненням іноземців. Китай вистояв, причому захищаючись, він вбирав у себе досягнення інших цивілізацій, збільшуючи в такий спосіб свої духовні й матеріальні ресурси.

По-друге, історія Китаю являла собою безперервний процес внутрішньої консолідації та об'єднання, і кожна народність зробила свій внесок у поступ китайської цивілізації.

По-третє, імператор, його уряд і найближче оточення, під контролем якого здійснювалось об'єднання різних етнічних груп та племен, виступали головною державотворчою силою країни.

Впродовж своєї довгої історії Китай пройшов кілька рубіжних епох, коли різні етнічні групи були вимушені пристосовуватися одна до одної, відбувався процес асиміляції і взаємозбагачення культур.

Розвиток китайської цивілізації ніколи не припинявся – її розвиток не був стрімким, натомість поступовим і неспинним. Китай ніколи не відмовлявся від видатних досягнень людства, постійно поглинав, вбирав у себе все нове, внаслідок чого ця країна нині посідає чільне місце у світі.

## 2.2. Наука і техніка Стародавньої Греції

**Етапи розвитку античної науки** У розумінні сучасної науки античність – це історія і культура Стародавньої Греції і Стародавнього Риму – від виникнення перших давньогрецьких держав (кінець III–II тисячоліття до н.е.) і до падіння Західної Римської імперії та завоювання Риму варварськими племенами (V ст. н.е.).

Буквальний переклад слова "античний" з латинської – "стародавній". В античному світі досягли розквіту всі, без винятку, сфери культури – освіта, наука, техніка література, мистецтво. Творчість античних авторів і в науці, і в мистецтві мала гуманістичний характер, в її центрі була людина, її фізичне й духовне життя.

Треба враховувати, що назва "Стародавня Греція" (у греків - Еллада) означає не єдину державу, а незалежні поліси, які мали спільну мову, релігію, культурні традиції, політичні і торговельні зв'язки. Проявом такої спільності були, наприклад, Олімпійські ігри.

### Основні періоди історії Стародавньої Греції

Історія Стародавньої Греції поділяється на 3 великих етапи: 1) етап крито-мікенської цивілізації; 2) полісний етап античної Греції; 3) елліністичний період.

Перший етап - це час виникнення, розквіту і падіння ранньокласових суспільств і перших державних утворень II тисячоліття до н. е.

Після так званого "дорійського завоювання" (XII ст. до н. е.) починається другий етап розвитку державності в Стародавній Греції, який включає в себе три періоди:

1. Гомерівський, або передполісний ("темні віки"), - XI-IX ст. до н. е.

2. Архаїчна Греція (VIII-VI ст. до н. е.) - час формування полісних структур, Великої грецької колонізації і ранньогрецької тиранії.

3. Класична Греція (V-IV ст. до н. е.) - розквіт давньогрецьких полісів, їхньої економіки, період найвищих культурних досягнень давніх греків.

Останній етап - елліністичний. Він починається походами Александра Македонського (остання третина IV ст. до н. е.) і завершується у 30 р. до н. е., коли остання з елліністичних держав - Птолемеївський Єгипет - була завойована Римом. З цього часу історія Стародавньої Греції та колишніх елліністичних держав вивчається вже в рамках історії Стародавнього Риму.

**Освіта і наука у Стародавній Греції.** Саме в античній культурі наука вперше в людській історії виділяється в самостійну сферу, і можна говорити не просто про накопичення наукових знань (що перебували в руках жерців), а про розвиток професійної науки. В самій культурі Давньої Греції такі види духовно-інтелектуальної творчості, як, наприклад, математика, астрономія або історія, трактувались як своєрідна поетична (або творча) мистецька діяльність людини і навіть мали своїх муз-покровительок. Суттєву роль у такому "поетичному" статусі цих сфер людської діяльності відіграв той факт, що культура Давньої Греції не потребувала "прикладних" результатів мислення та пізнання і визнавала такі потенційні результати за дещо непристойне, низьке. Оскільки



матеріальне виробництво забезпечувалось в основному дешевою працею рабів, то фізична праця могла залишатися важкою, нетворчою і не потребувала особливої раціоналізації. За таких умов пізнання мало скоріше споглядальний, ніж практично зорієнтований характер, і було радше "споглядальним мистецтвом", ніж наукою у сучасному її розумінні.

Виробляється ідеал людини, який передбачає гармонію, поєднання фізичної і духовної краси. З цим ідеалом співвідносилася вся система виховання й освіти, унікальна для свого часу. Саме поліси Еллади вперше в історії поставили завдання давати освіту дітям усього вільного населення (мова йшла насамперед про хлопчиків). Причому увага зверталася як на придбання наукових знань, так і на фізичний розвиток, на засвоєння морального кодексу вільного громадянина. Існували приватні і державні навчальні заклади.

Гімнасії були центрами наукового життя поліса. В Афінах прославилася Академія, де бесіди зі своїми учнями вів Платон і Лікей, заснований Арістотелем. Після гімнасії можна було стати ефебом – учнем вищого навчального закладу, який в полісному епоху був військовим, а в елліністичну докорінно змінився і став цивільним.

Своєрідною формою вищої освіти можна вважати гуртки, що створювалися навколо великих вчених. У Спарті контроль держави над розвитком особистості був досить жорстким. За переказами, новонароджених оглядали члени герусії (міської ради старійшин) і відбирали тільки здорових дітей. Кволих і хворобливих скидали в провалля Тайгетського хребта. Існувала система державного шкільного навчання, обов'язкова для кожного спартіата від 8 до 20 років. Вчилися в школах, на відміну від Афін, і хлопчики, і дівчатка.

**Особливе значення має антична філософія.** У Стародавній Греції зароджується філософія як наукова теорія, розвивається система понять, ставляться і отримують своє оригінальне розв'язання основні філософські проблеми. Однією з найважливіших рис давньогрецької філософії є космологізм - розробка питань про походження Всесвіту, про природу людини.

Першим грецьким філософом, астрономом і математиком традиція вважає Фалеса Мілетського (640/624 — 548/545 до н. е.) - давньогрецького філософа і математика. Представник іонічної натурфілософії і засновник мілетської (іонійської) школи, з якої починається історія європейської науки. Ім'ям Фалеса названа геометрична теорема. Його ім'я починає список "семи мудреців". Йому приписують багато відомих висловів: "Пізнай самого себе", "Найбільший за все простір, тому що він все в собі містить", "Сильніша за все необхідність, бо вона має над всім владу", "Наймудрішим є час, бо він все відкриває". Першоосновою всього сущого Фалес вважав воду – "розумну і божественну". Фалес стоїть біля джерел деміфологізації світу: Зевса він вважав світовим розумом, богів - діючими в світі силами. Фалес став засновником стихійно-матеріалістичної школи філософії.

До матеріалістичної традиції належить атомістична концепція будови світу Демокріта Абдерського (біля 460-370 до н. е.) - давньогрецький філософ, один із засновників атомістики (від "атомос" – неподільний).

В становленні діалектики важливу роль відіграв Геракліт, у постановці і глибокій розробці соціально-етичних проблем - Сократ (469 до н. е., - 399 до н.е.) - давньогрецький філософ, не залишив жодного письмового джерела після себе. Його учень Платон (427 до н. е. – 347 або 348 до н. е.) – давньогрецький мислитель, поряд з Піфагором, Парменідом і Сократом засновник європейської філософії, глава філософської школи, відомої як Академія Платона, став основоположником філософської школи об'єктивного ідеалізму, одним з найвпливовіших філософів усіх часів.

Аристотель (384 до н. е. – 322 до н. е.) - давньогрецький вчений-енциклопедист, філософ і логік, засновник класичної (формальної) логіки) – найзнаменитіший з енциклопедичних розумів в історії людства, в своєму вченні спробував з'єднати сильні сторони поглядів Демокріта і Платона. Його вчення суттєвим чином вплинуло на філософські напрями Середньовіччя і Нового часу.

Відмітною рисою філософських творів елліністичного часу є посилення уваги до окремої людини і її проблем. Філософія Епікура своє завдання бачила у звільненні людини від страху перед смертю і долею, він заперечував втручання богів у життя природи і людини, доводив матеріальність душі. Життєвим ідеалом філософської школи стоїцизму були незворушність і спокій, які повинна зберігати людина на протигагу мінливому світу.

**Історія.** Історична наука Стародавньої Греції передусім асоціюється з ім'ям Геродота Галікарнаського, (між 490 і 480 до н. е. – бл.425 до н. е.) - давньогрецький історик, названий Цицероном "батьком історії". Відомостей про Геродота небагато. Геродот народився в малоазійському місті Галікарнас незадовго до походу Ксеркса у Грецію (бл. 484 до н. е.) і дожив до Пелопоннеської війни (431 до н. е.). Він походив з багатой і знатної родини, що мала великі торговельні зв'язки. Через участь у боротьбі проти тирана Лігдаміда Геродот був змушений залишити батьківщину і поселився на острові Самос.

У 464 до н. е. Геродот відправився в подорож, початковою метою якої був збір точних відомостей про греко-перські війни. Результатом стало велике дослідження про народи, про які греки в той час ще мало що знали. Традиція приписує Геродоту тривалі подорожі країнами Сходу: він відвідав Єгипет, де піднявся по Нілу на південь аж до острова Елефантини (поблизу суч. Асуана), був у Месопотамії, Палестині, Фінікії, добрався до великих просторів північного узбережжя Чорного моря, відвідав грецькі колонії на території сучасної України, оглянув більшу частину північного узбережжя Африки та більшість островів Середземного моря, відвідав Персію.

Сам Геродот описує як очевидець особливості більш суворого, ніж у Греції, клімату Скіфії, йому відоме планування Вавилону і те, яким способом зведені його стіни, наводить дані про відстані між єгипетськими містами в долині Нілу і докладно розповідає про звичаї єгиптян.

Монументальна праця Геродота "Історія" присвячена історії греко-перських воєн і описові країн і народів, що воювали з персами, – перший історичний твір стародавнього світу, що дійшов до нас, і одночасно перший в історії античної літератури пам'ятник художньої прози, де згадується таємнича

країна – Атлантида.

У другій половині VI ст. до н.е. виникає перша в історії людства наукова школа – товариство піфагорійців, названа за ім'ям свого засновника Піфагора Самоського (580–500 до н. е.) - давньогрецький філософ, релігійний та політичний діяч, засновник піфагореїзму. Раніше відома математична теорема Піфагора приписується саме йому, у зв'язку з тим, що його школа довела справедливість її формулювання.

**Медицина.** Верховним покровителем медицини, богом–цілителем вважався один з олімпійських богів - Аполлон. Богом власне медицини став Асклепій, причому багато вчених зараз вважають, що у цього міфологічного персонажа був історичний прообраз, реальний майстерний лікар. У Греції склалося декілька наукових медичних шкіл, найзнаменитіші – Кнідська (місто Кнід) і Коська (острів Кос). Представником останньої був Гіппократ (близько 460 року до н. е. - між 377 і 356 роками до н. е.) – знаменитий старогрецький лікар. Увійшов до історії як "батько медицини", який жив у класичну епоху. Він відокремив медицину як дисципліну від релігії, стверджуючи та переконуючи, що хвороба не є покаранням божим, а скоріше продуктом зовнішніх чинників, дієти та шкідливих звичок. Його ідеї про причини хвороб, про чотири темпераменти, про роль прогнозу при лікуванні, про морально-етичні вимоги до лікаря справили винятковий вплив на подальший розвиток медицини. Клятва Гіппократа і сьогодні є моральним кодексом лікарів усього світу.

**Математика.** Математика як наука народилася в Греції. У країнах-сучасників Еллади математика використовувалася або для звичайних потреб (підрахунки, вимірювання), або, навпаки, для магічних ритуалів, що мали на меті з'ясувати волю богів (астрологія, нумерологія і т. п.). Греки підійшли до справи з іншого боку: вони висунули тезу "Числа правлять світом". Або, як сформулював цю ж думку Галілей два тисячоліття тому: "книга природи написана мовою математики".

Спочатку давньогрецька математика не відрізнялася принципово від єгипетської і вавилонської. Але з розвитком рабовласницької демократії, починаючи з VI в. до н.е., у математичному мисленні греків усе більше підсилюється теоретична сторона. Рабам стали доручати "чорну" розумову роботу, - переписування книг, здійснення обчислень, що зрештою привело і до відділення теоретичної математики від практичної. Від практичної арифметики, що називалася "логістикою", і прикладної геометрії, що одержала у Архімеда назву "геодезія", починають відокремлюватися теоретична арифметика і теоретична геометрія, хоча вони, подібно іншим наукам, не були тоді ще самостійними дисциплінами, а входили як складові частини у філософію.

Саме звільнення теоретичної математики від її підпорядкування вузько прикладним завданням, створення в ній замість простих рецептів суворо логічних методів, що дають можливість широких узагальнень і нових висновків без прямого звертання до дійсності, і було безпосередньою причиною надзвичайного прискорення її розвитку, обумовленого в остаточному підсумку матеріальними потребами суспільства. Філософи, що займалися математикою,

стали розуміти значення математики як науки, що, як і інші науки, повинна пояснювати явища людині для того, щоб він міг використати їх у своїх цілях.

Остаточне виділення математики в самостійну теоретичну науку відбулося в Греції в середині V в. до н.е., знайшовши своє завершення вже в елліністичну епоху в "Початках" Евкліда, приблизно 300 р. до н.е. Протягом трьох попередніх століть, у класичний період розвитку, воно підготовлялося нагромадженням елементарних знань, а головне, зростаючим посиленням теоретичних, логічних моментів у грецькій математиці. Спочатку розрізнені докази лише окремих теорем стали загальним правилом. Чітко почали виділяти вихідні поняття й положення, по можливості уникати звертання до наочності й, замінюючи його логічними висновками, всі отримані знання приводили в струнку систему. Стародавні греки щедро ділилися плодами своїх наукових праць. Ні один народ давнини не зробив стільки для розвитку сучасних наук і мистецтв, як жителі Еллади та елліністичних держав.

Ім'я уродженця Самоса, філософа і математика Піфагора, який жив наприкінці VI ст. до н. е., відоме і зараз так само, як у часи Стародавньої Греції і Стародавнього Риму. У школі вивчають знамениту теорему Піфагора про числові співвідношення сторін у прямокутному трикутнику. Так звані "піфагорійські" трикутники були відомі ще в Давньому Єгипті. Піфагорійськими називаються такі подібні трикутники, сторони яких співвідносяться як 3:4:5, всі вони є прямокутними. Єгиптянам знання цього співвідношення допомагало при обчисленні площ прямокутних земельних наділів. Піфагору ж приписують встановлення більш загального співвідношення сторін прямокутного трикутника. Теорема його імені говорить, що сума квадратів катетів дорівнює квадрату гіпотенузи.

Спираючись на математичні знання, Піфагор створив ціле релігійно-філософське вчення, в якому число проголошувалося як основа всього існуючого світу. Всі закони і сам світ по Піфагору підпорядковуються чітким математичним законам гармонії, закладеним у звучанні небесних сфер - місяця, сонця, п'яти планет і зірок. Відстань між сферами і видавані ними звуки відповідають гармонійним музичним інтервалам. І в наші дні ця теорія гармонії космосу має своїх прихильників.

Відкриття Піфагора, засновані на застосуванні математичних методів, зіграли велику роль в розвитку астрономії і географії. Зокрема, він одним із перших стверджував, що Земля має кулясту форму. Вчився ж Піфагор математики в Єгипті і Вавилоні. Вважається, що він першим застосував у геометрії метод логічного доведення.

Починаючи з Піфагора, у Стародавній Греції безліч вчених займалося геометрією. Тут була відкрита несумірність діагоналі і сторони квадрата: жоден як завгодно малий відрізок не вміститься ціле число разів і на стороні квадрата і на його діагоналі. Бажаючі можуть перевірити самі. Видатний учений Стародавньої Греції Арістотель теж спробував це перевірити і від подиву став філософом, а Платон, його вчитель, стверджував, що до того, як дізнався про такі несумірності, він сам був подібний нерозумній тварині.

Виміряти однаковими мірами (відрізками) бік і діагональ квадрата не можна, зате будь-який квадрат можна легко побудувати по одній його стороні, в тому числі і по діагоналі квадрата. Тому стародавні греки застосовували геометричний спосіб запису багатьох математичних виразів і формул, навіть алгебраїчних.

Поступово геометрія склалася у Давній Греції як цілісна наука, заснована на строгих логічних доказах - теоремах, що спираються на якісь припущення, або факти, які приймаються без доказів, - аксіомах або постулатах. Струнку наукову теорію, що приводить геометрію до єдиної системи, створив близько 300 р. до н.е. найвизначніший математик давнини Евклід.

У своїй праці "Начала" Евклід вибрав постулатами такі пропозиції і аксіоми, в яких легко переконатися на прикладі найпростіших побудов за допомогою циркуля і лінійки, або які мов би самі собою розуміються. Наприклад, такі: через дві точки завжди можна провести одну і тільки одну пряму лінію; дві паралельні прямі ніколи не перетинаються; дві величини, рівні порізно третій, рівні між собою.

На основі цих постулатів і аксіом він вивів основні положення розділу геометрії про плоскі фігури - планіметрії, а з її допомогою побудував початки алгебри і вчення про квадратні рівняння. У тій же праці він запропонував метод визначення площ і об'ємів різних фігур, заклавши основи стереометрії, і закінчив свою працю вченням про правильні многогранники, які є об'ємними фігурами, всі грані яких рівні між собою, - багатокутники. Евклід довів, що існує всього п'ять правильних багатокутників: тетраедр, куб, октаедр, додекаедр і ікосаедр.

Евклідова геометрія служила єдиною основою всієї математики аж до винаходу в XIX ст. нової неевклідової геометрії Лобачевського.

Слідом за Евклидом, вже володіючи стрункою теорією, греки елліністичних держав здійснили ще ряд видатних математичних відкриттів. Аполлоній з Пергаму, який жив у 262-200 рр. до н. е. і заслужив прізвисько "великого геометра", і Архімеда Сіракузького (287-212 рр. до н. е.) (рис. 2.11) досліджували значення числа  $\pi$ . Архімед встановив його значення як 3,1416.

Видатний винахідник і засновник механіки Архімед одного разу взявся за таке завдання, вирішити яке, здавалося б, можуть тільки джини з казки, і вирішив його. Архімед порахував всі піщинки всесвіту. Він написав цілий твір, присвячений вирішенню цього завдання, який називав "Числення піску". Звичайно, Архімед помилково припускав, що всесвіт скінченний і міститься всередині сфери, на поверхні якої розташовані зірки, але ця помилка не може применшити його досягнень. Приблизно оцінивши розміри такого всесвіту, Архімед припустив, що він заповнений піском, і показав, що цей пісок можна порахувати. Головною заслугою Архімеда є те, що при підрахунку піщинок він створив систему обрахунку і запису великих чисел. Ніхто до нього навіть уявити не міг, що можна записати коротко таке велике число, яке відображає незліченну кількість піщинок нехай і в обмеженому, але дуже великому всесвіті. Після того, як Архімед зробив свій казковий математичний подвиг, людство вже не бачило межі своїх можливостей у пізнанні.

**Механіка та автоматика.** Найвідомішим і казково легендарним, вже за своє життя був Архімед Сіракузький (287-212 рр. до н.е.). Фізик, математик, астроном та інженер Архімед зробив велику кількість відкриттів, заклав підвалини гідростатики та механіки. Його відкриття були поштовхом для подальшого розвитку науки.

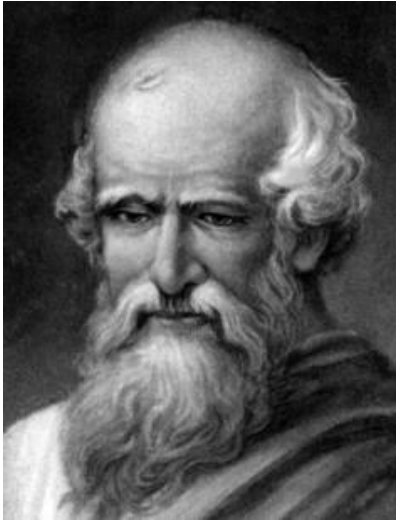


Рис. 2.11 Архімед (287-212 рр. до н.е.)

Архімед виклав теорію важелю та ефективно користувався нею на практиці, хоча важіль був відомий задовго до нього. У Сіракузах за допомогою його механізмів було спрощено процес завантаження та розвантаження суден. "Гвинт Архімеда" (рис. 2.12) і досі використовується для підйому води.

Звісно важіль і гвинт були відомі раніше, але він чітко сформулював принципи роботи і використав їх для розв'язання інших завдань.

Спираючись на доведення закону важелю, він написав працю "Про рівновагу плоских фігур". Свій закон гідростатики він виклав в праці "Про тіла, що плавають". Але дослідження у

сфері механіки були неможливі без математичного підґрунтя. Його праці щодо дослідження проблем математичного аналізу, інтегрального та диференціального зчислення мали велике значення. Він використовував метод вичерпування, щоб розрахувати площу обмежену дугою параболи шляхом розрахунку суми нескінченного ряду і дав надзвичайно точне наближення числа  $\pi$ . Він також винайшов спіраль, що носить його ім'я, формули для розрахунку об'ємів поверхонь обертання та оригінальну систему для вираження дуже великих чисел.

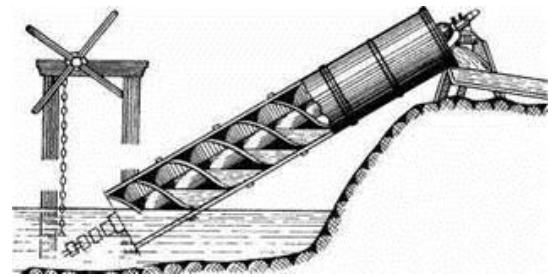


Рис. 2-12 Гвинт Архімеда

Архімед став першим винахідником планетарію (рис. 2.13). Завдяки цьому приладу можна спостерігати: схід місяця і Сонця, рух планет, фази і затемнення місяця тощо.

Вчений допомагав у захисті Сіракуз від римлян. Його бойові машини наводили жах на останніх. Довгий час це вважалося легендою, але реконструкція його машин у 2005 році довела їх ефективність.

Архімед помер під час облоги Сіракуз, вбитий римським солдатом, попри виданий наказ не заподіювати йому шкоди. Цицерон описує свій візит на могилу Архімеда, яку увінчувала сфера вписана в циліндр. Архімед довів, що сфера має дві треті від площі та об'єму описаного



Рис. 2-13 Планетарій Архімеда (модель)

циліндра (включно з його основами) і вважав це одним з своїх найбільших математичних досягнень.

Ктесібій (рис. 2.14) жив близько II-I ст. до н. е. в Олександрії. Це був геніальний інженер-винахідник, який починав як самоучка, але з часом, вже у зрілому віці, познайомився з науковими працями своїх попередників.



Рис. 2-14 Ктесібій

Більшість винаходів Ктесібія відносяться до пневматики та гідравліки - наукам про повітряні і водяні механізми. В основі пневматики лежала теорія Стратона з Лампсака (340 - 270 до н.е.). одного із засновників Олександрійського мусейона.

Вчення Стратона про еластичність повітря Ктесібій з успіхом застосовував, виготовляючи механізми різноманітного призначення: водяну помпу, аеротон, вдосконалені водяний годинник, повітряний насос і навіть водяний орган. Хоча не всі його винаходи набули поширення, але водяний годинник, орган і насос знайшли застосування - про це

збереглося чимало документальних свідчень.

Найбільшим успіхом в античності користувалася водяна помпа. (рис. 2.15) Зазвичай вона складалася з двох циліндрів, поршні яких були приєднані до протилежних кінців важеля і діяли по черзі. Археологи виявили кілька десятків таких помп, які застосовувались для видалення води з шахт і копалень, з трюмів кораблів, для гасіння пожеж тощо.

Принцип дії водяної помпи був такий: вода через клапан надходить в циліндр, а потім під дією сили поршня через інший клапан потрапляє в розподільну трубу. Циліндр, поршень і клапан були, ймовірно, винайдені Ктесібієм.

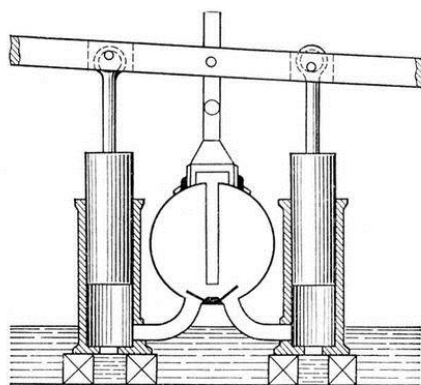


Рис. 2-15 Водяна помпа Ктесібія

Надвичайно ефективним був водяний годинник Ктесібія (рис. 2.16), який складався з двох судин. Верхня щодня наповнювалася водою до певного рівня. З неї вода рівномірно по каналу текла до нижньої, усередині якої знаходився поплавок з покажчиком. Піднімаючись разом з водою, він вказував час дня.

Зубчаста передача, про яку вперше згадує Ктесібій, була з великою майстерністю застосована в так званому антикітерському механізмі (рис. 2.17). Одна з найбільш загадкових археологічних знахідок, механізм, був знайдений нирцями на затонулому стародавньому судні недалеко від грецького острова Антикітери на початку XX століття. Вивчивши сліди корабельної аварії, вчені прийшли до висновку, що судно датується I або II століттям до нашої ери. При



цьому, знайдений механізм був неймовірно складним за своєю структурою: він складався більш ніж з 30 шестерень, важелів та інших компонентів.

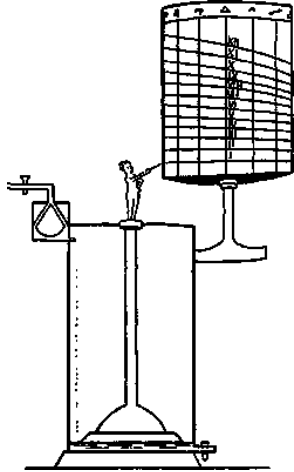


Рис. 2-16 Клепсидра Ктесібія

Більш того, в ньому застосовувалася диференціальна передача, яка була винайдена не раніше XVI століття. Очевидно, пристрій призначався для вимірювання положення Сонця, Місяця та інших небесних тіл. Описуючи цей механізм, окремі фахівці називають його первинною формою механічних годинників, інші ж вважають його першою відомою аналоговою обчислювальною машиною.

Точність, з якою були виконані компоненти механізму, вказує на те, що дане пристосування не було єдиним у своєму роді. З іншого боку, історичні записи про механізми, будова яких нагадує знахідку, сходять до XIV століття, а значить, протягом більш ніж 1400 років ця технологія була загубленою.

Герон Олександрійський (ймовірно, I-II ст. н. е.) (рис. 2.18) - давньогрецький інженер, фізик, механік, математик, винахідник. Викладав в Олександрії. Його великі наукові роботи дійшли до нас майже всі.

Герон описав основні досягнення античного світу у галузі прикладної механіки. Він винайшов ряд приладів і автоматів, зокрема, прилад для вимірювання довжини доріг, що діяв за тим же принципом, що і сучасні таксометри, різні водяні годинники та ін. Він описав



Рис. 2-18 Герон Олександрійський

прилад діоптр, прапрадіда сучасного теодоліту. У трактаті "Механіка" Герон вперше дослідив п'ять типів найпростіших машин: важіль, воріт, клин, гвинт і блок, заклав основи автоматики. У трактаті "Пневматика" Герон Олександрійський описав ряд "чарівних фокусів", заснованих на принципах використання теплоти і перепаду тисків (рис. 2.19). Люди були вражені його дивами: двері храму самі відкривалися, коли над жертовником запалювався вогонь. Він придумав автомат для продажу "святої" води, механічний театр ляльок, сконструював кулю, що обертається силою струменя пари. Винайшов ще ряд приладів і автоматів.

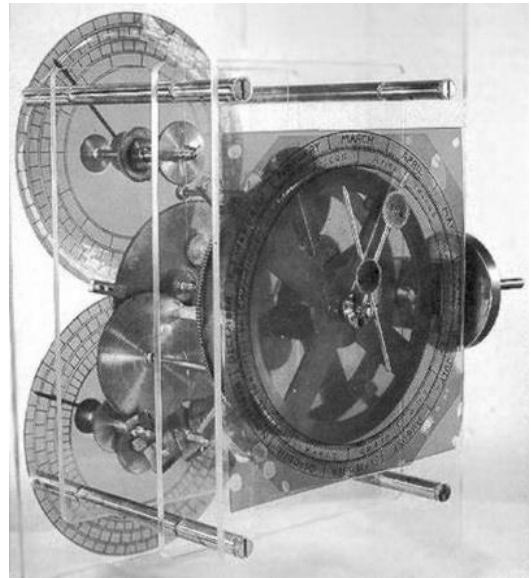


Рис. 2-17 Реконструкція антикітеровського механізму 1984 р.



Найбільш повно систематизував знання стародавніх вчених у царині світлових явищ. Його наступники почали розділяти оптику на катоптрику, тобто науку про відображення і диоптрику, тобто науку про зміну напрямку світлових променів при потраплянні у прозорі середовища. У трактаті "Катоптрика" (катоптрика-наука про відбиття променів від дзеркальних поверхонь) Герон обґрунтовує пряmolінійність світлових променів нескінченно великою

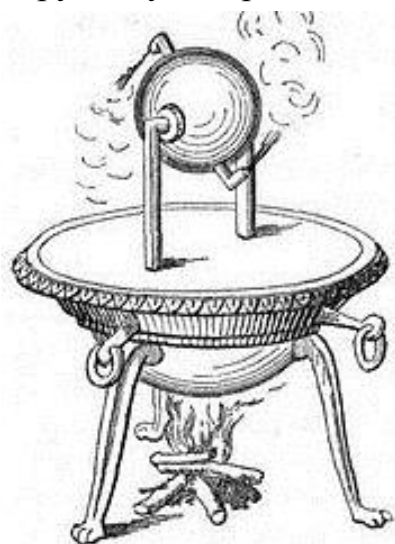


Рис. 2-19 Прототип парової турбіни Герона

швидкістю їх поширення. На цей час ми володіємо п'ятитомним науковим зібранням творів Герона, в якому арабські і грецькі тексти супроводжуються перекладами на німецьку мову.

Математичні роботи Герона є енциклопедією античної прикладної математики. У кращій із них — "Метриці" надано правила і формули для точного і наближеного обчислення площ правильних багатокутників, об'ємів усічених конусів і пірамід, наводиться т. з. формула Герона для визначення площі трикутника за трьома сторонами, що зустрічається у Архімеда; надаються правила розв'язання квадратних рівнянь і наближеного вилучення квадратних і кубічних коренів.

332 року до н.е. армія Олександра Македонського звільнила Єгипет від ненависного правління персів і згодом на Середземному морі було закладено порт з великим майбутнім, Александрію, яка стала столицею Єгипетської держави еллінської доби. Після смерті великого завойовника (323 р. до н. е.) вірний соратник Олександра Птоломей став правителем Єгипту, спочатку як сатрап, а від 305 р. до н. е. як цар, наступник фараонів. Птоломей I Сотер (305-283 рр. до н. е.) прагнув не лише зміцнити великодержавні позиції, а й визначив собі за мету перетворити Александрію на культурний центр тогочасного світу.

**Епохою успішного розвитку науки був еллінізм.** Для цього етапу характерна поява нових наукових центрів. Сюди приїжджали працювати видатні вчені, поети, художники з усього Середземномор'я. На розбудову Александрії кошти виділялися з царської скарбниці. Практично невичерпні багатства дали



Рис. 2-20 Мусейон та александрійська бібліотека

можливість заснувати тут дві наукові установи – Мусейон (рис. 2.20), музей, (присвячений дев'яти музам) та бібліотеку.

Музей, як державна установа, зосередив найкращі сили грецьких учених. Тут були приміщення для життя і діяльності вчених, читання лекцій і наукових занять, бібліотеки. Ідею до цього, засновнику династії Птоломею I, подав один з найосвіченіших філософів і політиків тієї доби, учень Арістотеля Деметрій Фалерський (рис. 2.21), котрий

потрапив до Александрії через непевну політичну ситуацію в Греції. Деметрій належав до найбільш шанованих членів царського двору, однак за правління Птолемея II Філадельфа (283-246 рр. до н. е.) втратив царську милість і був висланий у провінцію, де, вірогідно, помер, ужалений гадюкою.

Скульптурне зображення Деметрія, виконане у древній традиції, сьогодні займає гідне місце у вестибюлі нової бібліотеки.

Будівлі Музея розташовувалися серед прекрасного парку, там були аудиторії для студентів, будинки викладачів, обсерваторія, ботанічний сад, бібліотека, в якій налічувалося 700 тисяч рукописів. Викладачі Музея отримували державну платню. Серед них були не лише філософи і механіки, а і поети, і перекладачі, що перекладали грецькою мовою єгипетські і вавілонські трактати. Музей був першим науковим центром, щедро фінансованим державою і його діяльність показала, що якщо є гроші – то буде і наука. По суті, день народження Музея і був днем народження античної науки.



Рис. 2-21 Деметрій Фалерський

Главою Музея, "бібліотекарем", був географ Ератосфен (275-194 р. до н. е.), що зумів, вимірюючи широту в різних пунктах, вирахувати довжину меридіана. Таким чином, було остаточно доведено, що Земля – це куля. З плином часу в бібліотеці було зібрано величезні скарби; одне з древньоримських джерел згадує про 700 тисяч папірусних згортоків.

Вперше велика Александрійська бібліотека постраждала від пожежі в 48-47 рр. до н.е. під час Александрійської війни, коли Юлій Цезар вів кровопролитні бої з армією Єгипту та жителями міста. Тоді у вогні зникло 40 тисяч (за іншими джерелами 400 тисяч) томів. Згодом місто горіло ще кілька разів. В часи арабських завоювань (640-642 рр.) бібліотеки вже, вірогідно, не існувало. Сьогодні минуле відроджується в образі Бібліотеки Александрії як свідчення невмирущості віри в універсальність культури людства.

**Військова наука і техніка давньої Греції.** Розвиток організації армії, озброєння і способів ведення бою змушували греків аналізувати і узагальнювати ці явища. Зіткнення двох озброєних систем ( східних деспотій і грецьких полісів) та боротьба греків з персами викликали потребу обговорення питання про переваги та недоліки кожної з цих систем.

Найвидатнішим представником давньогрецької військово-теоретичної думки був Ксенофонт (народився в 430 році до н.е.) (рис. 2.22). Ксенофонт як історик багато в чому поступався Фулідіду, але він був одним з перших грецьких військових теоретиків, які зробили спробу викласти основні питання військової справи свого часу. За своїми політичними поглядами Ксенофонт був ідеологом афінських і спартанських олігархів; він вважав Спарту досконалою

рабовласницькою державною системою. У своїх роботах Ксенофонт намагався встановити різницю між стратегом і тактиком.

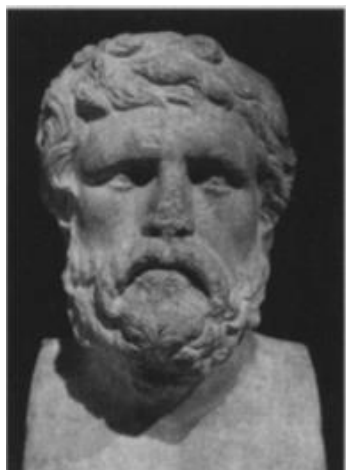


Рис. 2-22 Ксенофонт (430-355 рр. д н.е.)

Значне місце в роботах Ксенофонта займають питання виховання і навчання бійця. Він вчив, що виховання і навчання повинні прищепити кожному воїну повагу до старших, витривалість, фізичну і моральну стійкість, одностайність, взаємну підтримку, хоробрість, знання військової справи, силу волі, дисципліну і покору, які особливо необхідні для армії. Ксенофонт вважав спартанську систему навчання воїнів зразковою.

**Розвиток бойової техніки.** Військові машини стали широко використовуватися з IV ст. до н.е., але особливого розвитку вони набули в період еллінізму.

Спроби удосконалити стрілецьку справу призвели до появи гастерофета (рис. 2.23).

Гастерофет являв собою тугий, що володів великою силою бою, лук з ложем і механічним пристосуванням для натягування тятиви. Таке пристосування дозволяло натягнути тятиву гастерофета одній людині середньої сили. Гастерофет являв собою першу спробу механізації метальної зброї. Подальші пошуки у цьому напрямку привели до появи значно більш громіздких військових машин типу артилерії. Найголовнішими з цих машин були монанкомн, палінтон і евітон.

**Монанкомн** (латинська назва - **онагр**) (рис. 2.24) складався з дуже міцної горизонтальної рами, всередині якої був



Рис. 2-23 Гастерофет

сильно натягнутий товстий жгут, звитий з волових жил або ж з жіночого чи кінського волосся. У цей жгут вставлявся міцний важіль, до вільного кінця якого підвішувалася праща з каменем. За допомогою особливих пристосувань важіль поступово відтягувався вниз, причому кручений джгут приходив в напружений стан. Потім при віддачі звільнений важіль миттєво випрямлявся, а камінь, що знаходився в пращі, викидався з

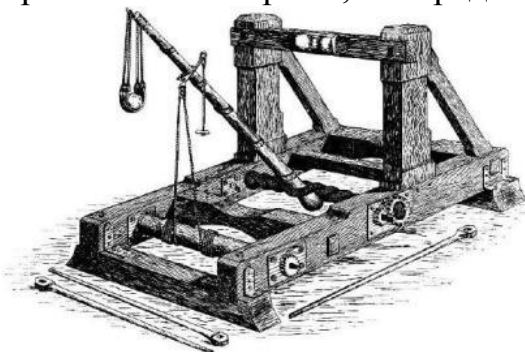


Рис. 2-24 Монанкомн (онагр- "вислюк")

великою силою і летів по високій траєкторії на значну відстань.

Полінтон (лат. назва - баліста) (рис. 2.25) також служив для метання каменів: він мав більш складний механізм, ніж монанкомн. Дві міцні вертикальні

рами з натягнутими всередині їх товстими витими джгутами були розташовані по обидва боки бойового жолоба, що мав нахил в 45°. У пучки кручених джгутів були вставлені міцні важелі, вільні кінці яких з'єднувалися міцною тятивою, що проходила вздовж бойового жолоба.

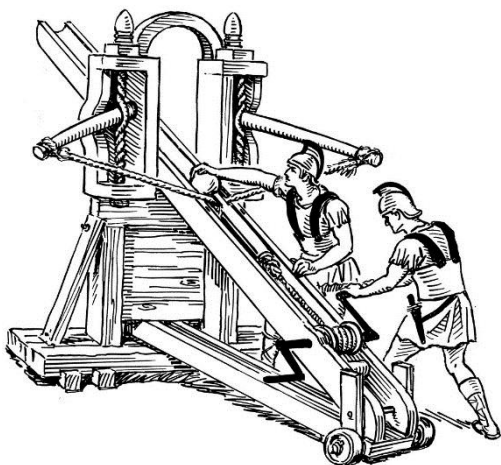


Рис. 2-25 Баліста

ваги, відповідно розмірам і силі тих металевих машин, для яких вони призначалися. У період еллінізму влаштовувалися цілі арсенали для зберігання таких каменів на випадок облоги міста. Подібний арсенал був виявлений розкопками на акрополі Пергама.

Евтітон (лат. назва - катапульта) (рис. 2.26) служив для метання дротиків. Його механізм був близький до палінтону; він також мав дві вертикальні рами з натягнутими всередині них джгутами, в які були вставлені важелі, з'єднані тятивою. Між цими рамами був жолоб, однак, він був розташований не похило, а горизонтально, в силу чого евтітон бив настільним вогнем, а не навісним.

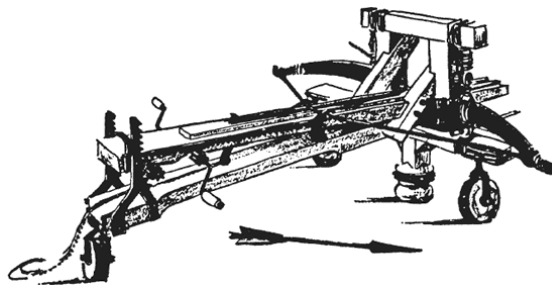


Рис. 2-26 Евтітон (катапульта)

**Спарта та її армія.** Система спартанського виховання мала на меті виробити з кожного спартанця воїна. Головну увагу спартанці звертали на розвиток фізичної сили, витривалості і сміливості, що цінувалися дуже високо. Менше уваги приділялося виробленню культурних навичок, хоча кожен спартанець повинен був уміти читати й писати.

Елементи військової дисципліни майбутньому воїнові прищеплювалися зі школи. Спартанець готовий був швидше загинути, ніж піти з бойового поста. Велика увага приділялася виробленню військової мови. Спартанці славилися своїм умінням говорити коротко і ясно.

Всі спартанці вважалися військовозобов'язаними з 20 до 60 років і розподілялися за віковими та територіальними групами. Озброєння спартанців було важким. Вони мали спис, короткий меч і захисне озброєння: круглий щит, прикріплений до шиї, шолом, який захищав голову, панцир на грудях і поножі

на ногах. Вага захисного озброєння досягала 30 кг. Такий важко озброєний боєць називався гоплітом. Кожен гопліт мав слугу - ілота, який у поході ніс його захисне озброєння.

Ядро спартанської армії становили гопліти, чисельність яких коливалася в межах 2 - 6 тисяч осіб. Легко озброєних було значно більше, в деяких боях їх налічувалося кілька десятків тисяч осіб.

Спартанська фаланга будувалася у вісім шеренг в глибину. Дистанція між шеренгами на ходу була 2 м., при атаці - 1 м, при відбитті атаки - 0,5 м. При чисельності в 8 тисяч осіб довжина фаланги по фронту сягала 1 км. Саме тому фаланга не могла пересуватися на велику відстань, щоб не руйнувати свій порядок, не могла діяти на пересіченій місцевості, не могла переслідувати ворога.

Фаланга - це бойовий порядок грецької армії (рис. 2.27). Діяла вона завжди як єдине ціле. Вона була сильна у зімкнутому строю і в обороні. До бою при Левктрах (371 рік до н.е.) спартанська фаланга вважалася непереможною. Вразливим місцем її були фланги, особливо фланги першої шеренги, яка раніше інших наносила або відбивала удар.

Верховне командування спартанської армією здійснював один з царів, при якому був добірний загін охоронців з 300 знатних юнаків. Цар знаходився зазвичай на правому фланзі бойового порядку. Його накази виконувалися точно і швидко.

Слабким місцем спартанської військової системи була повна відсутність технічних засобів боротьби. Вони не вмели зводити оборонні споруди. Вкрай слабким був спартанський флот. Під час греко-перської війни 480 року до н.е. Спарта могла виставити лише 10-15 кораблів.

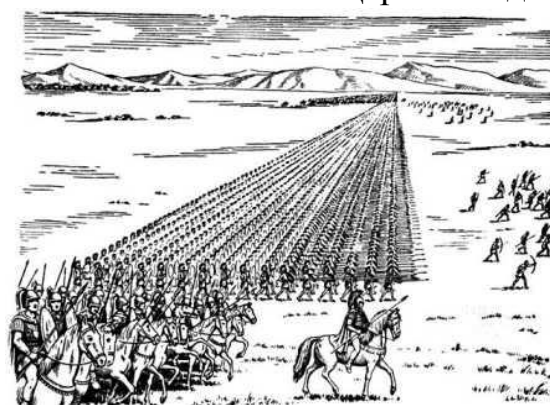


Рис. 2-27 Спартанська фаланга

Спартанська армія була сильною та майже непереможною. Але як і у всіх системах, у цій військовій системі були свої недоліки, які спростовували непереможність спартанців.

**Афінська держава та її армія.** Афіні були найбільшим містом Аттики - гірської області, розташованої в східній частині Середньої Греції. Жителі Аттики займалися землеробством, скотарством, рибальством, ремеслами і торгівлею. Державі, що утворилась, потрібна була військова сила. Ця сила з'явилася у вигляді військових кораблів і вершників. Військову службу несли тільки вільні громадяни, рабам зброя не надавалася. Тому афінська армія і флот мали єдине класове обличчя.

Кожен юнак, досягнувши 18 років, протягом року проходив військово-навчання в Афінах, потім на огляді отримував бойову зброю і давав присягу. На другий рік служби він включався до складу прикордонних загонів, де проходив польове навчання. Після цієї служби афінянин вважався до 60 років

військовозобов'язаним.

Військові судна афінян в V столітті до н.е. поділялися на бойові, так звані "довгі кораблі", і транспортні судна, що призначалися для перевезень військ і військових матеріалів. В цей самий час афіняни почали будувати багатопалубні

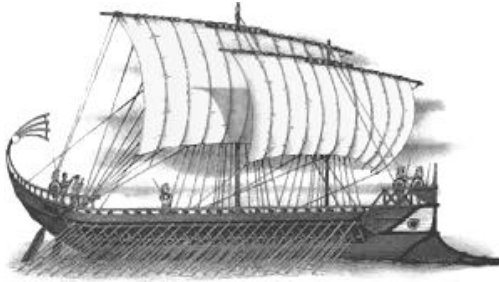


Рис. 2-28 Трипалубна трієра

гребні суден за зразком суден Коринфа. Основним типом військового грецького корабля була трипалубна трієра (рис. 2.28). Ніс трієри був оббитий міддю. Морська тактика афінян була дуже проста. У морському бою афіняни прагнули зайти з борту і ударом оббитого металом носа протаранити корабель противника.

Другою складовою частиною афінських збройних сил була сухопутна армія, головну силу якої складали гопліти – важкоозброєні піхотинці. Озброєння афінського гопліта складалося з списа завдовжки в 2 м, короткого меча і захисного озброєння, яке було дещо легше спартанського.

Легкоозброєні воїни мали дротики і луки зі стрілами. Вершники були озброєні списами і мали легкі щити. Воїни повинні були за свій рахунок купувати озброєння і утримувати себе. Кожен гопліт мав одного слугу з рабів: слуги носили кинджали і топірці (рис. 2.29).

Бойовим порядком афінської піхоти, як і у спартанців, була фаланга; про неї вперше згадується в описі Саламінської битви 592 року до н.е.. Побудовою та тактичними властивостями афінська фаланга була схожа на спартанську, але відрізнялася шаленим натиском.

Починаючи з першої половини V століття до н.е., афіняни стали застосовувати облогові і металеві знаряддя.

У фізичному вихованні греків велике значення мали олімпійські ігри, вони проводилися регулярно раз на чотири роки.

Олімпійські ігри стимулювали розвиток фізичного виховання греків.

Військова дисципліна у афінян підтримувалася почуттям громадянського обов'язку. На протигагу спартанським командирам, які застосовували до воїнів тілесні покарання, афінські стратеги користувалися лише обмеженими правами. Після повернення з походу вони могли подавати скарги на тих, хто провинився в народні збори, які й виносили той чи інший вирок.

Отже афінська армія була могутньою, але не суворою, на відміну від спартанської. Увага розумовим здібностям приділялася більше, ніж у спартанському вихованні. Та разом ці дві армії складали непереможну силу, що ми може спостегірати протягом багатьох століть розквіту Грецької держави.

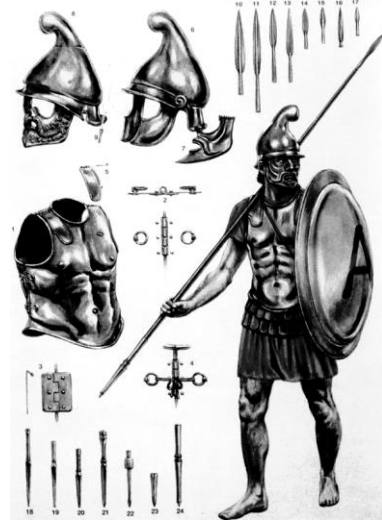


Рис. 2-29 Афінський гопліт

## 2.3. Технічні та наукові досягнення Стародавнього Риму.

**В історії Стародавнього Риму виділяють такі періоди.**

**Перший** – VIII- VI ст. до н. е. — найдавніша історія Риму або царський період.

**Другий** - республіканський (VI-I ст. до н. е.). Він умовно поділяється на ранню республіку (VI-III ст. до н. е.), коли відбувалося формування ранньорабовласницького суспільства і завоювання Римом Італії, і на пізню республіку (II-I ст. до н. е.), для якої характерний розквіт рабовласницьких відносин і створення Римської середземноморської держави.

**Третій період** — імператорський (кінець I ст. до н. е. — V ст. н. е.). Перші два століття імператорської епохи — це часи ранньої імперії (принципату), коли відбувався розквіт рабовласницьких відносин у всьому Середземномор'ї. У III ст. н. е. сталася криза Римської імперії, яка загрожувала розпадом держави. Остання фаза імператорської епохи — часи пізньої імперії (домінату), який охоплює період з кінця III до V ст. Історія Стародавнього Риму завершується умовною датою — 476 р. (рік падіння Західної Римської імперії).

Рим знаходиться на березі р. Тибр в Лації. Місце розташування Риму, завдяки клімату, судноплавній річці, в гирлі якої добувалася сіль, сусідству з морем, що полегшувало зв'язки з італійськими і заморськими народами, сприяло його розвитку.

Римляни говорили на латинській мові, яка збагачувалася за рахунок грецьких, сабінських і етрусських слів. Можливо, вже в VIII ст. до н. е. вони користувалися писемністю. Прадавній латинський напис датується кінцем VII ст. до н. е. В основному латинський алфавіт оформився у кінці IV ст. до н. е.

Релігійна свідомість римлян була позбавлена екзальтації і відрізнялася раціоналізмом і формалізмом. Римляни неявно уявляли собі своїх богів, не створили яскравої міфології, яка стала у греків ґрунтом і арсеналом художньої творчості. Не було в Римі і епічних поем, подібних до гомерівських.

Розсудливий римлянин фіксував царські встановлення і найважливіші події в погодних записах - анналах, які велися жерцями-понтифіками. Ці записи склали зачатки літературної прози історичного жанру. Хоча до кінця III ст. шкіль ще не було, усіх дітей навчали грамоті батьки або учителі.

**Сільське господарство.** У царський період (VIII - VI ст. до н. е.) провідною галуззю господарства більшості населення Апеннінського півострова було землеробство. Родючі ґрунти і м'який клімат забезпечували високі урожаї в Етрурії, Кампанії і Апулії. Щільні ґрунти обробляли за допомогою важких плугів з масивним залізним лемешем (у Етрурії і Апулії), а рихлі ґрунти - легкими плугами з невеликим лемешем. Разом із плугом широко застосовували сапи для розпушування ґрунту вручну.

У найбільш розвинених областях Італії культивували пшеницю, ячмінь, просо, боби, нут; у менш розвинених і гористих районах - полбу, ячмінь, боби, ріпу.

Давні мешканці Італії не знали цукру, потреби організму у ньому

поповнювалися за рахунок натурального виноградного вина. Греки-колоністи внесли удосконалення в місцеве виноградарство і перетворили багато раніше порожніх пагорбів Південної Італії на суцільні виноградники. Греки ж познайомили жителів Італії з культурою оливок.

Сільське господарство Італії в II—I ст. до н. е. розвивалося на базі рабства і йому були зобов'язані усіма своїми успіхами і труднощами. У цей період сільське господарство Італії переживало піднесення. Отримали великий розвиток виноградарство, оливководство і плодівництво. Створювали спеціальні розплідники, дерева і лози висаджувалися в правильному порядку, під них вносили добрива, проводили ретельне обрізання і щеплення, збільшували асортимент сільськогосподарських знарядь. Усе це вело не лише до підвищення врожайності культур, але і до поліпшення якості італійських вин, олії, фруктів.

Продовжувало удосконалюватися хліборобство. Хазяї стали приділяти велику увагу добриву, ретельно спахували поля (іноді до 3 разів) і доглядали за посівами. Це не могло не позначитися на рості врожайності, яка до I ст. до н. е. у більшій частині Італії досягала 15 ц. з одного гектару. Невибагливі і малоцінні культури (полба, ячмінь) замінювалися якіснішою пшеницею. Впроваджувалися нові польові культури, наприклад овес, конопля, кунжут.

Одним із важливих показників прогресу в сільському господарстві Італії є виділення нових галузей: тваринництва і присадибного птахівництва. Вирощування молодняка, турбота про корми, ретельний догляд і лікування тварин — усе це сприяло успіхам тваринництва і птахівництва.

Бурхливий підйом сільського господарства Італії в II—I ст. до н. е. можна пояснити трьома причинами: широким впровадженням рабства, організацією товарного виробництва, переходом від дрібного господарства до виробництва на великих площах (велике землекористування).

У перод імперії удосконалюється сільськогосподарська техніка: саме на просторах галльських латіфундій отримав застосування такий складний пристрій, як галльська жнейка; був винайдений колісний плуг; для помелу зерна почали застосовувати водяні млини.

**Ремесла.** У VI—V ст. до н. е. в етрусських містах створюються різні ремесла, активізуються торгові операції. Цьому сприяла неабиякою мірою наявність корисних копалин, зокрема залізної руди, міді, глини, будівельного каменю, корабельного лісу. У VI—IV ст. до н. е., незважаючи на впровадження у виробництво заліза, всюди використовувалася і бронза. Оборонне озброєння - шоломи, панцирі, наколінники і т. д. - виготовлялося переважно з бронзи, в широкому вживанні були бронзові посудини, дзеркала і різноманітні прикраси. Бронзові етрусські вироби відрізнялися технічною і художньою досконалістю. Наймасовішим з ремесел в Італії було керамічне: різноманітний посуд, тара, водопровідні труби, черепиця, будівельні і архітектурні деталі, цегла, похоронні урни, світильники.

Менше значення мало текстильне ремесло, що довго зберігало зв'язки з домашнім господарством, проте в IV—III ст. до н. е. вовняні тканини вироблялися вже в особливих майстернях міста Тарента, а льняне полотно і



вітрильне полотно - в місті Тарквінія. Великим ремісничим центром в Лації був Рим.

Разом із здобиччю і застосуванням заліза, міді, олова та інших раніше відомих металів в ужиток все більше входять ртуть і цинк, з'являються нові види сталь, латунь та інші сплави.

Зростання потреб в металі викликало важливі технічні зрушення в гірській і ливарній справі. Шахти стали глибше, до 150 м, штреки більші. Почали застосовувати вентиляцію, водовідливні колеса, гвинт Архімеда.

Вітрувій, хрещений батько римської інженерії, описує декілька технологій, за допомогою яких римляни використовували воду. Об'єднавши грецькі технології, такі як зубчасті стулки і водяне колесо, римляни змогли розробити свої передові лісопильні, млини та турбіни.

Колесо-перевертиш, інший римський винахід, оберталося під дією проточної, а не падаючої води, що зробило можливим створення плаваючих водяних коліс, які використовувалися для розмолу зерна (рис. 2.30).

Дивно, але археологічні дані свідчать про те, що римляни володіли всіма необхідними знаннями для створення різного роду водних пристроїв, але вони

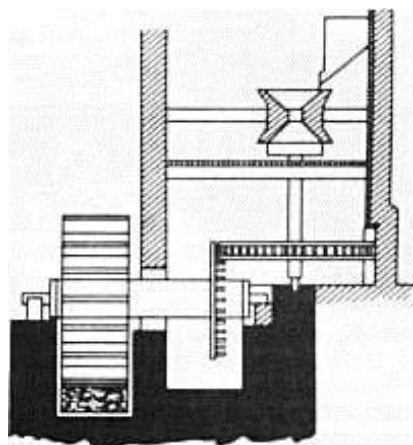


Рис. 2-30 Водяний млин I ст.н.е.

застосовували їх украй рідко, воліючи замість цього використовувати дешеву і широко доступну рабську працю. Проте, їх водяний млин був одним з найбільших промислових комплексів у стародавньому світі до промислової революції. Млин складався з 16 водяних коліс, які мололи борошно для сусідських громад.

Бурхливий підйом ремесла в Італії почався на рубежі II—I ст. до н. е. На відміну від сільського господарства в ремеслі більше значення мали дрібні майстерні. Успіхи італійського ремесла були неможливі без

розширення основи основ будь-якого виробництва - сировинної бази. Збільшується потреба в металах, камені, дереві, високоякісній глині, шерсті, льоні, шкірі, склі, в нових будівельних матеріалах. Проте будівельних матеріалів бракувало, росла потреба в дешевому, зручному і міцному будівельному матеріалі.

У II ст. до н. е. римляни винайшли бетон. Римський бетон був сумішшю щебеню, вапна, піску, пуццолана і вулканічного попелу. Його можна було заливати в будь-яку форму для побудови тієї чи іншої споруди, він був також дуже міцним. Хоча спочатку він використовувався римськими архітекторами для побудови потужних підстав для вівтарів, починаючи з II століття до н.е. римляни почали експериментувати з бетоном для того, щоб споруджувати автономні форми. Їх найвідоміша бетонна конструкція, Пантеон, до цих пір є найбільшою неармованою бетонною спорудою в світі, що стоїть вже більше двох тисяч років. Римляни також широко використали обпалену цеглу і налагодили її масове

виготовлення. Винахід дешевого бетону, що готується на місці, і найширше використання мас рабів дозволяли швидко і міцно будувати споруди різного роду.

В середині I ст. до н. е. (у Александрії Єгипетській) був відкритий спосіб виготовлення дутого скла, на основі якого розвинулося складувне ремесло. Широке застосування нової сировини і матеріалів сприяло інтенсифікації металургійного, керамічного, текстильного, будівельного, шкіряного і інших ремесел, причому кожне з них поділялося на декілька цілком самостійних гілок.

Наприклад, металообробка включала виготовлення виробів із заліза, бронзи, благородних металів, які, у свою чергу, ділилися на виготовлення зброї, сільськогосподарських знарядь, ковальських інструментів, побутових предметів та інше.

Текстильне ремесло розділилося на вовняне, сукновальне, льняне. Текстильна справа перетворилася на добре організоване масове виробництво.

Процвітання різних ремесел сприяло не лише розширенню сировинної бази, але і ширше проникнення в них рабської праці. Зростання ремісничого виробництва привело до появи нових його галузей. Складувна справа зародилася ще у кінці I ст. до н. е., але особливого поширення вона отримала в I—II ст. н. е. Достовірно масовим виробництвом стало виготовлення обпаленої цегли, що знайшла широке застосування разом з бетоном — основним будівельним матеріалом.

**Архітектура.** В римській архітектурі поєдналися практицизм, інженерний геній та відчуття прекрасного давніх римлян. В результаті римських завоювань різного роду багатства потекли в Рим і італійські міста. Це викликало підйом римської архітектури. Римляни прагнули підкреслити у своїх будівлях і архітектурних спорудах ідею сили, потужності і величі, які пригнічують людину. Римські архітектори розробили нові конструктивні принципи, зокрема широко застосовували арки, зведення і куполи, разом з колонами використали стовпи і пілястри. Потреби зростаючого міського населення привели до вдосконалення каналізації. Величезні колектори Римської імперії є одним з найбільш дивних створінь римлян, оскільки вони були спочатку побудовані зовсім не для того, щоб служити каналізаційними системами. Клоака Максима (або Найбільша Каналізація, якщо перекласти дослівно) була спочатку побудована для того, щоб зливати деяку частину вод місцевих боліт. Можливо, найважливішим досягненням римської каналізаційної системи був той факт, що вона була захована від людських очей, не давала поширюватися ніяким хворобам, інфекціям, запахам.

Будь-яка цивілізація може вирити канаву для того, щоб справляти природні потреби, однак, для побудови та обслуговування такої грандіозної каналізаційної системи, необхідна була наявність серйозних інженерних умов. Система була настільки складна в пристрої, що Пліній Старший оголосив її більш грандіозною людською спорудою, ніж будова пірамід.

Римська архітектура в IV—I ст. до н. е. пройшла два періоди свого розвитку. Перший період охоплює IV—III ст. до н. е., коли Рим був відносно

бідним і невеликим містом. Провідним типом споруд є військово-інженерні (оборонні стіни, наприклад стіна Сервія, побудована в IV ст. до н. е.; деякі частини стіни сходять до VI ст. до н. е.) і цивільні (перші водогони і дороги — кінець IV ст. до н. е.). Римляни вперше стали будувати "типові" міста, прообразом яких були римські військові табори. Прокладалися дві перпендикулярні вулиці, на перехрестях яких зводили центр міста. Міське планування підкорялося строго продуманій схемі.

Завоювання Італії і Середземномор'я викликало до життя інтенсивне спорудження постійних військових таборів, багатошарових доріг. Римські дороги мали важливе стратегічне значення, вони поєднували різні частини країни. Аппієва дорога (рис. 2.31), яка вела до Риму (VI-III ст. до н. е.) використовувалася для руху когорт і гінців та була першою з мережі доріг, що покрили пізніше всю Італію.

Кращі римські дороги будувалися в кілька етапів. Для початку робочі виривали котлован, близько метра глибиною на місцевості, де планувалося спорудити дорогу. Далі, широкі й важкі кам'яні блоки встановлювалися на дно траншеї, простір що залишився, покривався шаром бруду та гравію. Нарешті, верхній шар був вимощений плитами з опуклостями в центрі для того, щоб вода могла стікати. Загалом, римські дороги були надзвичайно стійкими до дії часу.



Рис. 2-31 Аппієва дорога (VI-III ст. до н. е.)

Другий період (II—I ст. до н. е.) характеризується широким застосуванням бетону і склепінчастих конструкцій. Головне завоювання римлян у будівництві громадських споруджень - створення величезних внутрішніх просторів, вільних від внутрішніх опор. Основною формою перекриттів був циліндричний звід з бетону і каменю. Його бічний тиск сприймала опорна стіна, що грала важливу роль у римській архітектурі.

З'являються нові типи будівель, наприклад базиліки, амфітеатри, терми. Ефективний контроль рівня температури у термах - це одне з найбільш складних інженерних завдань, з якими люди мають справу, але римлянам вдалося її вирішити, або, принаймні, майже вирішити. Використовуючи ідею, яка до цього дня застосовується в технології теплих підлог, гіпокауст представляв собою набір порожніх глиняних колон, які перебували під підлогою, через які гаряче повітря і пар перекачувалися з розташованої окремо печі в інші кімнати. Виникає новий тип монументальної споруди - тріумфальна арка.

Потреби зростаючого міського населення призводять до вдосконалення каналізації і спорудження нових водопроводів, що підводять воду в Рим за декілька десятків кілометрів. Могутні мости й акведуки (акведук Апеля Клавдія, 311р. до н. е., акведук Марція, 144р. до н. е.) зайняли видне місце в архітектурі міста, у вигляді його мальовничих околиць, входячи невід'ємною частиною в пейзаж Риму.

Античні історики характеризують період правління Августа (27р. до н.е. – 14 р. н.е.) як "золоте століття" Римської держави. З ним пов'язані прославлені імена архітектора Ветрувія, історика Тита Лівія, поетів Вергілія, Овідія і Горация.

При Адріані (близько 125 р. н. е.) був створений один із самих духовних пам'яток світової архітектури - Пантеон – "храм усіх богів". Збудований Аполлодором Дамаським, він являє собою класичний зразок центрально-купольного будинку, найбільшого і зробленого в античності. Пропорції Пантеону досконалі - діаметр куполу (43,5 м) майже дорівнює висоті храму (42,7 м), а оскільки висота стін дорівнює радіусу його, у підкупольний простір вписується куля. Бетонний купол вагою 46 тонн має форму півсфери, що спочиває на циліндричній опорі. Круглий дев'ятиметровий отвір ("Око Пантеону") у вершині купола є джерелом світла.

Велике місце в житті римлян займали видовища. У 70 - 80 рр. н. е. був споруджений грандіозний амфітеатр Флавіїв, що одержав назву Колізей. Колізей - найбільший амфітеатр античної епохи. Він уміщав біля 50 тисяч глядачів. Могутні стіни Колізею (висота 48,5 м) розділені на чотири яруси суцільними аркадами, у нижньому поверсі вони служили для входу і виходу.

Правлінням двох імператорів іспанців відкривалося II століття н. е. Вони були провінціалами, але з патриціанського середовища. Це Траян (98 - 117 р.) і усиновлений ним Адріан (117 - 138 р.). Траян багато зробив для своєї рідної Іспанії. У ній дотепер можна побачити два створених при ньому мости - міст в Алькантаре через ріку Тахо (нині Тежу) і акведук у Сеговії. Обоє належать до шедеврів світової архітектури.

Довжина аркової конструкції через яр, а саме за цим показником сеговійський акведук (рис. 2.32) утримує першість, 728 метрів. Вона складається з 162 арок. Повна довжина водогону від річки на Сьєррі де Гуадаррама до Сеговії



Рис. 2-32 Акведук у Сеговії

17 кілометрів. Акведук це не лише водогін, але й водосховище, де вода відстоювалася перед тим, як потрапити власне до міста. Найвищий акведук над площею Асогехо, де досягає 28 метрів. Фундамент арок акведуку занурено в землю на 6,5 метрів. Арковий міст збудовано з близько 25 тисяч гранітних брил з'єднаних лише силою тяжіння. Можливо саме це пояснює

довговічність мосту, бо великі блоки без розчину мають певну рухливість і за рахунок цього споруда стійкіша до землетрусів.

Акведук працював до XI століття, аж доки в 1072 році під час облоги маври не зруйнували кілька його секцій. У XV столітті дон Педро Меса пріор сусіднього монастиря відбудував зруйновані арки, і акведук працював далі аж до

кінця XIX століття.

**Наука.** Характерною ознакою мислення римлян був практицизм, любов не до теоретичних, а до прикладних наук. Так, наприклад, високого рівня розвитку досягла в Римі агрономія. Збереглося декілька сільськогосподарських трактатів — Марка Порція Катона (II ст. до н. е.), Теренція Варрона (I ст. до н. е.), де ретельно і глибоко досліджуються різні агрономічні проблеми.

Римський архітектор Вітрувій написав спеціальний трактат "Про архітектуру" в 10 книгах, що свідчить про високий рівень римської архітектурної думки. Вітрувій, хрещений батько римської інженерії, описує декілька технологій, за допомогою яких римляни використовували воду. Об'єднавши грецькі технології, такі як зубчасті стулки і водяне колесо, римляни змогли розробити свої передові лісопильні, млини та турбіни.

Бурхливі події останнього століття Республіки, запекла політична боротьба, яка велася в народному зібранні і сенаті, сприяли народженню ораторського мистецтва і риторики. З'являється керівництво по риторичі, де викладаються основні правила ораторської техніки. Незважаючи на сильну залежність від грецьких зразків, римська риторика змогла здолати їх і сказати тут нове слово.

З риторики збереглася робота невідомого автора "Риторика до Гереннія" (деякі приписують її складання Цицеронові) і декілька трактатів Цицерона - "Брут", "Про оратора".

Одним із специфічних римських культурних явищ стала наука про право: правознавство або юриспруденція. Перші розробки з'явилися ще в II ст. до н. е., а в I ст. до н. е. існувала вже солідна юридична література. Особливо треба відмітити 18 книг "Цивільного права" і "Дефініції" Квінта Муція Сцеволи (вони, на жаль, не збереглися). Найрізноманітніші юридичні питання зачіпалися в численних розмовах Цицерона.

У I ст. до н.е. зародилася і римська філологія. З'явилися спеціальні дослідження по граматиці, про вживання букв, виникнення латинської мови, філологічні коментарі до комедій і трагедій письменників II ст. до н. е. Найбільш великими фахівцями в області римської філології були Нигидій Фігул, що написав великі граматичні коментарі, і його учень Теренцій Варрон, автор твору "Про латинську мову" і багатьох інших творів.

Сприятливими чинниками для розвитку науки в період ранньої Римської імперії були не лише наполеглива необхідність в рішенні зростаючих громадських потреб, але і можливості використання величезних матеріальних людських і інтелектуальних ресурсів, яких не мали в розпорядженні давньосхідні, грецькі і елліністичні суспільства.

Якщо говорити про загальні особливості римської науки I—II ст., то можна відмітити її велику спрямованість на досягнення практичних результатів, застосування наукових знань для вирішення господарських, соціальних і політичних завдань.

Практична спрямованість римської науки цього часу краще всього відбилася в першій античній енциклопедії - чудовій праці Плінія Старшого (24—

79 pp.) "Природна історія". Ця грандіозна праця в 37 книгах не містить зв'язних філософських міркувань. "Природна історія" — це в основному сухий і, на перший погляд, одноманітний перелік найрізноманітніших і цікавих фактів: по географії окремих регіонів, країн і континентів, анатомії і фізіології людини, про види і будову рослин і тварин, про різні ліки, метали і камені і т. д. Автор демонструє дивовижну ерудицію, він використав близько 2 тис. творів понад 400 авторів. Усі зібрані Плінієм факти були абсолютно потрібні в повсякденному житті людей, вони були потрібні радникам центрального уряду і провінційних намісників, але тут читач не знайде міркувань про природу космосу, проблеми пізнання, політичні навчання або етичні концепції. З конкретних наукових дисциплін, найбільшою мірою висхідних до римсько-італійських витоків, і які отримали особливе значення в I—II ст., відмітимо агрономію і юриспруденцію.

**Агрономія.** Вершиною римської і усєї античної агрономії стала праця в 12 книгах уродженця Іспанії Луція Колумели, що жив в Італії, - сільськогосподарська енциклопедія свого часу, видана в 60-х роках I ст. В цій праці на високому науковому рівні викладені практично усі елементи агрономії, включаючи загальну агротехніку, догляд за полем, обробіток зернових, виноградників, маслинових і плодових дерев, вирощування худоби, облаштування господарства і обов'язки по його управлінню, організації робочої сили. Енциклопедія Колумели, так само як і праці його попередників Катону, Сазерни, Варрона, Вергілія і багатьох інших, піднесла римську агрономію на таку висоту, яка була перевершена світовою наукою лише в XIX ст.

**Право.** У гуманітарних науках римляни, засвоївши зразки грецької і елліністичної думки, не змогли перевершити своїх великих попередників по силі і глибині наукової думки — Платона і Арістотеля, Геродота і Фукидида, Демосфена і Сократа. Проте в юриспруденції римляни стали засновниками справжньої правової науки. Римське право виявилось настільки глибоко розробленою науковою дисципліною, що визначило шляхи світової юридичної науки на багато століть вперед. У I—II ст. з'являється безліч різних трактатів, юридичного керівництва, окремих досліджень, з яких в IV ст. було складено капітальні збори юридичних норм в 50 книгах, що дістали назву Дигест, або Пандект.

В період правління Августа в Римі сформувалися дві різні юридичні наукові школи: сабініанців (по імені юриста Сабіна) і прокулеанців (по імені юриста Прокула), які продовжували існувати впродовж усього I ст. В II ст. юрист Гай написав фундаментальне керівництво по вивченню римського права, так звані "Інституції". Великий авторитет мали численні твори сучасника Августа юриста Лабейона. При імператорові Адріані великим знавцем в області римського права був Сальвій Юліан, якому належала завершальна редакція кодексу найважливіших законів Імперії, що стосуються різних сторін судочинства і який дістав назву "Вічного едикту".

Римське право - це система юридичних норм і механізмів їх реалізації в житті римського суспільства і держави. Як юридична система римське право досягло такої завершеності і глибини, що стало однією з найдосконаліших

правових систем не лише старовини, але і Середньовіччя і Нового часу і стало однією з основ сучасного права.

Ускладнення соціальної структури римського суспільства, необхідність рішення багатьох нових проблем управління великою державою, засвоєння інших юридичних систем сприяли динамічному розвитку римського права, яке до кінця Республіки перетворилося на складну правову систему.

У її структурі стали вичленяти чотири основні частини:

1. Право квіритів - прадавнє ядро, висхідне до "Законів XII таблиць", звичаїв предків і релігійних приписів, засноване на суворому дотриманні численних формальностей;
2. Цивільне право - сукупність норм, що збагачують прадавнє ядро новими законами, прийнятими на народних зібраннях, едиктами преторів, постановами сенату;
3. Право народів - сукупність юридичних норм, що регулюють правовідносини між громадянами і негромадянами і між негромадянами;
4. Природне право - це ті норми, яким природа навчила усе живе, бо це право властиве не лише людському роду, але і усім тваринам, які народжуються на землі і в морі, і птахам — відноситься об'єднання чоловічого і жіночого начала, яке люди називають шлюбним союзом, породження потомства і його виховання.

Згідно з визначеннями самих римських юристів, система цивільного права припускала сукупність нормативних актів, які регулювали правовідносини в суспільстві (4 типи):

1. правовідносини, основним об'єктом яких була людина;
2. правовідносини, основним об'єктом яких були відносини осіб до речей;
3. правовідносини, основним змістом яких були зобов'язання, витікають з договорів;
4. правовідносини, що виникають між спадкодавцем і спадкоємцем.

До кінця Риму, право забезпечувало сприятливі умови для активного господарського життя, цивільного обороту в цілому, нормалізації складних і досить напружених відносин в громадському житті, переводячи їх з сфери довільних конфліктів і кулачного права в русло правовідносин, регульованих законом.

**Медицина.** Високого рівня досягла римська медична наука, яка користувалася підтримкою як центральної, так і муніципальної влади (у багатьох муніципіях законом було встановлено певну кількість лікарів, і створена система спеціальної медичної освіти). У ряді культурних центрів — Александрії, Пергамі, Антіохії і передусім Римі існували школи видатних медиків свого часу: Корнелія Цельза, Сорана, Галена, в працях яких відбито високий рівень античної медицини. Особливо великий вклад в медицину Галена (129—199 рр.) в останні роки його життя, придворного лікаря імператорів Марка Аврелія і Коммода. До нашого часу дійшли численні твори Галена, написані по найрізноманітніших проблемах лікарської медицини: анатомія і фізіологія людського тіла, функції

різних органів, про нерви і м'язи; він описав зоровий нерв, його назви деяким м'язам збереглися до нашого часу.

Проте наукова значущість творчості Галена полягала не лише в тому, що він був видатним лікарем-клініцистом, але і в тому, що він надав медицині вигляд справжньої наукової дисципліни, розглядаючи конкретні лікарські відомості з точки зору філософських основ науки, синтезувавши величезний досвід своїх попередників, особливо Гіппократа, з філософськими положеннями Арістотеля. Творчі роздуми Галена як би завершують багатовіковий розвиток античної медицини, і саме в цій формі вони отримали особливу популярність у візантійській час і у арабському світі, а пізніше в епоху відродження і в Європі.

**Астрономія, математика, географія і астрологія.** Якщо творчість Галена завершувала еволюцію античної медицини, то діяльність його старшого сучасника Клавдія Птолемея (83—161 рр.) стала узагальнювальним підсумком головних досягнень античної астрономії, математики, географії і астрології. Клавдій Птолемей був енциклопедично освіченим ученим і автором численних творів, з них особливе значення мали його "Велика математична побудова астрономії" в 13 книгах, відоміша під спотвореною назвою "Альгамест", "Тетрабіблос", або "Чотирикнижжя", "Керівництво по географії" в 8 книгах.

У "Альгаместі" Птолемей дав якнайповніше узагальнення і найбільш аргументоване для свого часу обґрунтування так званої геоцентричної системи всесвіту, яка панувала потім аж до відкриття Коперника. Птолемей був, по суті, батьком наукової картографії, оскільки у своїй праці по географії він за допомогою переконливого для свого часу астрономо-математичного апарату і розробленої ним же системи координат дав визначення картографічного положення понад 8 тис. різних міст і населених пунктів, уперше в античності локалізувавши їх на основі наукових даних, виконавши роботу колосальної складності, яку зараз виконують декілька величезних інститутів.

Мають великий інтерес дослідження Птолемея в області астрології. Астрологія була частиною наукової астрономії ще з часів вавілонських жерців, але в елліністичну епоху користувалася недоброю славою як сумнівна наука про забобони, таємничі і страшні ворожіння. У "Тетрабіблосі" Птолемея була зроблена спроба найбільш аргументованого дослідження усіх наукових підстав астрології, яка була значною мірою очищена від дилетантизму, забобонів і багатьох елементів містики. Ось чому "Тетрабіблос" став найпопулярнішою настановою однієї із самих сумнівних наук давнини і пізнішого часу.

**Військо Стародавнього Риму.** До IV ст. до н.е. римське військо являло собою звичайне ополчення всіх дорослих чоловіків міської громади і жителів навколишніх селищ. У разі військової небезпеки чоловіки озброювалися за рахунок власних коштів і збиралися, як того вимагали їх язичницькі вірування, на присвяченому римському богові війни Марсовому полі. Там вони об'єднувалися в групи приблизно по сто чоловік – центурії, на чолі яких стояли начальники – центуріони, і виходили на війну. Чим багатше був римлянин, тим краще він міг озброїтися і екіпіруватися для війни. Найдорожче коштувало придбати бойового коня. Тому на коні в похід виступали лише найбагатші,



активно займалися торгівлею римські громадяни, інші ж воїни йшли пішки або їхали у візках. Тому протягом всього існування давньоримської держави найбагатший і привілейований стан в римському суспільстві називався вершниками.

До IV ст. до н.е. римляни стали часто здійснювати військові походи далеко від свого міста, підтримуючи союзні їм міста Італії. Для цього їм довелося вдосконалювати свою військову організацію і тактичне мистецтво. Воїнам, котрі збираються в похід, стали виплачувати платню, бо тривала відсутність вдома не дозволяла їм займатися своїм господарством. Розширення масштабів військових дій вимагало ускладнення структурної організації війська, щоб окремі його частини могли легко і швидко направлятися в потрібні місця. Основною військовою одиницею стала маніпула (приблизно 120 чоловік), маніпули об'єднувалися в корпус – легіон, в якому налічувалося кілька тисяч воїнів (рис. 2.33).

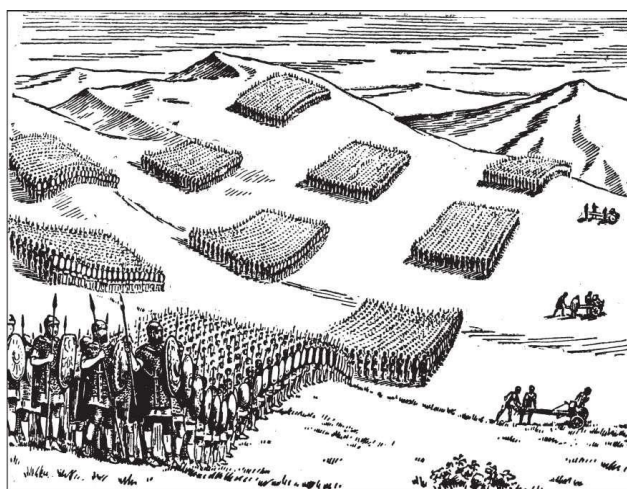


Рис. 2-33 Наступ римського легіону

Римське військо билосся в порядку, що нагадує шахову дошку: кожна маніпула будувалася квадратом, маніпули шикувалися в кілька рядів так, що зазори між маніпулами першого ряду ззаду прикривалися маніпулами другого ряду. Така побудова робило римське військо майже невразливим для нападу ворога з будь-якого боку.

У IV ст. до н.е. легіон ділився на 30 маніпул (до 200 чоловік кожна); маніпула складалася з двох центурій (до 100 чоловік кожна). Римський легіонер був озброєний і металюною зброєю - дротиком-пілумом, і двосічним мечем, який пускав у хід в рукопашній битві. Ще більше уваги приділялося в римській армії оборонному озброєнню воїна. Голову легіонера захищав шолом, його доповнювали пластини, що прикривали щоки і ший, на маківці римський шолом мав кільце: у нього просмикував ремінь. У поході шолом носили на поясі, як сучасну каску. Груди легіонера захищав панцир. Для захисту живота поверх панцира надягали шкіряний пояс з нашитими на нього металевими бляхами (рис. 2.34).

Істотною частиною оборонного озброєння легіонерів був щит, він мав напівциліндричну форму і робився з легких, добре висушених, щільно пригнаних дощок осики або тополі. На цей дерев'яний остов натягували полотно, а поверх нього - бичачу шкіру. По краю щит окантовували залізною смугою. У поході легіонер носив щит на ремені за спиною. Під час бою щит надівався на ліву руку, для цього на внутрішній стороні щита була металева скоба. Також з внутрішньої сторони щита позначалося ім'я господаря, номер когорти і центурії.

Кіннота була озброєна мечами та довгими списами. Римські вершники носили шпори, але не знали стремен. Вершник не мав опори для ніг, тому



**Рис. 2-34 Одяг та амуніція римського легіонера**

камені, називалися онаграми. Своєю назвою ця машина зобов'язана дикому вислюку - онагру, який, тікаючи від переслідувачів, кидав у них копитами каміння.

Стрілами й дрібними ядрами стріляли катапульти і баллісти, вони використовувалися і при нападі на чужі зміцнення, і при обороні своїх. Для руйнування стін і веж використовували тарани - великі важкі колоди, з одного кінця окуті залізом.

Вищим досягненням облогового мистецтва римлян була "гелепола" - "руйнувальниця міст" (рис. 2.35). Вона являла собою дерев'яну вежу на колесах в 10-12 поверхів. На верхньому поверсі гелеполи встановлювали катапульти і баллісти, в нижньому містився таран. На рівні стін обложеної фортеці в гелеполі робився міст, який можна було опускати і піднімати на ланцюгах.

Коли таку споруду присували до ворожої фортеці, таран внизу руйнував стіну, одночасно з верхнього майданчика починали стріляти катапульти і баллісти, розганяючи захисників фортеці. Коли опір був зломлений, на стіну опускали підйомний міст, і по ньому переходили на ворожі укріплення. Римляни перетворили облогу в мистецтво і науку, яка стояла на службі полководців до тих пір, поки існували фортеці, тобто до першої світової війни.



**Рис. 2-35 Гелепола**

Римські інженерні технології часто називають синонімом військових технологій. Всесвітньо відомі дороги не були побудовані для щоденного їх використання простими жителями, вони були споруджені для того, щоб легіони

швидко добиралися до місця призначення і також швидко йшли звідти. Розроблені римлянами **понтонні мости**, побудовані в основному в період воєнного часу, служили тієї ж меті, і були дітищем Юлія Цезаря. У 55 році до н.е. він побудував понтонний міст, довжина якого була близько 400 метрів, щоб перетнути річку Рейн, яку традиційно німецькі племена вважали своїм захистом від римського вторгнення.

Римський флот став вершиною розвитку античних військово-морських сил. З добре притаманною римлянам прискіпливістю, майже не винаходячи нічого принципово нового, він увібрав в себе кращі досягнення науки і техніки підкорених народів. Розвинувши та абсорбувавши ці нововведення, Рим створив "ідеальну машину", що перетворила Середземне море на внутрішнє море імперії, логічно завершивши і підсумувавши розвиток морської справи в добу античності.

Якщо ж розглядати особливості римського суднобудування, то слід відмітити винахід абордажного містка "ворона". Це найбільш відомий винахід римлян в галузі морського озброєння. "Ворон" являв собою штурмовий трап особливої конструкції, мав десять метрів у довжину і близько 1,8 метри у ширину. Ця конструкція була неймовірно дієвою в римській морській справі, проте, ні абордажний місток, ні величезна кількість видів металевих машин не змогла б дати такого ефекту, якби не морська піхота. Саме застосування Римом великої кількості піхотинців у морських баталіях дало величезний поштовх до становлення його гегемонії на морях.

Гай Марій (рис. 2.36) у I ст. до н.е. ввів нову структурну одиницю в легіоні - когорті, що об'єднує 3 маніпули на чолі з особливим начальником (всього в легіоні було 10 когорт). Когорта разом з наданими до неї союзними

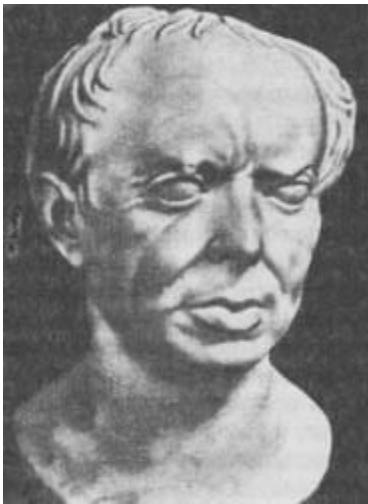


Рис. 2-36 Гай Марій

загонами перетворювалася на досить велику тактичну одиницю, здатну виконувати різноманітні завдання, ніж дрібні маніпули.

З часів Марія кожен легіон в якості символу отримував значок, що зображує срібного орла з розпростертими крилами, якого несли на високому держаку попереду легіону. Значком когорти став прапор на держаку зі своїм зображенням.

До 5 р н.е. термін служби в римській армії становив двадцять років, а згодом – двадцять п'ять років. Воїни, що вийшли у відставку – ветерани, отримували земельні наділи. Перед такою армією не могли встояти і знамениті своєю військовою культурою Стародавні Афіни і Спарта, які теж стали

частиною Римської держави.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Аптекарь М. Д. История инженерной деятельности [Электронный ресурс] / М. Д. Аптекарь. – К.: Изд-во "Аристей", 2003. – 568 с. // Электрон, текст, дані. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/912374/>. – Назва з екрану
2. Бармин А. В. История науки и техники: учебное пособие / А. В. Бармин, В. А. Дорошенко, В. В. Запарий, С. А. Нефедов; под ред. В. В. Зарапия. – 3-е изд.- Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007.-254 с.
3. Балух В. О. Історія античної цивілізації: У 3-х т. - Т.2. Стародавній Рим: Підручник. / В. О. Балух. - Чернівці: ТОВ "Видавництво "Наші книги", 2008. - 848 с.
4. Бесов Л. М. Історія науки і техніки / Л. М. Бесов. – Х.: НТУ ХПІ, 2004. –382 с.
5. Виргинский В. С. Очерки истории науки и техники с древнейших времён до середины XV века [Электронный ресурс]: Кн. для учителя / В. С. Виргинский. – М.: Просвещение, 1993. – 288 с. –Электрон, текст, дані . – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/184102/>. – Назва з екрану
6. Дьяконов, И. М. Научные представления на Древнем Востоке / И. М. Дьяконов // Очерки истории естественнонаучных знаний в древности. М., 1982.
7. Зайцев Г. П., Федюкин В. К., Атрошенко С. А. История техники и технологий: Учебник/Г. Н. Зайцев, И. К. Федюкин, С. А. Атрошенко; под ред. проф. В. К. Федюкина. — СПб.: Политехника, 2007. — 416 е.: ил.
8. Історія науки і техніки: Навчальний посібник для іноземних студентів / С. О. Костилюва, С. Ю. Боєва, Л. Р. Ігнатова, І. К. Лебедев, за заг. ред І.А.Дички. – К.: НТУУ "КПІ", 2015. – 320 с.
9. История Древней Греции: учебное пособие для студентов высших учебных заведений. 2-е изд / В. И. Кузицин, Т. Б. Гвоздева, В. М. Строгоцкий, А. В. Стрелков. — Издательский центр "Академия" Москва, 2009. — С. 480.
10. История Древнего Востока: Учеб. для студ. вузов, обучающихся по спец. "История" / А. А. Вигасин [и др.]; Под ред. В.И. Кузицина. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшая школа, 2003.— 462 с
11. Кефели И. Ф. История науки и техники / И. Ф. Кефели. – СПб.: Балтийский гос. техн. ун-т, 1995. – 171 с.
12. Крижанівський О. П. Історія Стародавнього Сходу. Навчальний посібник / О. П. Крижанівський. – К. : Либідь, 2002. – 590 с.
13. Михайличенко О. В. Історія науки і техніки: Навчальний посібник / Михайличенко О. В. [Текст з іл.] – Суми: СумДПУ, 2013. – 346 с.
14. Кирилин В. А. Страницы истории науки и техники. – [Электронный ресурс] / В. А. Кирилин. – М. : Наука, 1986. – 456 с. - –Электрон, текст, дані. . – Режим доступа //: <http://nplit.ru/books/item/f00/s00/z0000056/st000.html>. - Назва з екрану.
15. Ошарин А. В., Ткачев А. В., Чапагина Н. И История науки и техники. Учебно-методическое пособие./Под ред. Ткачева А. В. – СПб.: СПб ГУ

ИТМО, 2006. – 143 с

16. Стройк Д. Я. Краткий очерк истории науки математики: пер. с нем. 5-е изд. / Д. Я. Стройк. – М.: Наука, 1990. – 256 с.
17. Шейпак А. А. История науки и техники. Материалы и технологии: учебное пособие / А. А. Шейпак. – М.: Изд-во МГИУ, 2009. – Ч. 1. - 276 с.

### КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Дайте визначення таким поняттям "цивілізація", "Стародавній Схід", "Месопотамія".
2. Хто був першим дешифратором "клинопису"?
3. Чому Вавілонію називали "глиняним царством"?
4. Які винаходи Месопотамії ви знаєте?
5. Особливості технічних та наукових знань Давнього Єгипту.
6. Які досягнення металургії Стародавньої Індії ви знаєте?
7. У чому полягає особливість розвитку цивілізації Стародавнього Китаю?
8. Основні досягнення інженерної думки Стародавньої Греції.
9. Досягнення військової науки та техніки Стародавньої Греції.
10. Особливості розвитку інженерної думки Стародавнього Риму.
11. Військова справа у Стародавньому Римі.
12. Винаходи давньоримської цивілізації.
13. Чим відрізняється давньоримський "легіон" від давньогрецької "фаланги"?

## Тема 3. Науково-технічні знання Середньовіччя та Відродження

### 3.1 Технічні та наукові досягнення Середньовіччя

### 3.2 Наука і техніка доби Відродження.

### 3.1 Технічні та наукові досягнення Середньовіччя

Термін "Середні Віки" має умовний характер. До сьогодні велика кількість медієвістів (медієвістика розділ історичної науки, що вивчає Середньовіччя) сперечаються щодо визначення цього поняття, його періодизації та географічних рамок. Флавіо Бьондо в роботі "Декади історії, починаючи від занепаду Римської імперії" (1483 р.) для позначення періоду історії між Античністю та добою Відродженням вперше запропонував поняття "Середні віки". Вивчаючи цей етап історії людства, учені акцентували різні ознаки, притаманні Середньовіччю. Одні сприймали його як добу страху, фанатизму й побожності, інші - як час розквіту європейської культури. Деякі історики вважали Середньовіччя закономірним тисячолітнім містком між Античністю і Новим часом, а інші - тисячолітньою прірвою. Історик техніки США Д.Уайт вважає, що головним досягненням середньовіччя є те, що вперше в історії створено складну цивілізацію, яка заснована не на праці рабів. Історик науки Франції П.Божуан вважає безперечним той факт, що технічна революція в епоху середньовіччя пов'язана з підкоренням сил Природи, сили тварин, сили води і вітру. Середньовіччя започаткувало новий етап в історії людства, який спирається на техніку, що постійно зростає. Якщо сьогодні і говорити про темні ночі цього періоду нашої історії, то лише тому, що вчені працювали вночі, ховаючись від переслідувань церкви.

Початком Середніх віків прийнято вважати **476 р.**, коли вождь германців Одоакр перемиг останнього римського імператора Західної Римської імперії Ромула Августула. Епоха Середньовіччя закінчилася у **1492 р.** відкриттям Америки Х. Колумбом.

В історії Середніх віків, як правило, виокремлюють три основні періоди, що відрізняються рівнем економічного, політичного й культурного розвитку.

Перший період охоплює V - середину XI ст. і називається раннє Середньовіччя. В економіці цього періоду панувало натуральне господарство, у політичному житті простежувався процес формування держав, у духовному - тимчасовий занепад культури.

Другий період розвиненого Середньовіччя, тривав з середини XI ст. до середини XIV ст.. У цей час збільшилася кількість населення, поживилася господарська діяльність, виникали міста, формувалася міська культура.

Третій період тривав до кінця XV ст. і дістав назву пізнього Середньовіччя, або, за висловом голландського історика XX ст. Погана Гсйзінги, "осінь Середньовіччя". Він розглядав цей час як епоху розкішного й чудового відцвітання середньовічної культури, її гармонійного завершення. Перша половина XIV ст. характеризувалася ознаками занепаду господарства.

Європейське суспільство охопила криза, яка розхитала його традиційні підвалини, змінила звичну картину світу, породила глибокі зміни в релігії, науці, економіці, політиці.

Географія цієї доби історії охоплює всю Європу, арабо-мусульманський світ, Індію та Китай. Саме в Середньовіччі було закладено підґрунтя для розвитку сучасної цивілізації.

**Техніка середньовічної Європи.** Переважна більшість речей, якими користувалися середньовічні люди, була створена руками. Якщо поглянути на техніку середньовіччя, вона може здатися нам бідною і примітивною, оскільки поступалася тій, якою користувалися стародавні греки і римляни. І все ж за доби середньовіччя людство не зупинилось у своєму технічному розвитку: зміни були, хоча й повільні.

**Сільське господарство.** У сільському господарстві вдосконалювалися переважно засоби рільництва. Легкий плуг розрізав землю, ведучи борозну спеціальним ножем-леміхом, причому величина скиби регулюється вагою плугу, який хлібороб може легко підняти руками. Такий легкий плуг був дуже крихким, тому виявився негодящим для твердої землі в Північній Європі.

Важкий плуг був з колесами, що дозволяло зробити його істотно важчим, а виготовляти з металу. Такі плуги дозволили вирощувати більше їжі, а це привело до збільшення населення біля 600 року нашої ери. В XI-XII ст. набув ширшого застосування важкий залізний колісний плуг із відвалом і зубчаста борона. У цілому ручна сільськогосподарська техніка мало чим відрізнялася від сучасної (коса, серп, вила, граблі тощо). У IX-X ст. замість ярма з'явився хомут. Це дозволило запрягати для оранки коней, а не биків, перевозити великі вантажі. Ярмо ускладнювало дихання, сповільнювало швидкість руху, а хомут, змістивши центр ваги на спину, вивільнив сили тварин для роботи. Зазвичай, усі роботи виконувались вручну, тяглової худоби бракувало.

З V- VI ст. у Європі зерно починають молоти у водяних млинах, відомих ще з часів Римської імперії. Приливні млини (VII-VIII ст.) - це особливий вид водяних млинів, які використовують енергію припливів. Гребля зі шлюзом зводиться на шляху припливної хвилі, або ж використовується штучний резервуар в затоплюваному гирлі річки. Коли надходить приплив, вода потрапляє до млинового ставка через спеціальні ворітця, які закриває своєю хвилею приплив, коли він починає спадати.

Коли рівень води достатній, воду починають потроху звільняти, і вона крутить водяне колесо. Найстаріші з відомих млинів датовані 787 роком. Перш за все це млин монастиря Нендрам на острові Стренгфорд-Лох в Північній Ірландії. Його жорна мають 830 міліметрів в діаметрі. Знайдено і залишки більш старого млина — припускають, що він міг бути збудований ще в 619 році.

Будова млина постійно вдосконалювалася, і з часом його стали використовувати для подрібнення руди, при обробці конопляного волокна, шкір тощо. У XIV ст. водяний млин було удосконалено: нижньобійне колесо замінено верхньобійним (вода падала зверху).

**Металургія.** Удосконалювався видобуток й обробка металів. В середні



віки став зростати попит на залізо. Легкоплавкі руди, які використовувалися в сиродутних печах, замінилися тугоплавкими. А для таких руд потрібні були і інші печі. Найстаріша з відомих доменних печей на Заході була збудована в Дюрстелі в Швейцарії, в Маркіші, Зауерленд, Німеччина, а також в Лапутані в Швеції, де доменний комплекс активно використовувався між 1150 та 1350 роками. В Нораскозі в шведському окрузі Ярнбоз було знайдено залишки доменних печей, збудованих навіть раніше, можливо, біля 1100 року.

У тринадцятому столітті винайшли нову плавильну піч – штукофен. Цей винахід було першим кроком до доменної печі. У штукофенах температура плавлення руди була вищою, плавка йшла повільніше, рівномірніше і повніше. Плавильники отримували всі три продукти виробництва: чавун, ковке залізо і сталь. Блауофени - піддувні печі – були наступним кроком в цьому напрямку. Пізніше блауофени удосконалилися до доменної печі. Там отримували чавун, при вторинній плавці чавуну – залізо. Такий спосіб називався двоступінчастим.

**Прядіння. Ткацтво.** Прялка з колесом була, як вважають, винайдена в Індії, хоча точне її походження невідоме. Прялка потрапила в Європу через Близький Схід.

Вона замінила ручну прялку минулого, де нитка витягувалась із маси куделі, потім волокна скручувались разом, і отримана нитка намотувалась на веретено. Цей процес було механізовано: веретено встановлювали горизонтально, щоб його могло крутити велике колесо з ручним приводом. Куделю з масою майбутньої пряжі тримали лівою рукою, а правою повільно крутили колесо. Витягування волокна під кутом до осі колеса приводило до потрібного результату.

Розквіт ткацтва пов'язаний з винайденням у IX ст. вертикального ткацького верстата. Від іспанських арабів європейці купували бавовну, що сприяло народженню нових видів виробництва: плетіння, вишивка, мереживо, килими. У Західній Європі навчилися виготовляти й шовк.

**Будівельна справа.** З'явилися механізми, що полегшували працю людини під час піднімання вантажів, а також коловороти, домкрати, підймальні крани, поршневі насоси. Для прокладання та очищення каналів почали використовувати землерийні пристрої. З XI-XII ст. для будівництва використовують обпалену цеглу, цемент, вапняну штукатурку, облицювальні кахлі, черепицю. У XII ст. у Європі спорудили перший водопровід з елементами каналізації. Споруджуючи храми й навіть будинки знаті, дедалі частіше використовували кольорове скло і вітражі.

**Оптика.** Скло у Європі виробляли ще з часів античності. Проте грецьке й римське скло було тьмяне, грубувате за формою. На початку XIII ст. міцне, прозоре скло виплавили венеціанські гутники. Завдяки цьому винаходу виникла наука оптика. Вважають, що першу пару окулярів у 1260 р. виготовив англійський філософ Роджер Бекон (бл. 1214 р. - бл. 1292 р.). В 1268 році він зробив перший з зафіксованих коментарів щодо використання лінз для оптичних цілей, але збільшувальні лінзи, вставлені в оправу, використовувались в той час для читання і в Європі, і в Китаї, тож досі точаться суперечки, чи Захід запозичив



цей винахід у Сходу, чи було навпаки. Цікаво, що на одному з вітражів Страсбурзького собору німецького імператора Генріха VII (бл. 1273-1313 рр.) зображено в окулярах.

Перший портрет, на якому є окуляри, це портрет Х'ю Провенса роботи Томазо да Модена, намальований в 1352 році. В 1480 році Доменіко Жиральдайо, малюючи Святого Єроніма, зобразив його за робочим столом, з якого звисають окуляри. Кінець кінцем Святий Єронім став покровителем тих, хто створював видовища. Найбільш ранні окуляри мали випуклі лінзи для далекозорих. Увігнуті лінзи для тих, хто страждав на міопію чи короткозорість вперше помічено на портреті Папи Лева Десятого, який намалював Рафаель в 1517 році.

Із виготовленням венеціанцями посрібнених дзеркал європейці стали більше дбати про свій зовнішній вигляд.

**Вимірювання часу.** Оскільки пісочний годинник — один з важливих пристроїв для обліку часу в морі, то припускають, що він міг використовуватись приблизно з XI століття та доповнювати магнітний компас, таким чином допомагаючи навігації. Проте, візуальних доказів його існування не було знайдено аж до XIV століття, коли пісочний годинник з'явився в картинах Амброзіо Лоренцетті у 1328 році. Більш ранні письмові спогади - це саме корабельні годинники. А з XV століття пісочні годинники дуже широко використовують - на морі, в церкві, у виробництві, навіть в кулінарії.

Це був перший надійний, багаторазовий та точний прилад вимірювання часу. Під час подорожі Фердинанда Магелана довкола світу в його флоті на один корабель мало бути 18 пісочних годинників. Була навіть спеціальна людина, яка перевертала годинники та занотовувала час для бортового щоденника. Полудень був дуже важливим часом для перевірки точності навігації, бо він залежав не від пісочного годинника, а лише від часу, коли сонце піднімалося у зеніт.

Механічний годинник (XIII ст.). Походження ідеї механічного годинника як такої невідоме; перші такі пристрої могли бути створені в монастирях, щоб точно визначати час, коли слід збирати ченців на службу дзвонами. Перший механічний годинник, про який точно відомо, був великим, з важким механізмом, який було вбудовано у вежу.

Зараз такий годинник зветься баштовим. На цьому годиннику була лише годинна стрілка. Найстаріший із годинників, що збереглися до наших днів, знаходиться в Англії, в Солсбері, і створений він в 1386 році. Годинник, що його встановлено в Руані, Франції, в 1389 році, досі йде, і саме він зображений на фото. А годинник, сконструйований для собору в Уельсі, зараз зберігається в Музеї Науки в Лондоні. У XV ст. німецький майстер П. Хенляйн створив кишеньковий годинник.

**Друкарська справа.** Великі наслідки на Заході мали такі технічні нововведення зі Сходу, як винахід паперу та друкування. Розроблена європейцями нова технологія виготовлення паперу виявилася настільки доброю та дешевою, що зростаюче вживання паперу призвело до браку переписувачів, а це, в свою чергу, — до нового методу переписування — друкування.

Вперше папір винайдено в Китаї приблизно у II столітті до н.е..З VIII ст.н.е.

технології виготовлення паперу стали відомі в арабському світі. Після того як маври завоювали Іспанію в XI ст., вони принесли з собою китайську технологію і відкрили майстерні з виробництва паперу. Звідти ця технологія поступово розповсюдилась по всій Європі.

Через Хрестові походи європейців, мистецтво виробництва паперу, яке трималось у таємниці, стало відомо в Західній Європі. В Іспанії - на стику арабської і європейської цивілізацій - папір з'явився у 1150 р. З Іспанії він проник до Південної Франції (1189 р.). В Італії і Німеччині папір з'являється відповідно у XIII і XIV століттях.

Спочатку папір робили вручну з шовку-сирцю, кори тутового дерева, потім з льняного й конопляного ганчір'я, а також інших волокон рослинного походження. Техніка виробництва паперу: приготування паперової маси та відлив паперу. З XI ст. в Європі поширився папір, який у XIII ст. майже повністю витіснив пергамент. Друкування книг, як і папір, вперше виникло в Китаї, проте Європа була першою в створенні механізованого друку. Прототипом для середньовічного друкарського пресу може бути прес для паперу, а йому послугував, в свою чергу, прес для винограду та оливок, розповсюджений в Середземномор'ї. Довгим важелем повертали важкий дерев'яний гвинт, на папір тиснув дерев'яний вантаж-валик. В цій версії дерев'яний прес проіснував біля трьох століть і був здатен видавати з невеликими варіантами біля 250 сторінок одностороннього друку на годину.

Книгодрукування було одним із самих запізнених і дуже вагомих досягнень середньовіччя. Воно стало поєднувальним ланцюгом між накопиченими знаннями до часу його відкриття та наступним бурхливим прогресом людського мислення. Більшість дослідників датою виникнення друкарства в Китаї вважають початок VIII ст. Науковець Цянь Цунь-сюнь у статті, опублікованій у 1972 р., висловлював думку, що найімовірнішою датою появи книгодрукування у Китаї можна вважати VII – початок VIII ст. Найближчими до техніки друкарства були відбитки, що їх отримували з печаток і кам'яних плит. Проте малий розмір печаток не давав змоги за один раз отримати відбиток великої кількості ієрогліфів. Тому наступним етапом розвитку друку стало винайдення способу розмноження текстів з кам'яних плит. До переваг кам'яних плит слід віднести значний розмір їхньої поверхні, що дозволяло відразу розмістити багато ієрогліфів.

Але треба було винайти такий спосіб, який би поєднав переваги обох способів отримання відбитків. Таким новим способом стало винайдення ксилографії, яке відносять приблизно до періоду другої половини VI ст. і першої половини VII ст., тобто на межі правління династій Суй і Тан. У IX ст. спосіб друкування з гравіювальних дощок отримує широке розповсюдження. Найдавнішою із пам'яток, які були видруковані таким способом і збереглися до наших днів, є "Цзінган цзін" ("Діамантова сутра"), знайдена у печері Могао в Дуньхуані (провінція Ганьсу). Ця сутра була виготовлена у 868 р. і являла собою сувій довжиною близько 5 метрів, шириною 40 см, склеєний із семи аркушів паперу. Ретельно виконані малюнки й ієрогліфи вирізняються витонченістю.

Винахід друкарського верстата Іоганном Гуттенбергом (бл. 1398-1468 рр.) у 1448 році поклало початок новому етапу розвитку культури і науки в історії людства. Гуттенберг теж почав з дерев'яних матеріалів, але букви вирізалися не готовим текстом на дерев'яній поверхні, а кожна окремо. Це дозволяло вирізані літери використовувати багаторазово, набираючи з них різні тексти. Але дерево поступово втрачає форму, воно набухає, потім висихає, і слова в текстах виходять кривими, нерівними. Це навело на думку відливати літери з металу, набирати їх в верстатку (лінійка з бортиками), щоб вони склалися в цілий рядок. Такий спосіб давав можливість відлиті букви використовувати багаторазово, набираючи з них нові тексти. А придуманий Гуттенбергом друкарський верстат набагато спростив завдання: одну книгу тепер можна було друкувати в десятках і сотнях примірників. Першими книгами І. Гуттенберга стали граматика Доната, календарі, а пізніше – Біблія.

Дешеві друковані книги сприяли поширенню читання, викликавши тим самим потребу в ще більшій кількості книг. До Гуттенберга у Європі було декілька тисяч рукописів. Через 49 років після його смерті було видано мільйони книг. До кінця XV ст. були створені друкарські шрифти: готичний, латинський, старослов'янський - глаголиця і кирилиця, єврейський. Уже до 1470 р. друкарні розповсюдились по містах Голландії, Німеччини, Італії. Потім вони з'явилися у Франції, Іспанії, Англії, Польщі. У 80-х рр. XV ст. - у Данії, Швеції, Норвегії і Португалії.

У 1483 р. у Венеції виходить перша слов'янська книга (глаголицею) "Міссал". Її видав А.Пальташич. Перші слов'янські книги кирилицею були видані у 1491 р. гуситом Святополком (Швайполт Фіоль, або Фейль) у Кракові. В них містилось звернення до читачів малоросійською (українською) мовою. У Московській державі книгодрукування з'явилося у XVI ст. за часів Івана Грозного. Перша друкована книга, яка зафіксована датою, надрукована у Москві в 1564 р. під назвою "Апостол". Її надрукували Іван Федорові і його помічник Петро Мстиславець. Утиски церкви примусили Федорова переселитись в Україну. Він продовжував видавати книги у Львові, Острозі.

**Морська справа.** За даними історичних документів застосовувати компас китайські моряки почали за часів династії Північна Сун (960-1127 рр.). Китайський учений Чжуй Юй, який жив у той час, у своїй праці "Пінчжоу кетань" описує, як мореплавці, мандруючи морем, вдень орієнтувалися за сонцем, вночі – за зірками, а в похмурі дні – за компасом.

Отже, Китай є не лише країною, де винайшли компас, а першою серед країн, де його застосували у мореплавстві. З появою компаса мореплавство почало швидко розвиватися, що сприяло встановленню міжнародних торговельних і культурних зв'язків.

Порівнюючи між собою типові кораблі початку і кінця середньовіччя, можна відзначити їх головну відмінність: якщо наприкінці античності морське судно було переважно весловим, а парус відігравав лише допоміжну роль, то на початку нового часу воно стало виключно парусним і цілком без весел. Над розвитком і удосконаленням парусного озброєння корабля насамперед

працювала творча думка середньовічних майстрів. Каравели втілили у собі все краще, що було накопичено за попередні століття у мистецтві будування кораблів і управління ними.

**Військова справа.** В процесі еволюції європейського суспільства й культури, постало таке явище як лицарство. Дослідники припускають, що батьківщиною лицарства була Франція (а саме Франкська держава). Початки протолицарства беруться з VIII ст., а саме з бенефіціарної реформи Карла Мартела (майордом Франкської держави). Ця реформа, фактично, заклала основи до створення феодального суспільства та нового соціального прошарку - лицарства. XII-XV ст. - епоха найбільшого розквіту лицарства.

З еволюцією вогнепальної зброї (XV-XVI ст.) відбувається швидкий процес занепаду як самого рицарського стану так і їхніх традицій. Основними ідеями рицарства, були ідеї індивідуальної вартості, воєнного подвигу, сакральних норм ведення битви та концепція аскетизму військового життя. Нова епоха, де-факто, відкинула ці ідеї на периферію, взявши за основу концепцію Ніколо Макіавеллі "Мета виправдовує засоби".

В епоху Середньовіччя людина майже все життя була пов'язана зі зброєю. Свободу і честь, дім і багатство не просто було захистити юридичними параграфами. Упродовж багатьох століть долі людей вирішували поєдинки, битви, повстання, заколоти, змови, родові й особисті чвари. Усе це сприяло інтенсивному розвитку зброярства.

Найпоширенішою наступальною зброєю були спис і довгий меч. При потребі залучали великий лук зі стрілами, піки та арбалети. У VII ст. з'явилася шабля. Одним із важливих нововведень у ранньому Середньовіччі стало стремено. Без нього кінний воїн не міг міцно триматися в сідлі, а кавалерія здебільшого складалася із загонів кінних лучників, які не билися з ворогом на мечах чи списах.

До VIII ст. в бій чи на поєдинок воїн вирушав у панцирі. У бідних людей панцирі були переважно дерев'яними, а в заможніших — шкіряні, з нашитими на них металевими пластинами.



Рис. 3.1 - Обладунки лицаря

Пізніше використовували також кольчугу — захисне військово спорядження ззаду робило її зручною при їзді верхи. Кольчуга звисала до колін (рис. 3.1). Згодом входять у вжиток кольчужні панчохи та рукавиці, тож все тіло, крім обличчя, було закритим. З XIV ст. обладунки стали суцільними. Їхню основу становила не кольчуга, а лати з металевих лусок чи пластинок. Це було зумовлено, з одного боку, вдосконаленням зброярського ремесла,

а з іншого - поширенням арбалетів, проти яких кольчуга надійно не захищала. Голову воїна закривав капюшон, підбитий м'якою тканиною. Зверху одягався

шолом із захисними пластинами, що прикривали ніс і щоки, або ж на обличчя опускалося забрало зі спеціальними прорізами для очей. Процедура виготовлення обладунків була складною і потребувала неабиякої майстерності. Як правило, над виробом працювало відразу декілька ремісників. Готовий виріб загартовували у вогні. Ще одним надійним прикриттям воїна був щит. Основними видами лицарського озброєння були: спис, меч, сокира чи булава.

**Лицарський спис.** Саме його в бою найперше використовував лицар, який мчав на коні. Протягом віків довжина списа мінялася: спочатку він був коротший – не більше 250 см, а пізніше довжина збільшилась майже на метр. Древяно списа виготовляли з буку чи ясеня, а наконечник був металевий. До речі, спис часто використовувався і як флагшток: до нього кріпилося знамено або маленькі прапорці. Інколи списи мали невеличкі диски, призначення яких - попередити надто глибоке входження в тіло супротивника. Але лицарі турбувалися аж ніяк не про ворогів, а про те, щоб зброєю можна було витягнути максимально швидко.

**Мечі.** Існують класичні (одноручні), півтораручні та дворучні мечі. Одноручний меч відомий з раннього середньовіччя. Довжина таких мечів не більше 90 см, середня вага – 1,2 кг. У XII ст. мечі сягають розмірів до 1,2 м., мають прямий клинок, обопільну заточку, хрестоподібну гарду, рукоять під полуторний або дворучний хват, масивне наголов'я, що врівноважує клинок. Максимальна вага - (4-5 кг). Їх поява обумовлюється необхідністю наносити ушкодження противнику захищеного важкими обладунками. Технологія виробництва цих мечів досягла в Західній Європі такої досконалості, що обігнала на багато років все інше металургійне виробництво в цьому регіоні. Ці мечі порівнювали тільки з білою еменської сталлю, яка цінувалася дорожче золота. Все це говорить нам про значення даного виду зброї у цей час. Найбільш знамениті клинки одержують імена.

Незмінним атрибутом кожного лицаря був кинджал чи стилет, які використовувалися як для їжі, так і для бою. Найбільшого поширення в цей час отримали кинджали милосердя.- "мізеркорди". Як допоміжну зброю кінного воїна часто використовували різні види ударно-дроблячої зброї: чекан, булава, шестопер, сокира.

Розповсюдження отримали і арбалети, незважаючи на те, що Церква заборонила використовувати цю зброю у війнах між християнами. Щоправда, якщо противником виступали мусульмани, заборона знімалася. Така зброя була у розпорядженні лицарів уже під час першого Хрестового походу й використовувалась аж до XVI століття.

Інколи вага зброї досягала десятків кілограмів, тому лицарі не могли обходитися без сторонньої допомоги, і багато хто з них мав власного зброєносця.

**Лук та арбалет.** Лук – давня зброя. Важкий у використанні (тренувалися у вмінні стріляти з лука кілька років), але невимогливий у догляді та легкий у виготовленні. Ранні арабські луки стріляли до 150 м, а англійські лучники (використовували довгі луки до 2 м) в часи Столітньої війни стріляли до 320 м. Рекордна дальність стрільби зі складно-компонітного лука була зафіксована в XVII ст., в Османській імперії. Іскандер Тоз-Копоран (турок) вистрілив з лука на

відстань у 909 м. Опісля нього, рекорд ніхто не зміг повторити. На честь нього названа одна з вулиць Стамбула і площа стріл – Ок-Мейдан, на якій знаходиться стелла Тоз-Копорана.

Арбалет був відомим ще в Античну епоху. У IV ст. до н.е. з'явився в Китаї. Також, арбалет знали і в тогочасній Європі (гастрафет – у греків). Але опісля V ст. він виходить із вжитку, і з'являється лише в X ст. Одна з версій: головна функція арбалету – пробивати обладунок та щит противника. VI-X ст. - це час загального занепаду, в часи якого обладунок воїна був примітивним (лише багаті використовували кольчугу). Немає потужних обладунків - непотрібний й арбалет. Лише з X ст. починає удосконалюватися і покращуватися лицарський обладунок, і саме в цей час відроджується арбалет (рис. 3.2). Арбалет важкий у використанні (натягування тятиви), але не потрібно довго вчитися, щоб вміти ним користуватися. Набагато сильніша вбивча сила, ніж в лука. Вимогливий у догляді та дорогий у виготовленні. Структура арбалета – станина, пружна дуга, спусковий механізм, болти (стріли), тятива (згодом вона стала металевою). Найкращими арбалетниками були генуезці та швейцарці.



Рис. 3.2 - Арбалет

Суттєві зміни у військову справу внесли поява і поширення вогнепальної зброї. Рицарська кіннота втратила свою роль, а колись могутні замки не могли встояти під гарматним вогнем.

Перша письмова згадка про порох належить відомому китайському фармакологу Сунь Симяо (танський період, 618-907 рр.). Вперше порох застосували з воєнною метою в X ст., а в XII ст. з'явилась вогнепальна зброя.

За часів династії Юань (1271-1368 рр.), коли велися війни з арабськими країнами Середньої Азії, на озброєнні китайських військ було чимало ствольної вогнепальної зброї. Саме через війни ця зброя і спосіб її виготовлення поступово проникають в арабські країни. В арабських книжках того часу є записи про те, що монгольські (юаньські) війська застосовували в боях "залізні бутлі". Очевидно, то були примітивні гранати, подібні до ручних мін. З арабських літописів відомо, що на той час араби запозичили два види вогнепальної зброї: "кіданську пищаль", яку застосовували для стрільби з невеликої відстані, і "кіданську вогняну стрілу", яка була здатна вразити ворога на далекій відстані (Кіданом на той час араби та інші народи називали Китай за назвою однієї з войовничих народностей, що проживала на території Північного Китаю).

В арабів секрет виготовлення пороху і вогнепальну зброю перейняли європейці. Це сталося лише через кілька століть після того, як їх почали використовувати в Китаї. У XIV столітті світ побачив знамениту працю ченця Бартольдї Шварца "Про користь пороху", в якому він детально описав властивості, склад і способи застосування речовини, що вважалася раніше магичною. Це було народження нової ери - ери вогнепальної зброї.

Раніше, ручна вогнепальна зброя являла собою гранований залізний ствол, довжиною близько 40 см, який всередині висвердлювали. Біля казенної частини був отвір для запалу. З боку дула засипали порох, утрамбовували шомполом і вставляли снаряд - камінь, обгорнутий ганчіркою, а в запальний отвір - тліючу паличку. Замість приклада, ствол прив'язували до палиці. Така зброя була широко поширена і мала безліч назв: петріналь, бомбарда, ручниця, кулеврини, самопал. У бою її зазвичай не перезаряджали - на це було потрібно занадто багато часу - і використовували більше для психологічного впливу. Хоча перелякані пострілом коні наносили супротивнику більше шкоди, ніж сама бомбарда, її вбивча сила теж заслуговувала уваги. Куля гарантовано пробивала будь-який обладунок на відстані 10-15 метрів. Максимальна дальність польоту становила всього близько 200 метрів. У середині XV століття до запального отвору стали прилаштовувати полку, на яку насипали затравочний порох. Приклад від арбалета і застосування круглої свинцевої кулі стали значним удосконаленням.

Наприкінці того ж століття з'явився гнотовий і колезчатий замок. Колезчатий замок по дії нагадує сучасні запальнички: шматочок сірого колчедану (його часто називали кременем) опускався на обертове коліщатко, викреслюючи іскри, що підпалювали затравочний порох. Гнотовий замок вимагав постійно підтримувати тління джгута, який перед пострілом затискали губками курка. Щоб зробити постріл, потрібно було підняти кришечку полиці, і курок з тліючим гнітом опускався до затравки за допомогою пружини. Така зброя називалося аркебуза, стріляла 20 грамовими свинцевими кулями і дальність прицільного вогню у неї була вже 20 - 25 метрів. Кремнієвий замок широко поширився лише наприкінці XVII століття.

У XVI столітті з'явилися мушкети. Вони повторювали принцип дії аркебузи, але були у два рази більшими. Мушкетна куля важила 60 г, ствол довжиною 130-160 см забезпечував їй більшу дальність польоту і забійну силу. На відстані 200 метрів мушкет легко пробивав обладунки і використовувався, в основному, для боротьби з кавалерією, а точніше - з кіньми, і був настільки ефективний, що швидко завоював визнання і повагу сучасників.

**Техніка мусульманського Сходу.** Араби захопили області традиційного іригаційного землеробства, тому раціональне водокористування стало однією з головних державних завдань. Чиновники-інженери повинні були спостерігати і контролювати справність гребель, дамб та інших зрошувальних споруд. При необхідності араби створювали іригаційні машини, наприклад, водочерпальні колеса, а також трубопроводи.

Застосування водочерпального колеса визначило розвиток і водяних млинів, які будувалися на річках, в тому числі плавучі і підвісні, які підвішувалися на залізних ланцюгах посередині річки. У VIII ст. на території Персії і Іраку з'явилися перші вітряні млини. Вони мали горизонтальне вітряне колесо, а вертикальний вал обертав жорно.

Завойовники перейняли більшість досягнень підкорених народів і змогли освоїти нові для них галузі ремесла і технології. У будівництві та архітектурі вони використовували не тільки досвід і традиції попередніх епох, але змогли їх

розвинути, переробивши деякі ідеї для своїх цілей.

"Купол Скелі" в Єрусалимі, головна мечеть арабів досі залишається шедевром архітектури. В арабській архітектурі з'явилося кілька нових типів будівель: мечеті і мінарети, медресе, караван-сараї і т.і. З'явився так званий арабський звід - стрільчаста арка. Мінарети стали характерною частиною пейзажу областей поширення ісламу. Деякі арабські міста увібрали в себе всі передові досягнення міського благоустрою епохи. Так, в Кордові всі міські вулиці були вимощені і висвітлювалися ліхтарями. На арабському Сході головними ремісничими і торговельними центрами були Дамаск, Багдад, Мекка, Медіна, Каїр, Кордова, Басра. Їх ринки, базари славились на весь середньовічний світ. Закономірно, що будучи міжнародними центрами торгівлі, східні міста ставали джерелом багатьох технічних новинок для європейців.

Серед технічних досягнень арабського Сходу був папір з ганчір'я. У Самарканді в IX ст. було налагоджено виробництво такого паперу. На території Іспанії, значна частина якої була захоплена арабами, з'явилася перша паперова фабрика близько 1150 року у місті Хатіві. Незабаром це нововведення підхопили в Італії, потім у Франції і Німеччині. Інші винаходи арабів пов'язані з розвитком у них наук і практичних знань: фарби, скло, хімічні реактиви, косметика, парфумерія. Особливу увагу приділяли араби мистецтву виготовлення зброї. У нанесенні візерунків на сталевий клинок, арабам не було рівних, ця технологія збільшувала вартість зброї в багато разів. Араби принесли в Європу порох і вогнепальну зброю. В XI столітті з'явився для стрільби порохом з'явилися у арабів. Можливо, ідея пороху була запозичена в Китаї, в усякому разі, селітру називали "китайської сіллю". А в XIII столітті вже навчилися стріляти зарядами. В Європу вогнепальна зброя потрапила саме з Аравійського півострова. Перші в Європі рушничні стволи, в яких був вже запальний отвір і свинцеві кулі, з'явилися в Іспанії і називалися "Карабах".

**Технічні досягнення Візантії.** У багатьох технічних досягненнях, через більш стабільну ситуацію та близькість зі Сходом, Візантія випереджала Європу. Підхопивши традицію античного виготовлення шкіри "по-пергамськи", візантійці налагодили виробництво матеріалу для письма - "пергаменту", який з VI століття замінив папірусні сувої.

У містах, при спорудженні великих будівель, продовжували виходити з античних традицій. Знаменитою будівлею є Софійський собор у Константинополі. Планування, будівельний матеріал, технології, пристосування, система забудови - все зберігало риси античної будівельної справи.

Візантійці познайомили Європу з шовком, коли їм вдалося зруйнувати монополію китайців. Перероблений в майстернях Константинополя шовк-сирець експортувався на Захід. Пізніше шовкова справа почала розвиватися в Італії і Франції. Але виготовлення більш дорогих тканин залишалося візантійською прерогативою, наприклад, золототканна парча.

Візантія уславилася ремісничими виробами, виготовленими за античними рецептами: скло, кераміка, мозаїчна смальта, емалі і фарби. Зберігши військово мистецтво попередньої епохи, візантійська армія мала у своєму розпорядженні



першокласну бойову техніку і озброєння, також Візантія змогла зберегти боєздатний військовий флот. Особливу славу і могутність йому давав винахід суміші, відомої як "грецький вогонь". До його складу, вірогідно, входили сірка, лляне масло, кам'яна сіль, смола, нафта, негашене вапно, товчений спечений пісок, дьоготь і селітра. Візантії в VII ст. спорудили для використання цієї рідини катапульту з трьома настільно розташованими трубами. Точний склад і пропорції речовин "грецького вогню" трималися в таємниці, і це надовго забезпечило перевагу Візантії в морських боях.

**Наукові знання мусульманського Сходу.** Відмінною особливістю Середніх віків був розквіт науки на арабському Сході. Іслам миролюбно відносився до наукового пошуку. Тому саме на Сході було зроблено безліч наукових відкриттів і спостережень, а арабо-мусульманська середньовічна культура у багато разів перевершувала сучасну їй європейську культуру. Математика і астрономія, медицина і фармакологія були корисні для розвитку цивілізації, вони підвищували рівень життя населення і не погрожували ідеології ісламу.

Серед характерних рис арабської науки можна відзначити, те що до книг ставилися з великою повагою, а багато правителів-халіфів збирали цілі бібліотеки, які іноді досягали 150-200 тисяч томів. З'явилися і наслідування Олександрійського Мусею: вчений Ібн-Хамадан створив в місті Мосул "Будинок мудрості", при якому була доступна бібліотека. За його прикладом в Багдаді подібний "Будинок мудрості" заснував візир Ардашир Ібн-Сабур в 994 р.. Крім бібліотек в таких наукових центрах розташовувалися обсерваторії, тут працювали поети, науковці та перекладачі, які перекладали грецькі книги. Потреби в освічених людях привели до створення університету в Єгипті при мечеті аль-Азхар (983 р.), який існує до цього дня. З'явилися навчальні заклади нового зразка - медресе.

Джерелами культури і науки арабів були праці античних і візантійських вчених, досягнення підкорених країн. На Сході були збережені і використані праці Платона, Аристотеля, Евкліда, Архімеда та інших античних вчених. Виник попит на переклади наукових творів, оскільки становлення власне арабської науки викликало потребу в освоєнні вже накопичених знань. В першу чергу це стосувалося практичної механіки (для будівництва водопідйомних машин та іригаційних споруд). Знадобилися праці Аристотеля, Герона Олександрійського, Філона Візантійського. Часто коментарі до перекладів перетворювалися у самостійні твори.

Ібн-Сіна (Авіценна) в "Книзі знань", на основі праць Герона і Філона, розглядає п'ять простих машин і їх комбінації для підйому води і переміщення вантажів. Переклади праць Архімеда "Книга про пізнання практичної механіки" Ісмаїла аль-Джазарі і "Про водяні колеса і підйом води і про службовців для цього механічного пристрою" Мухаммеда аль-Хорасані є самостійними трактатами на цю тему.

З книги Клавдія Птолемея мусульмани дізналися про кулястість землі, навчилися визначати широту і довготу і малювати мапи. Твори Гіппократа стали

основою для "Канону лікарської науки" знаменитого лікаря і філософа Ібн-Сіни, а Ібн-Хайян поклав початок арабської алхімії і астрології. У період з VIII по XII ст. в арабському світі розвиваються такі науки, як тригонометрія, алгебра, пізніше оптика і психологія, згодом астрономія, хімія, географія, зоологія, ботаніка, медицина. Світогляд арабів проявлявся в поширенні наук, що об'єднують практичні знання з містикою і забобонами: астрономію у них супроводжувала астрологія, хімію доповнювала алхімія.

У природознавство внесок арабських вчених проявився в розвитку алгебри і арифметики. Навіть слово "алгоритм" є латинізованим варіантом імені математика і астронома з Хорезма Мухаммеда Ібн-Муси аль-Хорезмі. Він переробив математичні праці індійського вченого Брамагупти, і назва його праці "Алгебра" дало ім'я науці. Аль-Хорезмі підкреслював практичну користь математики, зокрема для вимірювань землі. Вчений запозичив у індійців десятичні цифри, які згодом потрапили від арабів в Європу і які європейці тепер називають арабськими. Аль-Хорезмі був і ще найзнаменитішим арабським астрономом.

Астрономія була на Сході почесним напрямом, оскільки головним завданням було навчитися визначати, де знаходиться Мекка і в ту сторону повинні були схилитися правовірні при молитві. Алхімія і пов'язана з нею хімія стали специфічними напрямками арабської науки. Головним заняттям алхіміків були пошуки еліксиру життя і філософського каменю, який дозволяв перетворювати ртуть у золото. Хімія досягла високого рівня розвитку і мала практичне застосування: виплавка сталі, фарбування тканин і шкіри, виробництво скла. Арабські алхіміки винайшли пристосування і обладнання для проведення експериментів: мензурки, колби, тиглі тощо.

Найчастіше вчені займалися відразу багатьма галузями наукового пізнання, були справжніми енциклопедистами. Серед них найбільш помітними фігурами є Аль-Біруні, Ібн-Сіна, Джабір-Ібн-Хайян та інші.

Аль-Біруні створив трактати з математики, астрономії, фізики, ботаніки, географії, загальної геології, мінералогії, етнографії, історії. Він вважав основою дослідження експеримент, описав обертання води в природі, відчуття людини, допускав можливість руху планет навколо Сонця.

Ібн-Сіна (Авіценна) залишив близько 450 наукових праць по 29 галузям науки. Ібн-Сіна був учений-енциклопедист, в сферу його інтересів потрапили філософія, логіка, психологія, математика, геологія, фізика та інші науки. Найважливішим напрямком діяльності Ібн-Сіни була медицина, його трактат "Канон лікарської науки" 500 років був керівництвом для медиків.

Медицина досягла у арабів дуже високого рівня і на багато випереджала європейську. Найвидатніший хірург арабського світу аз-Захраві підняв хірургію до рангу самостійної науки, а його трактат "Ташріф" поклав початок ілюстрованим працям з хірургії. Він вперше став застосовувати антисептичні засоби при лікуванні ран, винайшов нитки для хірургічних швів, близько 200 типів хірургічних інструментів, якими довго користувалися хірурги всіх народів. Арабські вчені перетворили фармацевтику на самостійний напрям науки,

незалежний від медицини.

Вчений межі VIII-IX ст. Джабір-Ібн-Хая (Гебер) став засновником алхімії. Він допускав можливість взаємного перетворення металів. З цієї теорії зародилася одна з головних цілей європейських алхіміків - перетворення ртуті в золото. Джабір-Ібн-Хайян більше уваги приділяв практичним діям при постановці експерименту, які детально описані в його трактатах: сублімація, розчинення, кристалізація, дистиляція. Він винайшов перегінний куб і встановив, що нагріте вино в кубі перетворюється в легкозаймисті пари, які він описав як не дуже практично корисні, проте важливі для науки.

Фізичні процеси перегонки, особливо незрозуміла передача тепла від вогню до водяного конденсатору, послужили основою теорії прихованої теплоти, що стала початком термодинаміки. Йому вдалося викласти методи отримання ряду хімічних препаратів: азотної кислоти, азотного срібла, нашатиру, методу виплавки металів та інше.

Арабські географи і натуралісти збагатили зоологію і ботаніку, вивчаючи флору і фауну багатьох країн. Розвивалися і гуманітарні науки. Тут найбільш помітним вченим був Абуалі-Насра аль-Фарабі (870-950 рр.). Його вчення, викладене в трактатах "Про погляди жителів добродесного міста", "Афоризми державного діяча" і "Громадянська політика", розглядають питання про політику, державу і владу. Ще одним відомим арабським мислителем XI ст. був Аль-Маварді (974-1058 рр.), який в своїх працях намагався виявити сутність халіфату і зрозуміти його природу.

Світове значення науки мусульманського Сходу полягає в тому, що вона зберігала і творчо розвинула науку античного світу, а також ввела в науковий обіг результати творчості індійських вчених.

Багато що зі спадщини попередніх епох було не тільки збережено на Сході, а й передано європейцям. Араби не перешкоджали запозиченням європейцями нових знань у них самих. Від арабів європейці познайомилися з компасом, порохом, папером, вітряними млинами, виробництвом шовку.

**Світогляд, освіта, наука середньовічної Європи.** Варварське завоювання Римської імперії в V ст. спричинило занепад античної культури: варвари руйнували міста, де було зосереджено культурне життя, знищували пам'ятки античного мистецтва, бібліотеки. Перехід до натурального господарства, порушення торгівельних, економічних, політичних і культурних зв'язків обмежували кругозір західних європейців того часу. Глибока криза пізньоантичного суспільства сприяла посиленню християнства, яке в IV ст. стало державною релігією і мало величезний вплив на ідеологію суспільства. Занепад культури в період раннього середньовіччя пояснюється в значній мірі тією церковно-феодальною ідеологією, яка вносилася в життя нового суспільства католицькою церквою. Люди виховувались в дусі релігійно-аскетичного світогляду; кожен віруючий повинен був у своєму земному житті готуватися до перебування в вічному загробному світі; для цього церква рекомендувала пости, молитви, покаяння. Людське тіло розглядалось як в'язниця для душі, котру треба було звільнити для вищого блаженства. Аскетизм став офіційною ідеологією, яку

проповідували з церковних кафедр і пропагували в такій соціальній літературі того часу, як "Життя святих".

Релігійний світогляд легко зайняв панівні позиції, коли не були відомі точні науки, і сили природи вважались грізним і неприємним явищем; на цій основі виникали забобони, а важке життя народних мас вселяло віру і надію в те, що за всі страждання людина буде винагороджена в потойбічному світі.

Дослідження свідчать, що в середньовічній культурі існували дві фундаментальні тенденції - тенденція Кассіодора Сенатора (близько 487—578 рр. н. е.) і тенденція Бенедикта Нурсійського, що жив майже в той же час. Тенденція святого Бенедикта відображала позицію неприйняття культури певною частиною ідеологів початкового християнства і призвела до духовного диктату церкви в середні віки; традиція Кассіодора - до становлення світської культури. В подальшому, однак, активну політику в області культури починають проводити римські папи, підкорюючи її рішенням ідеологічних і соціальних задач.

Оскільки християнство було державною релігією, остільки покора світському і духовному владиці спричиняла легітимізацію християнства. Згідно з християнськими принципами бог створив Всесвіт, виступає гарантом його існування і кінця, по його волі ангели переміщують на небосхилі небесні тіла; він служить причиною всіх незвичайних явищ. Бог уявляється грандіозною космічною силою, що несе відповідальність за сталість обертання небесних сфер і ситуації, порушуючи їх рух. В народній уяві бог був тією силою, що посилювала дощі або засуху, мороз чи тепло, морові пошесті, громи та блискавиці.

Міцний зв'язок існуючий між церквою, державою і суспільством, приводив до того, що кожний, хто хотів жити в суспільстві, повинен бути одночасно і християнином. Християнство в феодальному суспільстві Західної Європи виконувало функцію ідеологічного інтегратора, що призвело до консолідації його організації — римсько-католицької церкви, що являє собою ієрархічно централізовану систему на чолі з римським папою і прагне до володарювання в християнському світі.

Поборники аскетизму і церковної ієрархії ведуть уперту боротьбу, щоб установити в світі панування теократії і підкорити середньовічному світогляду всі сфери людської життєдіяльності — державу, суспільний лад, економіку, право, літературу і науку.

Нетерпимість в області культури, суттєвим елементом якої є релігія Христа, сприяла зростанню нетерпимості до інакомислячих єдиновірців і згодом стала однією із культурних основ для створення священної інквізиції.

**Священна інквізиція**, вигодовувана в атмосфері релігійного фанатизму, сама являла собою фанатичну установу. Ця страшна і розгалуджена організація практично контролювала всі сфери діяльності людей, використовуючи різноманітні методи соціотехнічного, в тому числі - і таємного, управління суспільством, а також тонкі засоби проникнення в найпотаємніші куточки людської душі. Вона виникла в XII—XIII ст. і закінчила своє існування в першій половині XIX ст. До кінця XIII ст. Західна Європа, що перебувала над впливом

католицької церкви, була покрита низкою інквізиційних трибуналів. Їх діяльність була невпинною, подібно дії законів природи, що віднімало у єретиків надію виграти час і сховатися в одній з європейських країн. Однак діяльність священної інквізиції не змогла запобігти Реформації, і падіння римсько-католицької церкви вважалося неминучим. Це трапилося в той момент, коли Європу з усіма її мирянами, духовенством і чернецькими орденами охопили сумніви в істинності доктрин римсько-католицької церкви. Вибухи подібного роду сумнівів органічно пов'язані з тим, що нетерпимість римсько-католицької церкви перепліталася з невизначеністю багатьох догм християнства.

Тому для боротьби з "христовими ворогами" і відступниками в середині XVI ст. був створений орден ієзуїтів, на чолі якого став Ігнатій Лойола, засновник цієї напіввійськової-напівчернецької організації. Саме цьому фанатичному ордену вдалося потіснити численність інших католицьких орденів (домініканців, францісканців та ін.) і здійснити тотальний контроль над думками, духовним життям багатьох людей в світі.

Орден ієзуїтів повністю виправдав надії римської курії: він став вельми ефективним знаряддям в руках римської церкви в боротьбі з ересями і вільнодумством, сприяв збереженню впливу католицької церкви. І нині він займає особливе місце серед католицьких церковних орденів і виконує певні функції.

**Освіта.** Римсько-католицька церква з самого початку установила монополію на інтелектуальну освіту; вона використала деякі знання античності при організації єпископських і монастирських шкіл, необхідних для навчання кліриків. В них **Боецієм і Кассіодором** було введено (VI ст.) розділення "семи вільних мистецтв" на дві частини: тривіум (три шляхи знання: граматики, риторика і діалектика) та квадріум (чотири шляхи знання: геометрія, арифметика, астрономія і музика).

В XII—XIII ст. з них іноді виникали університети (в тому випадку, коли в школах були видатні професори богослів'я, філософії, медицини і римського права). В 1200 р. у Франції був заснований Паризький університет, в Італії знаходилися такі відомі школи, як Болонська юридична і Салернська медичинська. В XIII ст. з'явилися і інші університети: Оксфордський і Кембріджський в Англії, Саламанкський в Іспанії, Неаполітанський в Італії. В XIV ст. були засновані Празький, Краковський, Гейдельберзький, Кельнський і Ерфуртський університети.

**Наука.** Наприкінці XV ст. в Західній Європі налічувалось 65 університетів, більшість із них було засновано з санкції римської курії. Навчання в них проходило в формі лекцій: професори та магістри читали й коментували праці авторитетних церковних і античних авторів. Влаштовувалися публічні диспути богословського і філософського характеру, в яких брали участь професори, а також студенти. Викладання в середньовічних університетах велось на латинській мові. Середньовічна університетська наука отримала назву схоластики (від слова *schola* — школа); найбільш яскраво схоластика відбилася в середньовічному богослів'ї.

Саме запозичення античного логічного спадку в середні віки стало однією з основ для подальшого розвитку математики і виникнення європейської експериментальної науки. З XI ст. внаслідок хрестових походів Західна Європа познайомилася з культурою Сходу і Візантії. Виникли нові культурні центри в Іспанії та Сіцилії. На латинську мову перекладалися праці грецьких і арабських вчених: Птолемея, Архімеда, Галена, Гіпократа, Авіценни, та інших.

Знайомство з цими працями сприяло розповсюдженню в XIII ст. вільнодумства і раціоналізму, в першу чергу в Паризькому університеті. Магістри цього університету Аморі Бенський та Давид Динанський висловлювали думки про те, що бог в розумінні католицької церкви не існує, що він - у всій природі, зливається з нею. Це пантеїстичне уявлення здобуло значне поширення. Жорстоко переслідуючи подібні погляди, церква сама зробила спробу пристосувати вчення Арістотеля для обґрунтування догматів католицької віри. Значними схоластами ортодоксального напрямку були Альберт Великий (1193—1280 рр.) та Фома Аквінський (1225—1274 рр.). Альберт Великий був шанувальником Арістотеля, автором багатьох творів богословського та природознавчо-історичного характеру. Фома Аквінський створив своєрідну енциклопедію католицького богослів'я "Сума теології", в якій всі питання пізнання природи і суспільства розглядалися в ортодоксально-католицькому дусі. Він виробив загальні принципи католицького богослів'я, які і сьогодні вважаються церквою непорушними. Висуваючи ідею гармонії віри та розуму, Фома Аквінський, проте, підкорив науку богослів'ю (наука — служниця богослів'я).

Наука в середні віки була в основному книжною справою, вона спиралася головним чином на абстрактне мислення. При безпосередньому звертанні до природи наука користувалася, як правило, методами спостереження, дуже рідко - експерименту; вбачала свою ціль не в тому, щоб сприяти перетворенню природи, прагнула зрозуміти світ таким, який він з'являється в процесі Споглядання, що не втручається в природний хід подій і не користується міркуваннями практичної користі. В цьому відношенні середньовічна наука була антиподом як науки Нового часу, так і середньовічної техніки. Саме остання була початково носієм духу перетворення, що в XVI—XVII ст. став домінуючим і в науці.

В середньовічній науці виділяють чотири великих напрямки.

Перший - фізико-космологічний, ядром якого є вчення про рух, на основі натурфілософії Арістотеля він поєднує масив фізичних, астрономічних і математичних знань, що підготували ґрунт для розвитку математичної фізики Нового часу.

Другий - вчення про світло - оптика в вузькому смислі слова є частиною загальної доктрини — "метафізики світла", в межах якої будується модель Всесвіту, що відповідає принципам неоплатонізму.

Третій - науки про живе: вони розумілись як науки про душу, що розглядалась як принцип та джерело і рослинного, і тваринного, і розумного життя, і містили багатий емпіричний матеріал.

Четвертий - комплекс астролого-медичних знань, до якого в певній мірі примикає також вчення про мінерали.

Алхімія являє собою специфічний феномен середньовічної культури - щось цілісне, що містить у собі такі компоненти, як наукові узагальнення і фантазію, раціональну логіку і міфологію. Алхімічний рецепт — це форма пізнання природи, пов'язана із особливостями середньовічного мислення.

Розвитку хімічної науки і промисловості в епоху Середньовіччя сприяло приготування міцного винного спирту і його перегонка. Перші свідоцтва про справжню дистиляцію прийшли з Вавілону, датовані приблизно четвертим століттям до нашої ери. Спеціальні закриті глиняні горщики використовувались, щоб отримувати невелику кількість чистого спирту, який потім використовувався у парфумах. Це не відіграло значної ролі в історії. Дистиляція через заморозку була відома як "монгольський" спосіб і застосовувалась в Центральній Азії з VII століття нашої ери. Спосіб полягав у заморожуванні спиртного та відокремлення потім кристалів замерзлої води. Поява першого перегінного апарату з охолоджувальним елементом, який дозволяв очищувати спирт без заморожування, був досягненням мусульманських алхіміків у XIII чи IX столітті нашої ери.

Раціоналістична тенденція середньовічної культури яскраво виявилася в працях англійського вченого-монаха францісканського ордену - Роджера Бекона (1214— 1292 рр.). Він був одним з перших, хто наполягав на необхідності дослідного пізнання природи, протиставляючи дослідне знання хибним авторитетам. В своїх творах, головним з яких була "Велика праця", він висуває ряд незвичайних здогадів, мріє про літальні апарати, підйомні крани, що полегшують працю людей. Р. Бекон установив способи здобування багатьох хімічних речовин, склав рецепт пороху, його творам католицька церква оголосила анафему, а сам він провів 14 років в ув'язненні.

Крім схоластики в середні віки існували інші напрямки філософії та богослів'я, що вели боротьбу із схоластикою. Одним із таких напрямків була містика, чиї представники заперечували необхідність вивчення Арістотеля і користування логічними доказами віри. Містики вважали, що релігійні доктрини пізнаються не за допомогою розуму і науки, а шляхом інтуїції, осяяння або "споглядання" молитв і "неспанья".

У Візантії антична традиція ніколи не переривалася. Рукописи античних авторів збиралися, з них робилися витяги, через Візантію твори грецьких авторів поширювалися в східні країни. До освіти, знання і науки візантійці ставилися з повагою. Багато імператорів хотіли вважатися освіченими, тому підтримували вчених і допомагали зберігати спадщину античної науки. Але церква вивела на чільне місце в системі знань богослов'я, що обмежувало розвиток наук. Але були винятки, наприклад, діяльність візантійського вченого Лева Математика привела до закладання основ алгебри, появи передових ідей, зокрема світлового телеграфу та хитрих механізмів для імператорського палацу в Константинополі. В середині IX ст. під його керівництвом була відкрита вища школа. Викладачі цієї школи стали збирати старовинні книги, які зберігалися в монастирях.

Знаменитий граматик Фотій склав збірник з переказами 280 античних рукописів.

У середні віки змінюється свідомість людини, виникає ідея, що людина – володар світу, і вона може цей світ переробляти під свої потреби. Відбувається відхід від споглядання до експерименту і практики. Починається систематизація і класифікація знань, з'являються енциклопедії. Потяг до знань захочували середньовічні школи і університети, все це призвело до високого рівня розумової дисципліни в епоху пізнього Середньовіччя.

### 3.2 Наука і техніка доби Відродження

У літературі немає єдиної думки щодо хронологічних меж і внутрішньої періодизації епохи Відродження. Найбільш розповсюдженою є культурологічна періодизація італійського Відродження.

**Перший період** - кінець XIII ст.-Протовідродження.

**Другий** - XIV ст. –продовження Протовідродження.

**Третій** - XV ст. – Раннє Відродження

**Четвертий** - XVI ст. – пізнє, високе Відродження, рання Реформація.

Деякі автори наводять часові рамки кінець XIII — початок XVII століття Епоха Відродження або Ренесанс – період у культурі європейських країн.

Він виник в Італії і поширився у центральній і західній Європі. Відродження прийшло на зміну середньовічному періоду. Основні його риси – певна свобода від церкви, світський, "мирський" характер культури (на відміну, наприклад, від готичного періоду), інтерес до самої людини і її діяльності.

Через нерівномірність історичного розвитку різних країн і національних особливостей культури, Відродження умовно розділяється на Італійське, центрами якого були такі міста як Рим, Флоренція, Венеція, Мілан, та Північне, що охоплює Нідерланди, Францію, Німеччину.

Це період повернення до цінностей античного світу, руйнування старих уявлень, пошук і оновлення нових принципів "побудови" світу, поява нового універсального типу європейського мислителя.

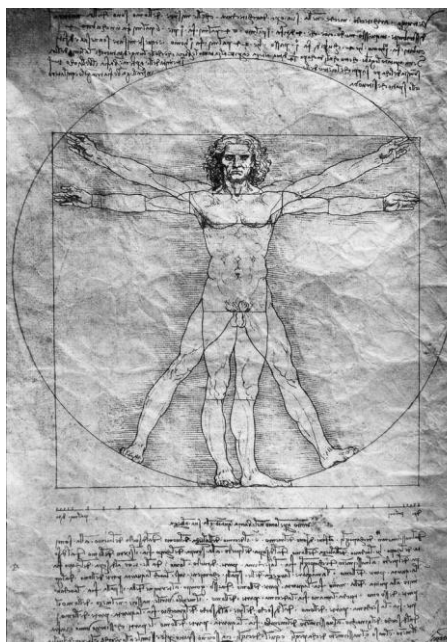
В епоху Відродження в Західній Європі відбулися зміни у всіх сферах життя людини - в області філософської думки, в літературі, в області художньої творчості, в науковому та релігійному аспектах, в соціально-політичних уявленнях, що підготувало наукову революцію XVII століття.

Гуманізм найяскравіше виявився в гуманітарних науках, які діячі Відродження розглядали як засіб виховання. Канцлер Флоренції Колюччо Салютаті (1331-1406 рр.) вважав можливим створення царства добра і милосердя на Землі, зазначаючи при цьому необхідність визнання свободи волі у людини. Леонардо Бруні (1370-1441 рр.), інший канцлер Флоренції, розвивав теорію громадянського гуманізму, демократії і свободи, вважаючи їх природними формами спільності людей. Найважливішим моральним обов'язком, вважав він, є служіння суспільству, республіці. Природний погляд на державу розвивав Нікколо Макіавеллі (1469-1527 рр.). Він заперечував божественність політичної влади, вважав політичну боротьбу рушійною силою історії. Його твір "Государ"



(1513 р.) був настільною книгою багатьох видатних політичних діячів різних країн. Один із засновників вчення про природне право, голландський юрист, соціолог і дипломат Гуго Гроцій (1583-1645 рр.), вважав, що це право ґрунтується не на волі Бога, а на природі людини і основними принципами такого права є особиста свобода, недоторканність власності, дотримання договорів, справедливе покарання за злочин. Цими соціальними вченнями закладалися основи буржуазної демократії і державності.

Найвідомішим ученим того часу вважається Леонардо да Вінчі (1452-1519 рр.). Налічуються сотні його винаходів, найвідомішими стали пристосування для передачі руху (ланцюгова передача, ремінна передача), роликові опори, різні верстати, ткацькі машини, музикальні інструменти. Леонардо приймав участь в організації меліораційних робіт, проектував відведення русла річки Арно у Пізанського моста. Він зробив ряд спостережень з теоретичної акустики, виявив явище резонансу. Леонардо висунув універсальну фізичну концепцію хвильового руху. З цієї концепції світло, звук, запах, магнетизм і навіть думка поширюються хвилями.



**Рис. 3.3 - Вітрувіанська людина**

Багато розмірковував да Вінчі над проблемою польоту. У 1490 році він спроектував, а можливо побудував, модель літального апарату з крилами, як у кажана. Апарат повинен був використовувати м'язові зусилля рук і ніг.

Леонардо да Вінчі розробив свою концепцію ідеальної статури на основі пропорцій, запропонованих римським архітектором і механіком Вітрувієм (рис. 3.3). Рисунок сам по собі часто використовується як неявний символ внутрішньої симетрії людського тіла і Всесвіту в цілому. У ескізі дотримано такі пропорції: розмах людських рук дорівнює зросту, ступня складає чотири кисті, довжина руки становить  $\frac{2}{5}$  зросту та інші. Це один з найбільш упізнаваних у світі ескізів.

У паперах Да Вінчі знайдено ескізи: робота, танка, гелікоптера, аквалангу, парашута. Більшість проектів Леонардо залишилися не втіленими.

Перші досягнення в галузі математики та астрономії відносяться до сер. XV ст., і пов'язані з іменами Г. Пейербаха і І. Мюллера. Мюллером були створені більш досконалі астрономічні таблиці - "Ефемериди", якими користувалися Колумб та інші мореплавці. Істотний внесок у розвиток алгебри і геометрії вніс італійський математик Л. Пачолі. Двухстатейний бухгалтерський облік, викладений Лукою Пачолі в 1494 р і розширене застосування арабських цифр сприяли розвитку світу бізнесу і фінансів.

У XVI ст. Н. Тарталья (1499-1552 рр.) і Дж. Кардано відкрили нові способи вирішення рівнянь третього і четвертого ступеня. Кардано став засновником

кінематики механізмів і розробив теорію і практику зубчастого зчеплення, винайшов карданний механізм, що набув поширення в автомобілях. Іспанський математик Франсуа Вієт є творцем тієї алгебри, яку вивчають і зараз. Шотландський математик Джон Непер ввів логарифми.

Голландський вчений С. Стевін (1548-1620 рр.) застосовував математичні, частіше геометричні методи до вирішення фізичних завдань. Значну увагу приділяв гідростатиці: довів закон Архімеда, дослідним шляхом довів існування гідростатичного парадоксу. Він побудував вітряний візок, який під парусом розвивав швидкість до 34 км / год.

Внесок в механіку вніс Джованні Баттіста Бенедетті (1530-1590). Він довів наступне твердження: "Два тіла однакової форми і однакового роду, рівні або нерівні між собою, в одному й тому ж середовищі проходять рівні відстані за рівний час". Це твердження було розвинене Галілеєм.

У царині оптики примітні імена Франческо Мавроліко (1494-1575 рр.) і Джованна Баттіста Порти (1543-1615 рр.). За Мавроліко, кришталік ока працює як лінза, яка будує зображення на сітківці. Звідси пішло пояснення причин далекозорості і короткозорості властивостями кришталіка. Мавроліко вперше вказав на сім кольорів у веселці. Порта, автор "Натуральной магії" в 20 книгах, описав застосування камери-обскури для отримання і проектування малюнків. Принцип камери-обскури Порти використовує для пояснення процесу зорового сприйняття. Він описав досліди по магнетизму, серед них досвід з залізною тирсою: перша демонстрація дії магнітного поля.

В. Гільберт (1544-1603 рр.) займався магнетизмом і описав досліди з магнітною стрілкою, які стали класичними. Він довів, що магніт має полюси, а властивості полюсів взаємопротилежні, різнойменні полюси притягуються, однойменні відштовхуються. Гільберт припустив, що Земля - великий магніт і, що географічні полюси збігаються з магнітними. Для доказу він виготовив з природного магніту кулю. Наближаючи до кулі легку магнітну стрілку, він міг демонструвати поведінку цієї стрілки при її переміщенні по поверхні кулі, як би в різних точках земної поверхні. Значення дослідів Гільберта з кульовим магнітом виходить за рамки технічного експерименту і набуває світоглядного сенсу. В умовах лабораторії вперше досліджувалося явище космічного масштабу. Гільберт розширив перелік матеріалів, що мають властивість притягувати при натирання (алмаз, аметист, скло та ін.) і встановив, що під впливом полум'я придбана властивість притягувати втрачається.

Найбільшим науковим відкриттям періоду стала геліоцентрична модель світу, створена М. Коперником (1473-1543 рр.), до якої вчений прийшов швидше під сильним впливом почуття гармонії, ніж в ході наукових досліджень. Для М. Коперника, переконаного в простоті, розумності природи, система Птолемея виглядала зовсім негармонійною, дуже складною. Результатом його сумнівів стало створення нової концепції світоустрою. Геліоцентрична картина світу з доказами була викладена ним у праці "Про обертання небесних сфер", який був опублікований незадовго до його смерті і в 1543 р був внесений католицькою церквою в "Список заборонених книг". Заборона була знята тільки через понад

200 років.

Галілео Галілей (1564-1642 рр.) – італійський вчений, який увійшов в історію як великий фізик і астроном, продовжувач справи Коперніка і борець проти схоластики. Він піддав критиці вчення Аристотеля, заклав фундаментальні основи сучасної механіки. До його заслуг у царині розвитку фізики відносяться: ідея відносності руху, встановлення законів інерції тіла у вільному падінні і в русі по похилій поверхні, а також ідея складання рухів. Він же зробив відкриття ізохронності коливань маятника і першим вивчив міцність балок. Як астроном і фізик він створив телескоп зі збільшенням в 32 рази, побачив гори на Місяці, чотири супутники Юпітера, плями на Сонці, фази планети Венери. Як активний захисник геліоцентричної системи світу Галілей був судимий інквізицією (1633 р.), яка змусила його відмовитися від вчення Миколи Коперніка і до смерті жити в якості в'язня інквізиції поблизу Флоренції на віллі Арчетрі.

Дослідження в астрономії продовжив Йоганн Кеплер (1571-1630 рр.). Відкриті Кеплером три закони руху планет повністю і з чудовою точністю пояснили видиму нерівномірність цих рухів. Замість численних надуманих епіциклів модель Кеплера включає тільки одну криву - еліпс. Другий закон встановив, як змінюється швидкість планети при віддаленні або наближенні до Сонця, а третій дозволяє розрахувати цю швидкість і період обертання навколо Сонця. На підставі відкритих ним законів руху планет Кеплер склав таблиці планетних рухів. Ці таблиці уточнив англійський астроном Дж. Хоррокс.

У 1604 році Кеплер видав змістовний трактат з оптики "Доповнення до Вітеллія", а в 1611 році - ще одну книгу, "Діоптрика". З цих праць починається історія оптики як науки. У цих творах Кеплер детально висловлює як геометричну, так і фізіологічну оптику. Він описує заломлення світла, рефракцію і поняття оптичного зображення, загальну теорію лінз і їхніх систем. Вводить терміни "оптична вісь" і "меніск", вперше формулює закон падіння освітленості обернено пропорційно до квадрата відстані до джерела світла. Вперше описує явище повного внутрішнього віддзеркалення світла при переході в менш щільне середовище.

Описаний ним фізіологічний механізм зору, з сучасних позицій, принципово вірний. Кеплер з'ясував роль кришталика, вірно описав причини короткозорості і далекозорості.

Глибоке проникнення в закони оптики привело Кеплера до схеми телескопічної підзорної труби (телескоп Кеплера), виготовленої в 1613 році Христофом Шайнером (1575-1650 рр.). До 1640 року такі труби витіснили в астрономії менш довершений телескоп Галілея.

**Медицина.** В XIV столітті зростання морської торгівлі та відкриття, що чума завозиться з кораблями, які повертаються з Леванту, призвели до введення карантину в Венеції. Карантин полягав в тому, що кораблі, які прибували, ізолювались на деякий період до появи перших ознак хвороби, якщо вона була. Це робилося, щоб виключити зараження через людей та товари.

Спочатку термін складав 30 днів, і називався "третина", але потім його

продовжили до 40 днів, тобто "карантини". Вибір такого відрізка символічний - самі стільки Христос та Мойсей провели насамоті в пустелі. В 1423 році в Венеції відкрили перший "лазарет то" - карантинну станцію на острові неподалік від міста. Венеціанська система стала прикладом для інших європейських країн, а також базою для розповсюдженого карантинного контролю на кілька століть.

На розвиток медицини і становлення її, як науки в цілому, вплинув Френсіс Бекон (1561-1626 рр.). Не будучи лікарем він зміг точно визначити шляхи її розвитку. У роботі "Про значення і вдосконалення наук" він сформулював три основні завдання медицини. Перша полягає в збереженні здоров'я, друга - в лікуванні хвороб, і третя – у подовженні тривалості життя.

У затвердженні дослідницького методу в медицині слід зазначити роботи Парацельса (1493-1541 рр.), який став одним з його засновників. У працях "Мала хірургія", "Велика хірургія" Парацельс стверджував, що теорією лікаря є досвід, ніхто не може стати лікарем без науки і досвіду. Саме з робіт Парацельса починається кардинальна перебудова хімічних знань, досягнень алхімії в додатку до медицини. За поглядами Парацельса, здоров'я людини забезпечується наявністю в організмі трьох засад: сірки, ртуті, солі. Порушення цих пропорцій призводить до захворювань. Це пояснює той факт, що багато лікарів періоду Відродження надавали великого значення лікарським препаратам, що містять ці три елементи.

Практичні досягнення у медицині пов'язані з Андреасом Везалієм (1514-1564 рр.), який викладав анатомію в Падуанському університеті. Анатомуючи людські трупи, Везалій встановив, що погляди Галена на будову людського тіла, що вважалися правдивими в Європі протягом 14 століть, помилкові, оскільки засновані на анатомії тварин. Везалій виправив біля 200 помилок Галена. Результати своїх досліджень Везалій виклав у ілюстрованих "Анатомічних таблицях", у короткому підручнику анатомії "Извлечение". У праці "Про будову людського тіла" він описав скелет, м'язи, судини, нерви, органи дихання, серце, мозок. Везалій не лише систематизував знання в області анатомії за всі попередні століття, а й все для становлення анатомії як науки у сучасному розумінні.

Крім робіт Везалія велике значення мають праці Шарля Етьєна (1503-1564 рр.) "Про розтин частин тіла людини"; Мігеля Сервета (1509-1553 рр.) "Встановлення християнства", де вперше у Європі було описано мале коло кровообігу; Ієроніма Фабриція (1533-1619 рр.), вперше продемонстровано венозні клапани і доведено односторонність руху крові; Бартоломея Євстахія (1510-1574 р.), де описано органи слуху. У 1628 р вийшов фундаментальний твір Уільяма Гарвея (1578 – 1657 рр.) "Анатомічне дослідження про рух серця і крові у тварин", у якому було представлено теорію кровообігу, згідно з якою кров повертається до серця по малому і великому колах. Пізніше Марчелло Мальпігі (1628-1694 рр.) відкрив капіляри.

Серед видатних досягнень епохи, що мали відношення до фізики і до медицини, - винахід термометра (повітряного термоскопа). Його автор Галілео Галілей. На відміну від сучасного термометра в ньому розширювалося повітря, а не ртуть. Одночасно з Галілеєм лікар-фізіолог Санторіо створив свій прилад, за

допомогою якого він вимірював теплоту людського тіла.

Розвиток медичної хімії призвів до розширення аптекарської справи. Аптека виникла у другій половині VIII ст. на Сході, в Європі перші аптеки з'явилися в XI ст. в Іспанії, і до XV в. вони поширилися по континенту.

Згідно цехової організації, хірурги вважалися ремісниками і об'єднувалися в свої професійні корпорації. Лікарі представляли офіційну медицину, яка слідувала сліпому заучуванню текстів і була далека від клінічних спостережень і розуміння процесів, які відбуваються в організмі. Ремісники-хірурги, навпаки, мали практичний досвід. Їх професія вимагала конкретних знань і енергійних дій при лікуванні переломів і вивихів, допомоги пораненим на полях битв.

Переворот в хірургії пов'язаний з ім'ям Амбруаза Паре (1510-1590 рр.). Він удосконалив техніку хірургічних операцій, застосував перев'язку судин замість їх перекручування і припікання, сконструював ряд хірургічних інструментів і ортопедичних приладів, включаючи штучні кінцівки і суглоби. Багато з них були створені після смерті Паре за його кресленнями і зіграли важливу роль у розвитку ортопедії. Діяльність Паре визначила становлення хірургії як науки і сприяла перетворенню ремісника-хірурга у лікаря-спеціаліста.

**Військова справа.** Вогнепальна зброя була створена на Сході, і першою армією, яка її отримала, була армія Османської імперії. При султані Мурад I (1362-1389 рр.) були створені перші підрозділи яничар - це був корпус регулярної піхоти, сформований з воїнів-рабів, які з дитинства виховувалися в казармах. Дисципліна, порядок і мужність яничар допомагали їм одержувати перемоги в битвах, але справжня слава прийшла до них тоді, коли в руках "нових солдат" опинилася "нова зброя".

При Мурад II (1421-1451 рр.) більша частина яничар була озброєна аркебузами – "тюфенгами", і був створений сильний артилерійський корпус – "топчу оджаги". Таким чином, на світ з'явилася регулярна армія, озброєна вогнепальною зброєю.

Гармати тих часів були дуже важкими, щоб пересуватися по полю бою. Тому їх встановлювали на центральній позиції, як правило, на пагорбі. Батарей прикривалися укріпленнями з дерев'яних щитів і возів – утворювався укріплений табір. В окопах попереду табору і в самому таборі розташовувалися стрільці-яничари, а кіннота ушиковувалася з боків і позаду табору. Завдання кінноти полягало в тому, щоб зав'язати бій і заманити ворожу кавалерію на укріплення яничар, де вона потрапляла під згубний вогонь гармат і аркебуз. Потім кіннота поверталася і добивала вцілілих ворогів.

При спадкоємці Мурада, Мехмеді II, для оволодіння містами були створені великі обложні гармати, в тому числі знаменита гармата Урбана, яка в 1453 році зруйнувала стіни Константинополя. Це була бомбарда довжиною 8 метрів, яка стріляла кам'яними ядрами вагою півтони. Щоб доставити цю гармату до Константинополя, довелось вирівнювати дорогу і підсилувати мости. Гармату тягнули 60 биків, а 200 чоловік йшли поряд, щоб підтримувати її рівновагу.

Створення озброєної вогнепальною зброєю регулярної армії було фундаментальним відкриттям турок. Це відкриття викликало хвилю османських

завоювань. Протягом двадцяти років після взяття Константинополя турки оволоділи Сербією, Грецією, Албанією, Боснією, підкорили Валахію і Молдавію. Після цього вони обернулись на Схід, остаточно покорили Малу Азію і в 1514 році в грандіозній битві на Чалдаранській рівнині розгромили об'єднані сили панувалих над Іраном кочівників. Далі були завойовані Сірія та Єгипет, і султан Селім Грізний (1512-1520 рр.) проголосив себе намісником пророка, халіфом. Османська Порта перекрила європейцям шлях на Схід суходолом.

**Великі географічні відкриття.** Довгі століття люди представляли землю пласкою. Але з винаходом каравели почався період великих географічних відкриттів, що вплинули на історію людства. Мореплавання, що мало практичну мету - пошук багатих золотом і дорогими прянощами земель - призвело не тільки до негативних наслідків (розграбування і знищення стародавніх цінностей завойованих народів, рабство і т.і.), але і до поворотного відкриття: земля має форму кулі, а наявні карти далеко не досконалі і навіть помилкові. Стародавні припущення про кулястість Землі ще не мали підтвердження. У пошуках Індії іспанський мореплавець Христофор Колумб (1451-1506 рр.) у 1492 році направив свої каравели (рис. 3.4) на захід через Атлантичний океан.



Рис. 3.4 - Каравелли Колумба

морі, але не здогадувався, що відкрив новий материк. Він назвав ці землі Індією, а його аборигенів - індіанцями.

Інструментальне забезпечення експедицій Колумба було наступним: компас (для визначення напрямку); лаг (для вимірювання швидкості ходу корабля), пісочний або - раніше водяний годинник; астролябія, градшток.

Офіційно підтвердив існування відкритого Колумбом нового материка і той факт, що земля має форму кулі, італійський мореплавець Америго Веспуччі в 1499 – 1504 рр. (рис.3.6).



Рис. 3.5 - Відкриття Х. Колумбом Америки

Пізніше (1507 р.), лотаринзький картограф Вальдземюллер на честь цієї

подорожі назвав новий континент Америкою. З урахуванням нових знань про форму Землі стали створюватися глобуси, а на них нанесена була вже нова карта світу.



Рис. 3.6 - Америкго Веспуччі

Цей проект здавався реальним завдяки винаходу каравелли, судна з косим парусом і корабельним кермом. Каравелла відрізнялася від своїх попередників тим, що могла міняти галси, плити під парусами проти вітру.

Морські експедиції ще одного видатного мореплавця Васко да Гама (1469-1524 рр.) (рис. 3.7) остаточно підтвердили

наявність величезного водного простору між Америкою і Азією.

У 1497 році король Мануел Перший (Щасливий) спорядив ескадру для розвідки морського шляху з Португалії - навколо Африки - в Індію. Начальником експедиції був призначений Васко да Гама. 8 липня 1497 року ескадра з 4 судів і 168 членів екіпажу вирушає в дорогу з Лісабона. Флагманським судном був "Сан-Габріел" (100–120 т).

20 травня 1498 року Васко да Гама досяг Індії (Калькути), а 30 серпня – відправився у зворотній шлях. З 1500 року португальці розпочали торгівлю з Індією і, за допомогою військової сили, заснували опорні пункти на її території. А у 1511 році опанували Малакку – істинну країну прянощів. Васко да Гама – перший європеєць, що здійснив морську подорож в Індію.



Рис. 3.7 - Васко да Гама

В 1519 році Магеллан (1480-1521 рр.) відправився в першу кругосвітню

подорож. Перша подорож навколо світу, яку здійснив Фернан Магеллан, розпочалася 1519 року. П'ять суден з командою з 265 осіб успішно перетнули Атлантичний океан (рис. 3.8). У жовтні 1520 року експедиція увійшла у вузьку

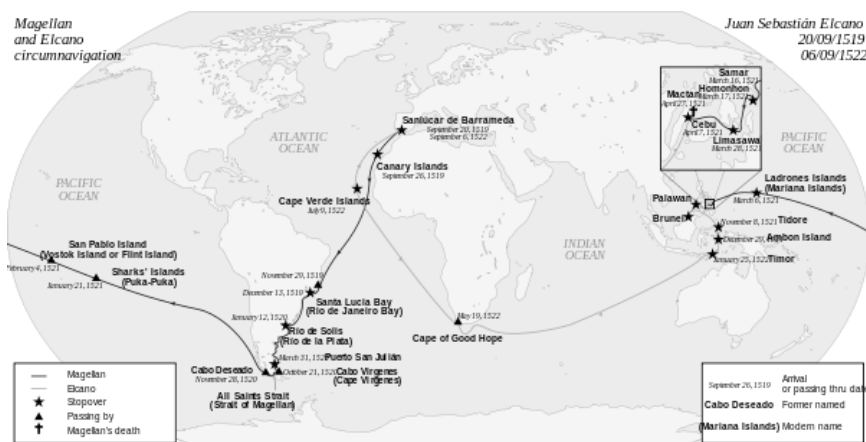


Рис. 3.8 - Навколосвітня подорож Ф. Магелана

протоку (пізніше названу Магеллановою), якою довго блукала в пошуках проходу до невідомого тоді океану. Під час цих пошуків було відкрито архіпелаг Вогняна Земля. Нарешті Магеллан знайшов вихід в океан, який назвав Тихим (за

три місяці плавання на ньому не було жодного шторму). Діставшись Філіппінських островів, Магеллан зіткнувся з вороже налаштованими місцевими мешканцями та загинув в одній із сутичок з ними. Залишки експедиції з 18 осіб на судні "Вікторія" на чолі з Хуаном Елькано обігнули Африку і 6 вересня 1522 року повернулися до Іспанії. Отже, подорож Магеллана довела, що Земля кулястої форми, підтвердила єдність Світового океану та відкриття нового материка Колумбом.

Іспанія стала володарем найбагатших колоній, сотні тисяч переселенців відправились за океан в пошуках нових земель і багатств. Через півтора століття Іспанія збезлюднила, її населення зменшилося вдвічі, а в Америці вирости тисячі міст, населених колоністами.

Результатом відкриття Америки стала агротехнічна революція. Європейці познайомилися з новими сільськогосподарськими культурами, передусім з кукурудзою і картоплею. Ці культури були значно продуктивніші ніж пшениця, і введення їх в обіг дозволило збільшити виробництво харчових продуктів.

За розширенням екологічної ніші настав приріст населення, наприклад, населення Франції у XVIII столітті зросло в півтора рази.

З іншого боку, американські плантації стали виробниками цукру, кофе, бавовни, тютюну – продуктів, які знаходили широкий збут в Європі.

Проте, щоб налагодити виробництво цих товарів у плантаторів не вистачало робочої сили. В кінцевому результаті, вони стали привозити рабів з Африки. Розвиток плантаційного господарства привів до небаченого розквіту работоргівлі. Все це були наслідки великого фундаментального відкриття - винаходу каравелли.

В епоху Відродження зароджуються технічні науки, наука з'єднується з практикою, на перше місце виходить експеримент. Найбільшим досягненням епохи стала ідея Коперника про геліоцентричну систему світу, заснована на описовій астрономії. Все це підірвало основи християнського світосприйняття. Церква захищала свої позиції, твір М. Коперника "Про обертання небесних сфер" було заборонено. А продовжувач вчення Коперника, Д. Бруно був звинувачений в ересі і спалений інквізицією.

У своєму ставленні до навколишнього світу людина не могла вже спиратися тільки на віру в Бога тому змушена була розраховувати на свій розум. Гуманізм Відродження сприяв утвердженню в Європі віротерпимості, свободи наукового пошуку.



## ЛІТЕРАТУРА

1. Бармин, А. В. История науки и техники: учебное пособие / А. В. Бармин, В. А. Дорошенко, В. В. Запарий, С. А. Нефедов; под ред. В. В. Зарапия. – 3-е изд.- Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007.-254 с.
2. Балух В. О. Історія античної цивілізації: У 3-х т. - Т.2. Стародавній Рим: Підручник. / В. О. Балух. - Чернівці: ТОВ "Видавництво "Наші книги", 2008. - 848 с.
3. Бесов Л. М. Історія науки і техніки / Л. М. Бесов. – Х.: НТУ ХПІ, 2004. –382 с.
4. Виргинский В. С. Очерки истории науки и техники с древнейших времён до середины XV века [Электронный ресурс]: Кн. для учителя / В. С. Виргинский. – М.: Просвещение, 1993. – 288 с. –Електрон, текст, дані . – Режим доступу: <http://www.twigrx.com/file/184102/>. – Назва з екрану
5. Зайцев Г. П. История техники и технологий: Учебник / Г. Н. Зайцев, И. К. Федюкин, С. А. Атрошенко; под ред. проф. В. К. Федюкина. — СПб.: Политехника, 2007. — 416 е.: ил.
6. Історія науки і техніки: Навчальний посібник для іноземних студентів / С. О. Костилюва, С. Ю. Боева, Л. Р. Ігнатова, І. К. Лебедєв, за заг. ред І. А. Дички. – К.: НТУУ "КПІ", 2015. – 320 с.
7. Кефели И. Ф. История науки и техники / И. Ф. Кефели. – СПб.: Балтийский гос. техн. ун-т, 1995. – 171 с.
8. Михайличенко О. В. Історія науки і техніки: Навчальний посібник / Михайличенко О. В. [Текст з іл.] – Суми: СумДПУ, 2013. – 346 с.
9. Кирилин В. А. Страницы истории науки и техники. – [Электронный ресурс] / В. А. Кирилин. – М. : Наука, 1986. – 456 с. - –Електрон, текст, дані. . – Режим доступу //: <http://nplit.ru/books/item/f00/s00/z0000056/st000.html>. - Назва з екрану.
10. Ошарин А. В. История науки и техники. Учебно-методическое пособие / А. В. Ошарин, А. В. Ткачев, Н. И. Чапагина. Под ред. Ткачева А. В. – СПб.: СПб ГУ ИТМО, 2006. – 143 с
11. Стройк Д. Я. Краткий очерк истории науки математики: пер. с нем. 5-е изд. / Д. Я. Стройк. – М.: Наука, 1990. – 256 с.
12. Шейпак А. А. История науки и техники. Материалы и технологии: учебное пособие / А. А. Шейпак. – М.: Изд-во МГИУ, 2009. – Ч. 1. – 276 с.

## КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Яке місто залишилося останньою фортецею європейської цивілізації в умовах варварського нашествия раннього Середньовіччя?
2. Назвіть ім'я найбільш знаменитого арабського астронома, який запозичив у індійців десяткові цифри, відомі європейцям як "арабські"?
3. Що означав у Середньовіччі "божий суд" при вирішенні судових справ?
4. Від чого бере початок перший в Європі університет?
5. Який рід військ був панівним у Середньовіччі?
6. Яка монгольська зброя стала фундаментальним відкриттям, що породило нову хвилю завоювань?
7. Хто був першим винахідником пороху?
8. Хто з європейців розкрив секрет пороху?
9. Де і коли була вперше створена регулярна армія, озброєна вогнепальною зброєю?
10. Що вважають фундаментальним відкриттям турків, яке викликало хвилю османських завоювань?
11. Де і коли в Європі були створені доменні печі і почалось відливання чавуну?
12. Де і коли було винайдено книгодрукування?
13. Хто був першим книгодрукарем Європи?
14. Автор геліоцентричної моделі сонячної системи?
15. Назвіть найвидатніших медиків Європи доби відродження.
16. Назвіть основні Великі географічні відкриття.

## Тема 4. Науково-технічна революція XVII-XVIII століть

### 4.1 Розвиток науки і техніки у Новий час

### 4.2 Наука і техніка доби Просвітництва

#### 4.1 Розвиток науки і техніки у Новий час

У XVII ст. відбулися зміни, що почалися ще в епоху Відродження, коли були повалені старі авторитети і наукові теорії. Намітилися зрушення, які похитнули підвалини старої науки, відірваної від технічної практики, і створили передумови потужного підйому нової культури. Істотно розширилися знання людини про світ. У своєму ставленні до навколишнього світу людина не могла вже спиратися лише на віру в Бога, і була змушена розраховувати на свій розум і працю. Починалася епоха раціоналізму і критичного ставлення до реальності, що отримала назву Нового часу.

Новий науковий метод ґрунтувався на раціональному узагальненні результатів експериментів, поставлених для перевірки раніше висунутих гіпотез. Починається процес затвердження науки в якості домінуючої форми осягнення буття. Це глибоке перетворення науки називають науковою революцією. Це відрізок часу приблизно від дати публікації роботи М. Коперника "Про обертання небесних сфер" (1543 р.) до діяльності І. Ньютона, твір якого "Математичні начала натуральної філософії" було опубліковано в 1687 році.

Символами суспільного прогресу в XVII столітті стають перші буржуазні резолюції в Нідерландах (кінець XVI – початок XVII ст.) та Англії (середина XVII ст.). Під впливом революційних перетворень відбуваються радикальні зміни в економіці, політиці, соціальних відносинах, свідомості людей. Мануфактурне виробництво, швидке зростання світової торгівлі, мореплавання, інтереси військової справи багато в чому визначили основний вектор розвитку науки. Все більше проявляється потреба в наукових дослідженнях, що мають прикладне, практичне значення: заповзятливий купець і допитливий вчений уособлюють ідеал людини.

Правлячі кола передових європейських держав, прагнучи до військового та економічного панування, надають заступництво вченим і підтримку науково - дослідної діяльності. Державна політика по відношенню до науки проявляється в заснуванні академій наук, наукових товариств.

Традиція створення академій гуманітарної спрямованості, що в більшості своїй представляла собою гуртки любителів філософії, теології, літератури, мистецтва, що виникли в Італії в епоху Відродження, була поширена і на природничі знання.

Першою для занять природознавством була заснована Джованні Баптиста в Неаполі в 1560 р. Академія таїнств природи, що проіснувала недовго і була розпущена на вимогу церковної влади.

Найзнаменитіші італійські академії "фізичної" спрямованості: Академія деї Лінчеї ("Академія рисьєоких"), створена з ініціативи та на кошти Федеріко

Чезі в 1603 році (призупинила свою діяльність з смертю засновника в 1630 р.) і Академія Чіменто (Академія дослідів, 1657 – 1667 рр.), заснована у Флоренції вченим-кардиналом Леопольдо Медічі за підтримки брата, тосканського герцога Фердинанда II. Останньою проводилися досліди з вивчення природного тиску повітря, по штучному заморожуванню води, з виявлення властивостей магніту. Члени академії спростували вчення Арістотеля про те, що протилежності підсилюють один одного завдяки сусідству: холод - теплоту, а теплота - холод; довели хибність тверджень про те, що просочений кров'ю черепахи гніт лампи виробляє чудодійний ефект, а оцет краще за інших рідин гасить вогонь.

На землях Німеччини першим виникає товариство "Соціетас еревнетіка", засноване у Ростоці 1622 р. Йоахімом Юнгом (логіком, математиком, ботаніком), членам якого належать перші спроби в створенні природничої літератури німецькою мовою; проіснувала кілька років. У 1652 р. в вільному місті Швайнфурте виникло "Товариство випробувачів природи", яке поклало початок нині існуючій Німецькій академії натуралістів, інакше йменованій "Леопольдіна". У 70-ті імператор Леопольд I взяв Товариство під своє заступництво.

У Європі кінця XVI - початку XVII ст. починають один за одним виникати атомистичні епікурейські гуртки. Одним з перших з'явився Нортамберлендській гурток, покровителем якого був граф Нортамберленд Генрі Персі. Його лідером став Т. Херіот, астроном, математик і фізик; до нього входили математики і фізики У. Уарнер, Н. Хілл, Н. Тополі, а також філософи і поети Дж. Донн і К. Марло. До цього кола деякий час примикав Ф. Бекон.

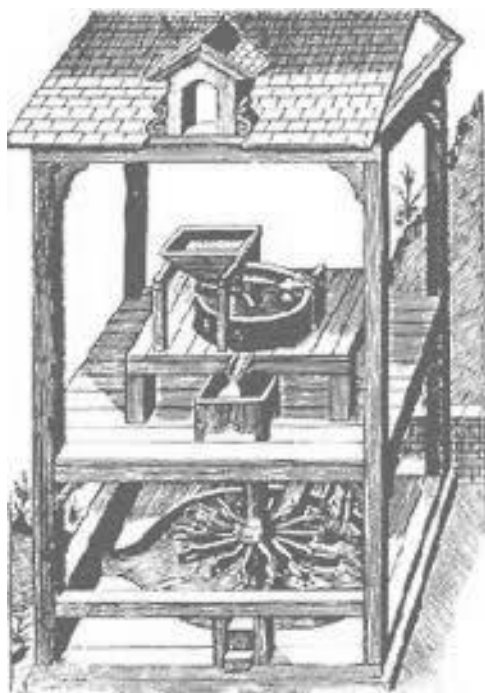
У 1630-і рр. в Англії формується Ньюкаслський гурток, який зіграв важливу роль у соціалізації епікурейського атомізму. У нього входили Томас Гоббс, відомий економіст Вільям Петті, математик і священник Дж. Пелль. Покровителем групи був Вільям Кавендіш, майбутній герцог Ньюкасла. Період існування групи охоплює 1630 - 1650-ті рр.

Особливо значну роль у європейській науці XVII ст. зіграло знамените Лондонське Королівське товариство (остаточно оформилося під заступництвом Карла II в 60- х рр., XVII ст.) і яке існує по цей час. Членами цього товариства були Роберт Бойль - засновник хімії та фізики нового часу і Ісаак Ньютон - великий фізик і математик, автор теорії руху небесних тіл. Майже одночасно в Парижі за участю Кольбера (першого міністра Людовика XIV) відкрилася природничо-наукова Академія.

Паризька Академія наук фінансувалася з королівської скарбниці і отримувала від королівської адміністрації список проектів, які Академія повинна була реалізувати (наприклад, розробити найкращий вид пороху або з'ясувати, чи не шкідливі нові білила або рум'яна для аристократичної шкіри, і т.д. Лондонське королівське товариство не отримувало з казни практично ніяких субсидій, в силу чого було подобою джентльменського клубу, проте не було цілком вільним від політичного ситуації і настроїв двору.

У науці XVII століття поряд з дослідно – експериментальними дослідженнями, активно розвиваються математичні формалізовані методики, що

призводить до появи алгебри, створення диференціального й інтегрального числень, аналітичної геометрії. Дослідно - експериментальне і математичне спрямування в науковому дослідженні виникли ще в епоху Відродження, однак у новий час вони все більш об'єднуються в одному експериментально - математичному методі пізнання. Провідною галуззю знання стає механіка – наука про рух тіл, яка зіграла величезне методологічне значення у формуванні філософсько – світоглядних поглядів XVII століття.



**Рис. 4.1 - Водяні млини XVI-XVII ст.**

Через обмеженість ресурсів, які задовольняли економіку середньовіччя велися інтенсивні пошуки нових ресурсів і нових технічних прийомів. Цілеспрямований пошук і розробка двигунів визначали нову тенденцію в розвитку техніки і механіки. Річ у тім, що мануфактури, які розвивалися, потребували все більших витрат енергії для роботи агрегатів і механізмів. Для того щоб підтримувати роботу верстата, вже було недостатньо мускульної сили робітника, а потрібен був досить сильний двигун. Таким став водяний двигун (рис.4.1).

У XVI-XVII ст. відбувається процес вдосконалення конструкцій водяних і вітряних двигунів. Для компенсації нерівномірності сили в водяних, ручних і вітряних млинах, і взагалі в механізмах, які перебувають в обертовому русі, в першій половині XVII ст. стали запроваджувати маховик. Цей винахід сприяв подальшому розвитку механіки і машинобудування. На початку XVII ст. були винайдені дерев'яні міхи, які приводилися в дію водяним колесом. У 1620 р. такі міхи були встановлені на металургійних підприємствах в Гарці.

Справжнім технічним переворотом в чорній металургії став перехід від сиродутного способу отримання заліза до двостадійного - до виплавки в домнах чавуну з подальшою його крічною переробкою у крицю і залізо. Крічна переробка відповідала мануфактурному виробництву заліза, що передбачало участь у виробництві декількох робочих, між якими існував розподіл праці. До першої половини XVII ст. були вдосконалені металообробні інструменти. Тепер будували великі кузні для переробки металу в штанги або листи за допомогою механічних важільних молотів, що приводилися в дію водяними колесами. Вал водяного колеса мав кулаки, що піднімали молоти, які при вільному падінні здійснювали удар. Застосування в ковальських роботах механічної сили сприяло спеціалізації інструментів. Широко стали використовуватися токарні верстати, в яких оброблюваний виріб обертався від водяного колеса, але різець тримав в руках робітник.

**Фізика.** Виділяються три етапи становлення природничої науки нового часу: перший пов'язаний з діяльністю Галілео Галілея (рис. 4.2), другий - з ім'ям Рене Декарта (рис. 4.3), і третій - з Ісааком Ньютоном (рис. 4.4).



Рис. 4.2 - Галілео Галілей

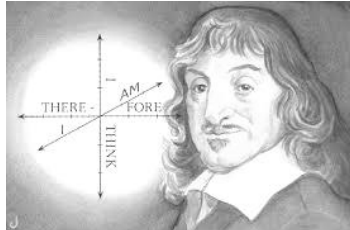


Рис. 4.3 - Рене Декарт



Рис. 4.4 - Ісаак Ньютон

В основі теорії Галілея лежать чотири аксіоми: вільний рух по горизонтальній площині відбувається з постійною за величиною і напрямком швидкістю (закон інерції); тіло, яке вільно падає рухається з постійним прискоренням; тіло, яке сунеться без тертя по похилій площині, рухається з постійним прискоренням. Також Галілей вивів принцип відносності і формулу руху, траєкторії снаряду. Досліди Галілея продовжував його учень Торрічеллі, який відкрив вакуум, атмосферний тиск і створив перший барометр.

Рене Декарт (1596-1650 рр.) засновник філософії Нового часу був типовим представником ятрофізики, напрямки в природознавстві, де жива природа розглядається з позицій фізики. Основні висновки Декарта: в світі відсутня порожнеча; Всесвіт наповнений постійно рухомою матерією, матерія і простір - це одне і те ж, абсолютного руху і абсолютної системи відліку не існує. У математиці Декарт запровадив Декартову систему координат, дав поняття змінної величини і функції, ввів багато алгебраїчних позначень. У фізиці він сформулював закон збереження кількості руху, запровадив поняття імпульсу сили. Декарт - автор методу радикального сумніву в філософії, механіцизму у фізиці, передтеча рефлексології.

Революцію в науці завершив Ісаак Ньютон (1643-1727 рр.), з теорією, яка стала фундаментом класичного природознавства. У січні 1672 року його обирають членом Лондонського Королівського товариства. У квітні 1686 року Ньютон відсилає до столиці дві частини фундаментальної праці "Математичні початки натуральної філософії", яка заклала основи класичної фізики, підвела підсумок багатьом його попереднім роботам в області математики, фізики, астрономії, оптики.

Ньютон довів існування тяжіння як універсальної сили, об'єднав закони Галілея, Кеплера і філософію Декарта в єдину теорію. Ньютон встановив, що планети утримуються на орбітах певною силою, яка обернено пропорційна квадрату відстані до Сонця; математичним шляхом вивів еліптичну форму планетарних орбіт і зміну їх швидкостей.

Іншим відкриттям Ньютона був закон всесвітнього тяжіння, при доказі якого він використовував формулу відцентрової сили, отриману раніше Гюйгенсом. За допомогою трьох законів руху - закону інерції, закону прискорення і закону дії та протидії - і закону всесвітнього тяжіння Ньютон пояснив морські припливи і відливи, траєкторію металевих снарядів, орбіти руху планет. Було знайдено підтвердження ідей Декарта про те, що природа є

досконалим чином упорядкованим механізмом, який підпорядковується математичним законам.

**Математика.** В математиці відбувається виділення тригонометрії та аналітичної геометрії, становлення диференціального й інтегрального числення, розробляються теорії нескінченно малих величин. Шотландський математик Д. Непер винайшов логарифми, які допомогли прискорити обчислення, за допомогою логарифмів була розрахована орбіта Марса. Б. Паскаль у 1641 році сконструював лічильну машину для механізації процесів додавання і віднімання. У 1667 р. Г. Лейбніц винайшов лічильну машину, що дозволяла віднімати, складати, ділити, множити, вираховувати квадратний корінь.

Успіхи в області математики, поява обчислювальних машин зобов'язані вдосконаленню годинникових механізмів. Справжній переворот в годинниковій справі зробив Х. Гюйгенс, який в 1657 році створив перший маятниковий годинник. Гюйгенс застосував маятник як регулятор ходу, а також винайшов балансир зі спіраллю і анкерним спуском.

**Хімія.** Англієць Р. Бойль (1627-1691 рр.) застосував до аналізу будови речовини атомістичну теорію, його експерименти з повітрям сприяли появі "пневматичної хімії" і створення хімічної науки нового часу. Він же розробив експериментальний метод в хімії, зокрема, хімічний аналіз. Бойль розвивав ідею про те, що хімічна взаємодія відбувається між дрібними частками - корпускулами. Корпускули, з яких складаються тіла, залишаються незмінними при різних перетвореннях цих тіл. Р. Бойль відкрив один з фундаментальних

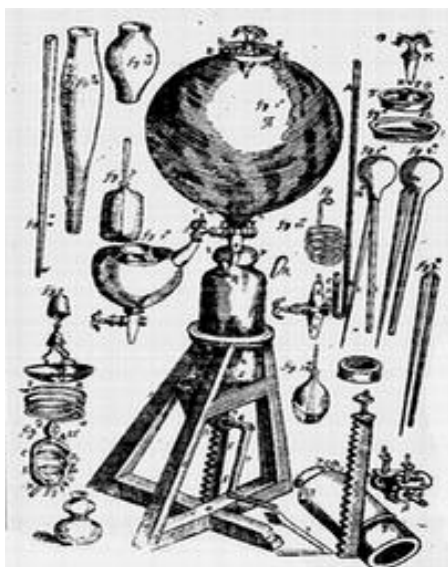


Рис. 4.5 - Газові досліді Р. Бойля

фізичних законів, установивши, що зміна обсягу газу зворотно пропорційна зміні тиску (рис. 4.5). Це означало, що, знаючи об'єм, можна було точно обчислити зміну тиску газу. Це стало одним з найвидатніших відкриттів XVII століття. Він вперше описав його в 1662 році у праці "У захист навчання щодо еластичності і ваги повітря". Через п'ятнадцять років у Франції Маріотт підтвердив відкриття Бойля. Це фактично був перший закон фізико-хімічної науки, що народжувалася.

У Німеччині Йоганн Бехер розробив учення про три види землі, а Франциск Сільвіус і Отто Тахеніус створили теорію кислотно-лужних взаємодій і застосували її в "медичній

хімії".

Бурхлива винахідницька діяльність стала визначальною особливістю історичного періоду, що розглядається. Винахідники не лише розповідали про чудові машини, а й створювали їх за певну винагороду. Винахідництво виходило за межі потреб виробництва своєї епохи і давало поштовх для розвитку нових галузей техніки. Завдання технічного прогресу вирішувались

не лише силами винахідників, а й при активній участі вчених, багато з яких були одночасно інженерами і конструкторами.

Участь у розв'язанні практичних технічних проблем збагачувала вчених новим досвідом, завдяки якому було створено нові підходи в науковому пізнанні, зокрема — використання приладів. Створення приладів як одного з засобів розвитку наукового пізнання залежало від рівня технічної озброєності суспільства. Кінець XVI — початок XVII ст. - час створення мікроскопа, що дає великий поштовх пізнанню невидимого досі світу живих організмів - мікробів.

**Винайдення мікроскопу.** Перші мікроскопи, винайдені людством, були оптичними, і першого їх винахідника не так легко виділити і назвати. Перші відомості про мікроскоп відносять до 1590 року і пов'язують з іменами Іоанна Липперсгея (який також розробив перший простий оптичний телескоп) і Захарія Янсена, які займалися виготовленням окулярів. Трохи пізніше, у 1624 р. Галілео Галілей представляє свій складений мікроскоп, який він спочатку назвав "оккиліно" (occholino італ. – маленьке око). Роком пізніше його друг по Академії Джованні Фабер (1574–1629 рр.), запропонував для нового винаходу термін "мікроскоп".

Значним поштовхом у подальшому удосконаленню мікроскопа стала робота англійця Роберта Гука (1635–1703 рр.). У 1665 році він опублікував книгу під назвою "Мікрографія", що містила опис ряду досліджень з використанням мікроскопа і телескопа, а також оригінальних спостережень у біології.

Славу ж мікроскопу принесли роботи голландського ученого Антонія Ван Левенгука (1632–1723 рр.). У 1665 р. Левенгук прочитав працю англійського дослідника природи Роберта Гука "Мікрографія". Прочитання цієї книги викликало у нього інтерес до вивчення навколишньої природи за допомогою лінз. За їх допомогою було зроблено низку відкриттів. Усього за своє життя він виготовив більше 500 лінз і як мінімум 25 мікроскопів, 9 з яких збереглися до наших днів (рис.4.6).

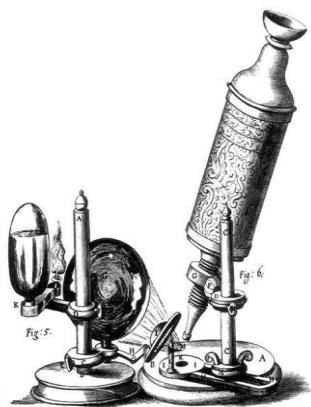


Рис. 4.6 - Мікроскоп  
Лівенгука

Левенгук зумів створити мікроскоп, що дозволяв отримати 275- кратне збільшення. За допомогою його він уперше побачив кровеносні тільця, рух крові в капілярних судинах хвоста пуголовка, смугастість м'язів. Він відкрив мікроорганізми (інфузорії). Він уперше занурився у світ мікроскопічних одноклітинних водоростей, де лежить межа між твариною і рослиною. Нарешті, він бачив навіть бактерії.

**Винайдення підзорної труби та телескопу.** Роком винаходу телескопа, а вірніше зорової труби, вважають 1608 рік, коли голландський окулярний майстер Іоанн Липперсгей (1570–1619 рр.) продемонстрував свій винахід у Гаазі. Проте, у видачі патенту йому було відмовлено, в силу того що і інші майстри, як Захар Янсен (1585–1632 рр.) з Мідделбурга вже мав екземпляр підзорної труби.



Пізніше дослідження показало, що, ймовірно, підзорні труби були відомі раніше. Ще у 1604 р. Йоган Кеплер (1571–1630 рр.) досліджував хід променів в оптичній системі, що складається з двоопуклої і двоввігнутої лінз. А найперші креслення простого лінзового телескопа були виявлені ще в записках Леонардо да Вінчі (1452–1519 рр.), датованих 1509-м роком.

Але першим, хто направив зорову трубу в небо, перетворивши її на телескоп, і отримав нові наукові дані, став Галілео Галілей (1564–1642 рр.). У



Рис. 4.7 - Телескоп Галілея

1609 році він створив свою першу зорову трубу з триразовим збільшенням. У тому ж році він побудував телескоп з восьмикратним збільшенням завдовжки біля півметра. Пізніше їм був створений телескоп, що давав 32-кратне збільшення: довжина телескопа була близько метра, а діаметр об'єктиву – 4,5 см. Це був дуже недосконалий інструмент, проте, з його допомогою Галілей зробив ряд відкриттів (рис. 4.7).

Назву "телескоп" запропонував у 1611 році грецький математик Джовані Демізіані для одного з інструментів Галілея, показаному на банкеті в Академії Лінчеї. Сам Галілей використав для своїх телескопів латинський термін - "perspicillum". У другій половині цього століття голландські оптики

впроваджують торгівлю ними. У 1668 р. Ньютон виготовив перший дзеркальний телескоп. У 1682 році Е. Галлей відкрив першу періодичну комету, яка отримала його ім'я.

**Винайдення барометру.** Близько середини XVII ст. був створений інструмент для вимірювання атмосферного тиску — барометр. Вчені ніколи не залишали спроби навчитися передбачати погоду. Вони хотіли досягти можливості визначати метеопрогнози на найближчий період часу. Першим винахідником, який запропонував ідею створення пристосування, за допомогою якого можна було б здійснити задумане, був Галілей. Однак створити цей прилад - барометр, вдалося лише в 1643 році. І зробили це знамениті учні Галілея - Вінченцо Вівіані (1622-1703 рр.) і Еванджеліста Торрічеллі (1608-1647 рр.). Саме Торрічеллі зумів довести, що таке явище, як атмосферний тиск існує. Вперше ним була сформована гіпотеза, що повітряний океан, на дні якого живе людина, постійно тисне на неї. Він запропонував одному своєму учневі Вінченцо Вівіані виміряти його величину, використовуючи запаяну з одного кінця трубку, наповнену ртуттю. Трубку перекинули в посудину, де була ртуть, речовина при цьому залишилося на певній висоті, в трубці над ртуттю, з'явився порожній простір.

Перший в історії барометр був сконструйований після цього експерименту. Дослід, який провів в 1643 році Торрічеллі, став початком наукової метеорології. Завдяки тому, з якою високою точністю ртутний барометр міг виміряти атмосферний тиск, він швидко знайшов широке застосування в метеорології.

Єдиним його недоліком вважається те, що у нього висока ймовірність витікання ртуті (рис. 4.8).

Відомим англійським вченим Робертом Гуком (1635-1703 рр.) в 1670 році була створена шкала барометра, низький тиск на якій вказував, що наближається дощ або шторм, а суху і сонячну погоду віщував високий тиск.

Історія створення водяного барометра починається з 1657 року завдяки вченому Отто фон Геріке (1602-1686 рр.). Прилад уявляв з себе довгу мідну трубку, нижній кінець якої був занурений у посудину, наповнену водою, а верхній зі скляною трубкою мав спеціальний кран і з'єднувався з повітряним насосом. Після відкачування повітря вода в трубці піднялася до висоти в 19

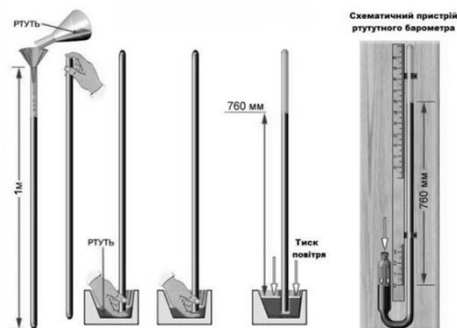


Рис. 4.8 - Барометр Торрічеллі

ліктів, потім винахідник закривав кран, а сам барометр від'єднував від насоса. Отто помітив залежність між станом погоди і висотою води в трубці. У 1660 році йому вдалося передбачити сильну бурю в Магдебурзі за дві години до того, як вона розпочалася, що викликало здивування місцевих жителів. Ідею створити анероїдний барометр висловив в XVII столітті Готфрід Вільгельм фон Лейбніц (1646-1716 рр.) фізик-математик з Німеччини. Але втілити її в життя йому не вдалося. "Анероїд" в перекладі з грецької - "безводний". Це означає, що в анероїдному барометрі відсутня ртуть. У 1847 р французьким інженером Люсьєном Віді (1805-1866 рр.) було винайдено перший анероїдний барометр.

Впровадження технічних засобів у сферу наукового пізнання надало йому нового характеру, спричинило виникнення експерименту як провідного методу. Слід зазначити, що матеріальне оснащення нової епохи було ще найпростішим. Лише телескопи мали великі розміри та багато коштували. Усе інше обладнання - реторти, ваги, мікроскопи, деякі інструменти для анатомування, термометри, барометри та інші пристрої - склали головний інструментарій відкриттів у всіх галузях науки.

У XVI-XVII ст. відбувається процес вдосконалення конструкцій водяних і вітряних двигунів. Для компенсації нерівномірності сили в водяних, ручних і вітряних млинах, і взагалі в механізмах, які перебувають в обертовому русі, в першій пол. XVII ст. стали вводити маховик. Цей винахід сприяв подальшому розвитку механіки і машинобудування. На початку XVII ст. були винайдені дерев'яні міхи, які приводилися в дію водяним колесом. У 1620 р такі міхи були встановлені на металургійних підприємствах в Гарці.

Справжнім технічним переворотом в чорній металургії став перехід від сиродувного способу отримання заліза до двостадійної виплавки в домнах чавуну з подальшою його кричною переробкою у сталь і залізо. Крична переробка відповідала мануфактурному виробництву заліза, що передбачало участь у виробництві декількох робочих, між якими існував розподіл праці. До першої половини XVII ст. були вдосконалені металообробні інструменти. Тепер будували великі кузні для кування металу в штанги або листи за допомогою

механічних важільних молотів, що приводяться в дію водяними колесами. Вал водяного колеса мав кулаки, що піднімали молоти, які при вільному падінні здійснювали удар. Застосування в ковальських роботах механічної сили сприяло спеціалізації інструментів. Широко стали використовуватися токарні верстати, в яких оброблюваний виріб отримував обертання від водяного колеса, але різець тримав в своїх руках робітник.

Важливою передумовою експериментального наукового пізнання було створення необхідних умов для точного вимірювання. Експерименти XVII ст. мали довести раціональний причинний зв'язок між причиною та наслідком. Прямим шляхом цей зв'язок доводився механічними дослідженнями - оптичними, хімічними, фізичними. В основі експерименту природознавства XVII-XVIII ст. була покладена думка про механічний причинний зв'язок між явищами.

Закріплення в університетах природничо-наукових дисциплін і збільшення їх числа сприяло посиленню тенденцій до політехнізації навчання, оскільки до змісту природничих наук тоді входили і прикладні знання. У XVII ст. у Європі не було спеціально організованих інститутів, які б мали розробляти та практично застосовувати наукові знання про техніку. Підготовка технічних кадрів стримувалась позицією університетів, які тривалий час зберігали прихильність до середньовічної системи навчання. Спеціалізовані технічні школи ще тільки формувалися.

Науковий рух XVII ст. уже певною мірою перебував під впливом соціальних цінностей. Він передбачав таку соціальну структуру науки, в межах якої наукова діяльність хоча б нормативно відповідала вимогам суспільного, морального прогресу, освіти. Завдяки інституалізації науки її діяльність була підпорядкована традиціям спеціалізованої системи освіти. Внаслідок цього виникли наукові інститути, діяльність яких була зосереджена на наукових дослідженнях і врешті-решт спричинила виникнення уявлень про так звану чисту науку. Історично інституалізація науки спричинила формування особливого типу знання про світ, яке не мало "соціального виміру".

## 4.2 Наука і техніка доби Просвітництва

Ідеї Ньютона і Лейбніца визначили шлях розвитку природознавства у XVIII столітті. Система розроблених ними понять виявилася чудовим інструментом дослідницького пошуку. Стрімко розвивалася математична фізика, вищою точкою її розвитку стала "Аналітична механіка" Ж. Л. Лагранжа (1787 р.). Успіхи механіки визначили формування механістичної картини світу (Л. Ейлер, П. Лаплас та ін.). Природа складається з машин-механізмів різної складності (зразок таких машин - механічний годинник), а ці машини - з деталей-елементів; їх поєднання визначає властивості цілого.

З переходом до політики протекціонізму і меркантилізму наукові дослідження стали більш систематизованими і послідовними, розвивалася прикладна наука і техніка (виплавка чавуну на коксі, обкурювання хлором як

спосіб дезінфекції, праці А. Пармантьє з картоплярства і К. Буржела з ветеринарії тощо).

В епоху Просвітництва склалася мережа академій наук і галузевих наукових установ (академії хірургії, гірничої справи та ін.), Наукових товариств, кабінетів природної історії, лабораторій, аптекарських і ботанічних садів; була налагоджена система обміну науковою інформацією (листування, наукові журнали). Наукові відкриття і розвиток промисловості породжували поряд із соціально-історичним оптимізмом технізацію поглядів на навколишній світ, будову природи і людини, одним з виразів якого стала любов до механічних пристроїв, ляльок-автоматів.

У XVIII ст. історичний процес переходу від феодалізму до капіталізму розвивається з наростаючою силою. У першій половині століття у Франції йшла напружена боротьба третього стану проти дворянства і духовенства. Ідеологи третього стану - французькі просвітителі і матеріалісти - здійснили ідеологічну підготовку революції. Особливу роль у діяльності французьких просвітителів і філософів грала наука. Закони науки, раціоналізм, склали основу їх теоретичних концепцій. У 1751-1780 рр. видана знаменита Енциклопедія, або Тлумачний словник наук мистецтв і ремесел під редакцією Дідро і Даламбера. авторами Енциклопедії були Ф. Вольтер, Ш. Монтеск'є, Г. Маблі, К. Гельвецій, П. Гольбах, Ж. Бюффон.

Енциклопедія стала могутнім засобом поширення науки. Вплив французьких просвітителів вийшов далеко за межі Франції. Висока оцінка ролі розуму і науки, характерна для французьких просвітителів, призвела до того, що XVIII ст. увійшло в історію науки і культури під назвою століття розуму.

В цілому XVIII століття, в змістовному розвитку науки, можна представити шістьма програмами: дослідженнями тепла та енергії, металургією, електрикою, хімією, біологією та спостережною і математичною астрономією.

**Початок промислової революції.** У XVIII ст. здійснюється розвиток науки і техніки, який призвів до індустріальної революції (промислового перевороту) – процесу переходу від ручної праці до машинної. Він розпочався у різних країнах неодноразово. Спочатку відбувалося зародження елементів машинної техніки в умовах мануфактурного виробництва.

Процес капіталістичної індустріалізації почався в Англії. Цьому сприяли винахід першої прядильної машини Джоном Уайетта (1700-1766 рр.) та її практичне використання підприємцем Річардом Аркрайтом (1732-1792 рр.), який побудував в 1771 році першу прядильну фабрику, обладнану запатентованими ним машинами.

Текстильне виробництво розвивалося в межах безупинного суперництва між творцями прядильних і ткацьких верстатів.

Джон Кей у 1730 році запропонував механічний човник для ручного ткацького верстата. У 1733 році Джон Уайетт з Бірмінгему винайшов верстат для механічної витягування волокна за допомогою декількох пар циліндрів, які знаходилися поблизу один одного. Бавовна затискалася між циліндрами і завдяки збільшенню швидкості витягувалася до бажаної товщини. У 1742 році в

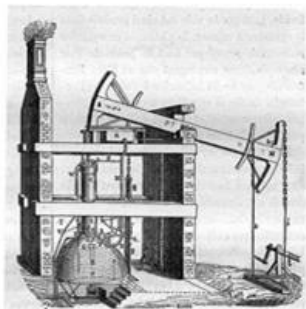
Бірмінгемі працювали такі машини на 250 веретен від двох вислюків, крім того, були зайняті 10 прядильниць.

Створена англійським винахідником Джеймсом Харгрівсом прядильна машина, названа на честь його доньки "Дженні", була удосконаленим варіантом машини Джона Уайетта, в якій витяжні валики були замінені рухомим затискачем, що складався з двох брусків дерева і був розташований на каретці. Ручна праця ткача була замінена механічною. Механік К. Вуд удосконалив прядильну машину, а Р. Аркрайт створив ватермашину з водяним приводом, що дозволило отримати більш міцну нитку. У підсумку, в 1786 році з'явився ткацький верстат з повною механізацією всіх ручних операцій.

Протягом двох з половиною століть з'явилося багато типів механічних верстатів. Мінявся принцип кріплення основи: так, існують навійні і безнавійні верстати - в останніх нитки основи подають безпосередньо зі шпуль. По-різному використовується і човник: існують верстати з одним човником, з кількома, і навіть такі, на яких він взагалі відсутній..

XVIII ст. було сторіччям підкорення пари. Практичний характер техніки того часу сприяв тому, що всі вдалі конструкції інколи створювались практиками - винахідниками. Винахідником принципу використання пари для механічних робіт вважається англійський інженер Томас Ньюкомен (1663-1729 рр.). У 1705 р. він побудував паровий насос, вдосконалення якого тривало до 1712 р. Однак, Ньюкомен не зміг отримати патент, оскільки паровий водопідйомник був запатентований ще у 1698 році **Томасом Сейвері** (1650–1715 рр.).

У 1711 р. Томас Ньюкомен удосконалив машину свого попередника (рис. 4.9). Він побудував паровий насос з циліндром та поршнем і відділив їх від котла.



Для передачі і перетворення руху він використав балансир, що відомий був ще з практики XVI ст. У 1717–1718 році "вогневий двигун" за указом царя Петра I був встановлений в Санкт-Петербурзі для постачання водою близько 50 фонтанів Літнього саду. У 1729 р. насоси Ньюкомена вже працювали в Австрії, Бельгії, Франції, Німеччині, Угорщині і Швеції.

**Рис. 4.9 Т. Ньюкомен та його парова машина**

Остання машина Ньюкомена на вугільних шахтах Англії була демонтована тільки у 1934 р.

Здійснюючи екскурс в історію створення парових машин, не можна пройти повз особу видатного російського винахідника Івана Івановича Ползунова (1728–1766 рр.). У 1763 р. ним була запропонована оригінальна конструкція парового двигуна. Проект був направлений імператриці Росії Катерині Великій, яка присудила йому 400 рублів і звання капітан-лейтенанта, але не змогла оцінити нову технологію.

Англійський винахідник Джеймс Уатт (1736–1819 рр.) розташував циліндр у паровій оболонці, а конденсація пари здійснювалась в окремому конденсаторі. Винахідник отримав 5 патентів на пристрої, які вирішували проблеми перетворення поступального руху на обертальний. Машина Уатта випускалися серійно і використовувалися у багатьох галузях виробництва різних країн (рис. 4.10).



**Рис. 4.10 - Джеймс Уатт та його парова машина**

Це призвело до різкого підвищення продуктивності праці. Саме з цієї миті англійці відлічують початок великої промислової революції, яка вивела Англію на лідируюче положення у світі.

Двигун Джеймса Уатта годився для будь-якої машини. У 1785 р. Уатт запатентував винахід нової топки котла, і в цьому ж році одна з машин

Уатта була встановлена в Лондоні на пивоварному заводі Семюела Уитбрета для розмелювання солоду. Машина виконувала роботу замість 24 коней. Діаметр її циліндра дорівнював 63 см, робочий хід поршня складав 1,83 м, а діаметр маховика досягав 4,27 м. Машина збереглася до наших днів, і сьогодні її можна побачити у дії в сіднейському музеї "Пауерхауз".

Революцією у виробництві стало вдосконалення свердлильних і токарних верстатів, винахід супорта і відділення приводу від верстата, впровадження приводу від водяного колеса, поява горизонтально-розточувальних верстатів і верстатів для глибокого свердління. У 1794 році Генрі Модсли винайшов "хрестовий супорт", що представляв дві каретки, які незалежно переміщуються в двох взаємно перпендикулярних напрямках за допомогою гвинта. Модсли вперше об'єднав верстати в одну потокову лінію.

Ряд галузей промисловості розвивався виключно на основі досягнень наукової думки, наприклад, хімічна промисловість. Виробництво хімічних препаратів, які потребували різні види виробництва, забезпечувало потреби в сірчаній кислоті, соді, хлорі тощо. Ці речовини використовувалися для виготовлення скла, вибухових речовин, фарб, відбілювачів, фармацевтичних препаратів і ряду інших виробів.

Брати Жозеф-Мішель Монгольф'є (1740 – 1810 рр.) та Жак-Етьєнн Монгольф'є (1745 – 1799 рр.) вважаються винахідниками аеростатів (рис. 4.11).

Першу модель майбутнього аеростата ("монгольф'єра") брати змайстрували у 1782 році. Це була невелика куля з шовковою оболонкою, із отвором унизу. Під отвором вони палили папір, повітря всередині кулі прогрівалося, і модель піднімалася до стелі приміщення, в якому проводився експеримент. Потім брати зробили декілька оболонок великих розмірів і

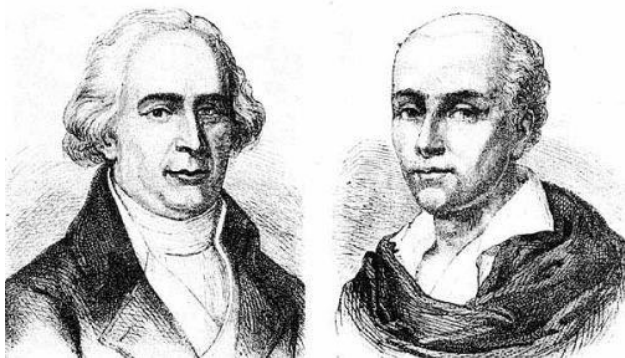


Рис. 4.11 - Винахідники аеростатів

21 листопада 1783 аеростат з екіпажем з двох чоловік пролетів над Парижем; це був перший в історії політ людини на літальному апараті (рис. 4.12).

1784 року у Львові запусчено першу у світі повітряну кулю з автоматичним пальником на рідкому пальному для підігріву повітря у балоні. Це сталося усього через дев'ять місяців після польоту кулі братів Монгольф'є, паливом для якої служила солома.

Розвиток промисловості вимагав нових знань в сфері механіки, математики, геометрії, фізики, хімії. Від успішності промислового виробництва тепер залежали успіхи в удосконаленні вогнепальної зброї, розвитку транспорту, торгівлі і всієї економіки в цілому.

**Розвиток науки.** Розвиток наукової думки в XVIII ст. пов'язаний з математизацією і розширенням експериментальної основи природознавства. Посилюється диференціація наук, в математиці і фізиці виникають самостійні напрямлення, як самостійна наука виникає хімія. До цього періоду відноситься становлення технічних наук, зокрема прикладної або практичної механіки, що займалася вивченням роботи машин, механізмів і споруд. Розвитку технічних знань сприяв також випуск технічної літератури.

Окремий напрямок технічної думки пов'язаний зі створенням експериментальних приладів, необхідних для наукового дослідження. Поява таких приладів стимулювала наукові відкриття і теорії. Наприклад, винахід годинника з маятником Х. Гюйгенсом у 1657 році став основою для створення автоматичних обчислювальних приладів.

Вивчення теплових явищ, а потім і експериментування з тепловими двигунами, вимагали створення спеціальних приладів для вимірювання температур. Один з перших таких приладів, "термоскоп", був створений Г. Галілеєм. У XVIII ст. була винайдена температурна шкала, вона існує кількох

запускали кулі на відкритому повітрі. Перша публічна демонстрація польоту безпілотної повітряної кулі з оболонкою з грубого льняного полотна, обклеєного папером, відбулася 5 червня 1783 року в Анноне. Апарат досяг висоти близько 1800 метрів. У другий політ, що відбувся 19 жовтня 1783, аеростат відправився з "екіпажем" – бараном, півнем і качкою.

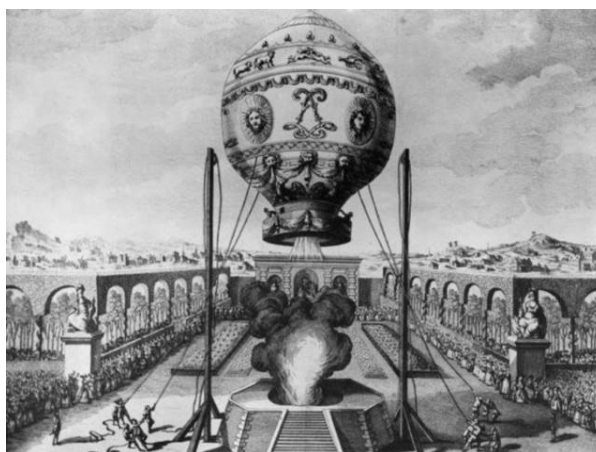


Рис. 4.12 - Запуск повітряної кулі 19 жовтня 1783 р.

видів: шкала Д. Фаренгейта, шкала Р. Реомюра і А. Цельсія. До сих пір використовується шкала, винайдена шведським астрономом Андерсом Цельсієм (1701-1744 рр.). Він запропонував стоградусну шкалу з точкою "0", яка відповідає кипінню води, і точкою "100", що відповідає її замерзанню. Новим напрямком досліджень став вимір теплоти, проведення дослідів, що підтверджують появу теплоти при терті.

У 1729 році англієць Стівен Греї виявив здатність деяких речовин, проводити електрику. Він, по суті, уперше ввів поняття провідників і непровідників електрики.

У 1733 році Шарль Франсуа Дюфе (1698-1739 рр.) відкрив існування двох видів електрики, так званої скляної (електризація відбувалося при натирання скляної шкірою, позитивні заряди) і смоляної (електризація при натирання ебоніту шерстю, негативні заряди). Особливість цих двох родів електрики полягала в тому, що однорідне з ним відштовхувалося, а протилежне - притягувалося. Для отримання електричних розрядів великої сили будувалися величезні скляні машини, що виробляють електризацію тертям.

У 1745-1746 рр. була винайдена так звана лейденська банка, що оживило дослідження з електрики. Лейденська банка - це конденсатор, що уявляв собою скляний циліндр. Зовні і зсередини до 2/3 висоти стінки банки, її дно обклеєні листовим оловом; банка прикрита дерев'яною кришкою, через яку проходить дріт з металевою кулькою нагорі, поєднаний з ланцюжком, який торкається дна і стінок. Заряджали банку, торкаючись кулькою до кондуктора машини і з'єднуючи зовнішню обкладку банки з землею; розряд виходить через з'єднання зовнішньої оболонки з внутрішньою.

У 1747 році член Паризької Академії наук фізик Жан Антуан Нолле (1700-1770 рр.) винайшов електроскоп - перший прилад для оцінки електричного потенціалу, удосконалив лейденську банку і сприяв її поширенню у Франції, удосконалив електричну машину.

Брав участь в електричних дослідах і Ш. Дюфе, який "передав" струм по ланцюгу з 180 осіб. Він перший зауважив, що струм швидше "стікає" з гострих, ніж з тупих тіл. Висунув ідею вивчення дії електрики на рослини і тварини.

У 1747-1753 рр. американський учений і державний діяч Бенджамин Франклін (1706-1790 рр.) провів ряд досліджень і зробив супутні їм відкриття, пояснив дію лейденської банки, встановивши визначальну роль діелектрика між обкладками. Встановив електричну природу блискавки. Запропонував ідею громовідводу, встановивши, що металеві вістря сполучені із землею, знімають електричні заряди з заряджених тіл. Висунув ідею електричного двигуна.

Шарль Огюстен Кулон (1736-1806 рр.) відкриває точний закон електричних взаємодій і знаходить закон взаємодії магнітних полюсів. Він встановлює методи вимірювання кількості електрики і кількості магнетизму (магнітних мас). Після Кулона стала можливою побудова математичної теорії електричних і магнітних явищ.

У 1795 році інший італійський вчений Алессандро Вольта (1745-1827 рр.), досліджуючи виявлений попередником ефект, довів, що електричний струм



виникає між парою різнорідних металів розділених спеціальною рідиною, що проводить. Сконструював першу електричну батарею - Вольтів стовп. Винайшов і сконструював перше хімічне джерело постійного електричного струму, електричну батарею, низку електричних приладів; відкрив явище взаємної електризації різнорідних металів при їх контакті; у 1776 році виявив і дослідив газ метан. Засновник електродинаміки. На його честь названо одиницю напруги вольт, а також астероїд головного поясу 8208 Вольта.

Створив перше найпростіше хімічне джерело струму в 1799 р., яке назвав гальванічним елементом. Цей елемент він назвав на честь свого друга, вченого Луїджі Гальвані.

У XVIII ст. астрономічна наука збагатилася концепціями І. Канта і П. Лапласа про виникнення Землі і Сонячної системи з газопилової туманності і про вплив фаз Місяця на припливи і відливи. Кант висунув гіпотезу про аналогічність сонячної і зоряної систем. Видатними досягненнями в області спостережної і математичної астрономії стали дослідження У. Гершеля, який відкрив подвійні зірки і орбіти їх руху.

В оптиці основними напрямками досліджень стали розробка принципів фотометрії (проблема вимірювання "кількості світла"). Відбувається оформлення двох основних гіпотез про природу світла: хвильової і корпускулярної. Однак вирішальних наукових аргументів на користь будь-якої теорії не було. Так, Ньютон схилився до корпускулярної ідеї, а Лейбніц, Ломоносов - до хвильової теорії.

Роботи Антуана Лорана Лавуазьє (1743-1794 рр.) сприяли перетворенню хімії в науку, засновану на точних вимірах; він систематично докладав кількісні методи до дослідження хімічних перетворень. Керуючись законом збереження маси, спростував помилкову гіпотезу флогістону, згідно з якою вважалося, що всі горючі речовини, а також метали, що перетворюються при обпаленні "вапна", "землі" і "окаліни", містять початок горючості – флогістон.

У 1772-1777 роках низкою точних дослідів показав складність атмосферного повітря і вперше правильно витлумачив явища горіння і обпалення як процеси з'єднання речовин з киснем. Цього висновку не змогли зробити англійський вчений Дж. Прістлі і шведський хімік К. Шеєле, незважаючи на те, що вони відкрили кисень раніше, ніж Лавуазьє.

Лавуазьє і французький військовий інженер Ж. Меньє довели, що вода - сполука водню і кисню (1783 р.); вони ж синтезували воду з кисню і водню (1785 р.). Встановлення складу води завдало гіпотезі флогістону остаточний удар. Вчення Лавуазьє підтримали французькі математики Лаплас і Г. Монжа, а також французькі хіміки К. Бертолле, Л. Гітоном де Морво і А. Фуркруа.

У 1786-1787 роках Лавуазьє і названі хіміки розробили проект раціональної хімічної номенклатури, яка незабаром стала загальноприйнятною. Її основні принципи збереглися до нашого часу. У 1789 році Лавуазьє спільно з іншими французькими вченими заснував журнал "Аннали хімії" ("Annales de chimie") - одне з перших хімічних періодичних видань.

У 1789 році опублікував "Початковий підручник хімії", де хімія визначалася як наука про склад речовин, про їх аналіз. Речовини, які в той час не могли бути розкладені, Лавуазьє назвав простими. У їх число він включив всі відомі в кінці XVIII століття неметали, метали, а також "землі" і радикали. Лавуазьє відніс до простих речовин і гіпотетичні "невагомні початки", або флюїди, - "світло" і "теплород".

Створений Лавуазьє напрямок призвів до відкриття нових речовин і до експериментального обґрунтування законів, що підготували ґрунт для остаточного введення в хімію атомізму. До початку 19 століття погляди Лавуазьє отримали загальне визнання. У Росії їх поширенню активно сприяли академіки Я. Д. Захаров, В. М. Севергін і В. В. Петров.

Пізніше Джон Дальтон запропонував атомістичну теорію будови речовини, згідно з якою кожен елемент має свій атом. Він стверджував, що атоми різних речовин мають різну вагу, а хімічні сполуки утворюються поєднанням атомів в певних чисельних співвідношеннях. Також Дальтон виявив закономірності в поєднанні атомів різного роду і пояснив властивості газів взаємовідштовхування з атомів.

Головним досягненням в біології стало створення єдиної біологічної класифікації, автором якої став **К. Лінней** (1707-1778 рр.) Головна робота "Система рослин" зайняла цілих 25 років, і лише в 1753 році він опублікував свою головну працю. Учений запропонував бінарну номенклатуру - систему наукового найменування рослин і тварин. Ґрунтуючись на особливостях будови, він розділив всі рослини на 24 класи, виділивши також окремі роди і види. Кожна назва, на його думку, повинна була складатися з двох слів - родового і видового позначень. Карл Лінней перший ввів в науку строго визначену, точну мову і точне визначення ознак. У його творі "Фундаментальна ботаніка", виданому в Амстердамі під час його життя, викладені підстави ботанічної термінології, якою він користувався при описі рослин.

Першу цілісну концепцію еволюції запропонував Ж-Б. Ламарк (1744-1829 рр.). В її основі лежить уявлення про те, що всі живі організми під впливом умов довкілля набувають корисних пристосувань, змінюючи свою будову, функції, індивідуальний розвиток тощо, він же ввів термін "біологія".

Реальне застосування результатів наукових досліджень продемонстрував лікар Е. Дженнер, який вперше застосував вакцинацію для попередження віспи. Він зміг дослідним шляхом домогтися вироблення у людини імунітету проти натуральної віспи.

У Франції зароджується ідея створення Енциклопедії, або тлумачного словника наук, мистецтв і ремесел - енциклопедії, яка б в простій формі (а не у формі наукових трактатів) знайомила читачів з найважливішими досягненнями наук, мистецтв і ремесел.

Ідейним вождем цього починання виступає Д. Дідро, а його найближчим соратником - Д. Аламбер. Статті ж для цієї Енциклопедії погоджувалися писати найвидатніші філософи та натуралісти Франції. За задумом Д. Дідро в Енциклопедії повинні були відображатися не тільки досягнення конкретних

наук, але і нові філософські концепції щодо природи матерії, свідомості, пізнання. Більш того, в Енциклопедії стали публікуватися статті, в яких давалися критичні оцінки традиційної релігійної догматики, традиційного релігійного світосприйняття. Все це визначило негативну реакцію церковної еліти і певного кола вищих державних чиновників до видання Енциклопедії. Робота над Енциклопедією з кожним томом усе ускладнювалася й ускладнювалася. Останніх її томів XVIII століття так і не побачило. І все ж навіть те, що було видано, мало величезне значення для культурного процесу не тільки у Франції, але і в багатьох інших країнах Європи (у тому числі для Росії та України).

Велику роль в становленні і розвитку науки зіграла освіта. Початком нової освіти стало відкриття інженерних шкіл: у Франції була відкрита Школа мостів і доріг; Школа військових інженерів; Паризька політехнічна школа. В останній була вперше розроблена лекційно-навчальна література з механіки, математики та фізики.

Розвиток юридичної науки пов'язаний з розвитком ідеї формування правової держави. Слід відзначити внесок таких вчених і політичних діячів як Ч. Беккарія (розробка принципу верховенства закону), Вольтера, Ш. Монтеск'є (принцип поділу влади) та інших.

Економічна думка цього періоду відзначена створенням основ економічної теорії в працях Ф. Кене, Р. Тюрго і засновників класичної політекономії А. Сміта, Д. Рікардо.

Наука поступово набуває статусу продуктивної сили, а також соціальної, і тієї, що регулює управління різноманітними соціальними процесами. Систематичне застосування наукових знань у виробництві призводить до технічних, а потім і науково-технічних революцій, що змінює ставлення людини до природи і системи виробництва. У зв'язку з падінням впливу церкви перешкод для розвитку науки більше не було. Швидке вдосконалення та розвиток техніки і технології створювали передумови для промислової революції, початок якої пов'язаний з винаходом в Англії в 60-рр. XVIII ст. парового двигуна Дж. Уатта.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Аллаби М. Энциклопедия изобретений и открытий: От колеса до коллайдера / Майкл Аллаби, Эми-Джейн Бир, Джон Клак; перев. с англ. Гришин, Е. Кац, М. Лукьянова. – М.: Изд. группа "Азбука-Аттикус", 2012. – 495 с.
2. Афанасьев Ю. Н. История науки и техники: конспект лекций / К. Н. Афанасьев, Ю. С. Воронков, С. В. Кувшинов; Российский гуманитарный университет [РГГУ], Российская академия наук [РАН]. Ин-т истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова. – М.: РГГУ, 1999. – 265 с.
3. Баранов М. И. Избранные вопросы электрофизики: монография в 2-х томах. Т. 1: Электрофизика и выдающиеся физики мира / М. И. Баранов. – Х.: НТУ "ХПИ", 2008. – 252 с.
4. Бесов Л. М. Історія науки і техніки / 3-є вид., перероб. і доп. / Л. М. Бесов. – Х.: НТУ "ХПГ", 2004. – 382 с.
5. Вергунов В. А. Нариси історії аграрної науки, освіти та техніки / В. А. Вергунов. – К.: Аграрна наука, 2006. – 492 с.
6. Кефели И. Ф. История науки и техники / И. Ф. Кефели. – СПб.: Балт. гос. техн. ун-т, 1995. – 171 с.
7. Кирсанов В. С. Научная революция XVII в. / Кирсанов В. С. – М.: Наука, 1987. – 343 с.
8. Кун Т. Структура научных революций / Т. Кун; пер. с англ. И. З. Налетова; общая ред. и послесл. С. Р. Микулинского и Л. А. Марковой. М.: Прогресс, 1975. – 288 с. Становление химии как науки: Всеобщая история химии. – М.: Наука, 1983. – 464 с.
9. Михайличенко О. В. Історія науки і техніки: навч. посіб. / О. В. Михайличенко. – Суми : СумДПУ, 2013. – 346 с.
10. Кирилин В. А. Страницы истории науки и техники. – [Электронный ресурс] / В. А. Кирилин. – М.: Наука, 1986. – 456 с. – Электрон, текст, дані. . – Режим доступа //: <http://nplit.ru/books/item/f00/s00/z0000056/st000.html>. - Назва з екрану.
11. Огурцов А. П. Історія світової науки і техніки: навч. посіб. / 2-е вид., перероблене / А. П. Огурцов, Л. М. Мамаев, В. В. Заліщук, С. Х. Авраменко, В. А. Зінченко. – К., 2000. – 664 с.
12. Онопрієнко В. І. Історія української науки: курс лекцій / В. Онопрієнко, В. Ткаченко. – К.: Варта, 2010. – 652 с.
13. Ошарин А. В., Ткачев А. В., Чапагина Н. И История науки и техники. Учебно-методическое пособие. / Под ред. Ткачева А. В. – СПб.: СПб ГУ ИТМО, 2006. – 143 с.
14. Старостин Б. А. Параметры развития науки / Б. А. Старостин. – М.: Наука, 1980. – 280 с.
15. Стройк Д. Я. Краткий очерк истории науки математики: пер. с нем. 5-е изд. / Д. Я. Стройк. – М.: Наука, 1990. – 256 с.
16. Храмов Ю. О. Фізика. Історія фундаментальних ідей, теорій та відкриттів /

- Ю. О, Храмов. – К.: Фенікс, 2012. – 816 с.
- 17.Шейпак А. А. История науки и техники. Материалы и технологии: учебное пособие / А. А. Шейпак. – М.: Изд-во МГИУ, 2009. – Ч. 1. – 276 с.
- 18.Шухардин С. В. История науки и техники: учеб, пособ. / С. В. Шухардин. – М.: МГИАИ, 1974. – Ч. 1. – 288 с.

### КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Хто довів, що Земля обертається навколо Сонця не по колу, а по еліпсу?
2. Хто першим зробив підзорну трубу, виявив багато нових зірок і відкрив чотири супутника Юпітера?
3. Які відкриття Галілея стали початком сучасної механіки?
4. Який вчений відкрив вакуум, атмосферний тиск і створив перший барометр?
5. Які великі наукові відкриття належать І. Ньютону?
6. Ким була створена Французька Академія наук?
7. Який вчений зробив першу парову машину?
8. Який вчений розрахував траєкторію комети Галілея?
9. Який вчений вважається основоположником наукової хімії?
10. Хто запровадив у науковий лексикон термін "біологія"?
11. Де розпочалася промислова революція?
12. Відкриття у якій галузі пов'язують з іменами Шарля Кулона та Алессандро Вольты ?

## РОЗДІЛ 2. НАУКА І ТЕХНІКА В ІНДУСТРІАЛЬНУ ТА ПОСТІНДУСТРІАЛЬНУ ДОБУ (XIX – ПОЧАТОК XXI ст.)

### Тема 5. Розвиток науки і техніки в умовах промислової революції XIX століття

#### 5.1 Наука на етапі промислової революції

#### 5.2 Застосування наукових досягнень на практиці

#### 5.1 Наука на етапі промислової революції

Велика французька революція, наполеонівські війни сприяли розкладанню феодальних відносин, і в XIX столітті в Європі та Америці бурхливо розвивається капіталістичне виробництво, що тісно пов'язане з промисловою революцією (промисловим переворотом). Термін "промислова революція" означає перехід від мануфактурного виробництва до промислового, основою якого стала велика машинна індустрія.

Промислове виробництво вимагає постійного вдосконалення техніки, впровадження нових технологічних методів. У зв'язку з цим з'являється необхідність вдосконалення природничо-наукових знань. Виробництво ставить перед наукою нові проблеми і при цьому постачає новий емпіричний матеріал. Природознавство перетворюється на елемент продуктивних сил. Раніше наука і техніка розвивалися як би паралельно, не завжди "перетинаючись" один з одним. Тепер вони починають бути нерозривно пов'язаними один з одним. Професійна інженерна діяльність оформляється за зразком наукового співтовариства, відбувається формування технічних наук, орієнтованих не на досягнення абстрактної істини, а на відшукання рішень на практичні завдання. Технічні науки багато у чому забезпечили в XX столітті науково-технічний прогрес, кардинально змінивши умови існування людства.

**Математика.** Сімеон-Дені Пуассон (1781 –1840 рр.) - французький учений, член Паризької АН (1812), почесний член Петербурзької АН (1826) (рис. 5.1).



Рис. 5.1 Сімеон-Дені Пуассон

Після закінчення в 1800 році Політехнічної школи в Парижі працював там же (з 1806 року професор). Із 1809 року професор Паризького університету. Праці Пуассона відносяться до теоретичної і небесної механіки, математики і математичної фізики. Він вперше записав рівняння аналітичної механіки в складових імпульсу. У гідромеханіці Пуассон узагальнив рівняння Нав'є-Стокса на випадок руху стисливої в'язкої рідини з урахуванням теплопередачі. Розв'язав ряд задач теорії пружності, ввів коефіцієнт Пуассона і узагальнив рівняння теорії пружності на анізотропні тіла. У області небесної механіки досліджував стійкість руху планет Сонячної системи, займався розв'язанням задач про збурення планетних орбіт і про рух Землі навколо її центру маси. У теорії потенціалу ввів рівняння Пуассона і застосував його до

розв'язку задач з гравітації й електростатики.

Пуассонові належать праці з інтегрального числення (інтеграл Пуассона), числення скінченних різниць (формула підсумовування Пуассона), теорії диференціальних рівнянь в частинних похідних, теорії ймовірностей, де він довів окремий випадок закону великих чисел і одну з граничних теорем (теорема Пуассона, розподіл Пуассона). Досліджував питання теплопровідності, магнетизму, капілярності, розповсюдження звукових хвиль і балістики. Був переконаним прихильником атомізму Лапласа.

Огюстен Луї Коші (1789 –1857 рр.) - французький математик, член Паризької академії наук (1816), Петербурзької академії наук (1831) (рис. 5.2).

Роботи Коші відносяться до різних областей математики. Були періоди, коли Коші щотижня представляв у Паризькій АН нову працю. Усього ж він написав і опублікував понад 800 робіт з арифметики і теорії чисел, алгебри, математичного аналізу, диференціальних рівнянь, теоретичної і небесної механіки, математичної фізики, тощо. Його "Курс аналізу" (1821), "Резюме лекцій числення нескінченно малих" (1823), "Лекції по додатках аналізу до геометрії" (1826-1828), засновані на систематичному використанні поняття границі, стали зразком для більшості наступних курсів. У них він дав означення поняття неперервності функції, чітко побудував теорії збіжних рядів, (зокрема, вперше установив точні умови збіжності рядів Тейлора до даної функції і провів виразну межу між збіжністю цього ряду взагалі і збіжністю до даної функції; ввів поняття радіуса збіжності, довів теорему про добуток двох абсолютно збіжних рядів, тощо), дав означення інтеграла як границі сум, довів існування інтегралів від неперервної функції.

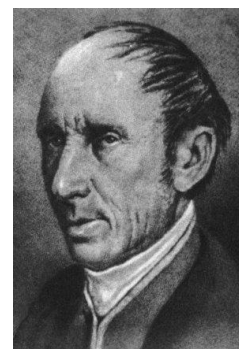


Рис. 5.2 Огюстен Луї Коші

Великою заслугою Коші є те, що він розвив основи теорії аналітичних функцій комплексної змінної закладені ще в XVIII столітті Л. Ейлером і Ж. д'Аламбером. Особливо велике значення мають такі результати, отримані Коші: геометричне представлення комплексної змінної як точки, яка переміщається в площині певним шляхом інтегрування (цю думку ще раніш висловили К. Гаус і ін.); вираження аналітичної функції у вигляді інтеграла (інтеграл Коші), та розклад функції в степеневий ряд; розробка теорії лишків і її застосування до різних питань аналізу. В теорії диференціальних рівнянь Коші належать: постановка однієї з найважливіших загальних задач теорії диференціальних рівнянь (задача Коші), основні теореми існування розв'язку для випадку дійсних і комплексних змінних (для останніх він розвинув метод мажорант) і метод інтегрування рівнянь з частинними похідними 1-го порядку (метод Коші - метод характеристичних смуг).

У геометрії Коші узагальнив теорію багатогранників, дав новий спосіб дослідження поверхні 2-го порядку, досліджував дотичні, напрямні і квадратуру кривих, установив правила застосування аналізу до геометрії, а також рівняння площини і параметричне представлення прямої в просторі.

В алгебрі він інакше довів основну теорему теорії симетричних многочленів, розвинув теорію визначників, знайшовши всі головні їхні властивості, зокрема теорему множення (причому Коші виходив з поняття знакозмінної функції). Цю теорему він поширив на матриці. Коші належать терміни "модуль" комплексного числа, "спряжені" комплексні числа та ін. Коші поширив теорему Штурма на комплексні корені. У теорії чисел Коші належать: доведення теореми Ферма про багатокутні числа, одне з доведень закону взаємності, а також дослідження з теорії цілих алгебраїчних чисел, у яких він отримав ряд результатів, пізніше в загальнішій формі встановлених німецьким математиком Г. Куммером. Він перший вивчив загальне невизначене тернарне кубічне рівняння і дав теорему про невизначені тернарні квадратні рівняння і порівняння з однаковим модулем і загальним розв'язанням. Коші належать також дослідження з тригонометрії, механіки, теорії пружності, оптики, астрономії. Коші був членом Лондонського королівського Товариства і майже всіх академії наук. Повне зібрання творів Коші видане Паризькою академією наук.

Жан Батист Жозеф Фур'є (1768 –1830 рр.) - французький математик і фізик, відомий тим, що започаткував використання рядів Фур'є для розв'язування задач математичної фізики. На честь Фур'є названі перетворення Фур'є та основне рівняння теплопровідності - закон Фур'є (рис. 5.3). Наукову роботу Фур'є характеризували працьовитість і методичність.



Рис. 5.3 Жан Батист Жозеф Фур'є

Жан Фур'є не був першовідкривачем ідеї заміни функції тригонометричним рядом. Тригонометричні ряди вперше ввів Леонард Ейлер в 1748 році. Формули для обчислення коефіцієнтів ряду були відомі Леонарду Ейлеру з 1777 р., Ейлер вивів їх шляхом почленного інтегрування, а опублікував у 1798 році. Ще раніше, до петербурзького математика, їх вказав Клеро (1757 рік). Але той і інший використовували їх спорадично, від випадку до випадку, а неухильно націлений Фур'є зробив їх вживання системою. Він першим дав приклади розкладу в тригонометричний ряд функцій, які на різних ділянках задані різними аналітичними виразами. "Великою математичною поемою" назвав працю Фур'є лорд Кельвін.

Іншим важливим внеском Фур'є в фізичну науку був аналіз розмірностей. Фур'є зазначив, що рівняння, яке описує фізичний закон, повинно мати однакову розмірність у правій та лівій частині, і цей факт можна використати для отримання якісних результатів. Фур'є вважається першовідкривачем парникового ефекту.

Нільс Генрік Абель (1802 –1829 рр.) - норвезький математик (рис.5.4). Довів нерозв'язність в радикалах загальних алгебраїчних рівнянь 5-го і вищих степенів (1824 р.). Знайшов функції, що не інтегруються за допомогою елементарних функцій; це привело Абеля до відкриття еліптичних і гіпереліптичних функцій. Дослідив інтегралі, названі на його честь абелевими. Інші важливі праці Абеля відносяться до теорії рядів. У Королівському парку в



Осло стоїть скульптура казкового юнака, над двома переможеними чудовиськами; по цоколю йде напис "ABEL". Що ж символізують чудовиська? Перше чудовисько символізує алгебраїчне рівняння 5-го ступеня. Ще в останніх класах школи Абелю здалося, що він знайшов формулу для їх розв'язку, подібну до існуючих для рівнянь до 4-го ступеня. Ніхто у провінційній Норвегії не зміг перевірити доведення. Але пізніше Абель сам знайшов в себе помилку, він уже знав, що корені неможливо виразити в радикалах. Тоді Абель не знав, що італійський математик П. Руффіні



Рис. 5.4 Нільс Генрік Абель

опублікував доведення цього твердження. На той час (1821 — 1824) Абель був студентом університету Осло (тоді Христіанії). Він був абсолютно позбавлений засобів існування, і спочатку стипендію йому виплачували професори з власних коштів. Потім він одержав державну стипендію, яка дозволила йому провести два роки за кордоном. У Норвегії були люди, котрі розуміли талановитість Абеля, але не було таких, хто міг би зрозуміти його роботи. В 1825 будучи в Німеччині Абель так і не наважився відвідати К. Гауса. У 1826 році у Франції Абель з інтересом збирає математичні новини, користується кожною можливістю побачити П. Лапласа чи А. Лежандра, С. Пуассона чи О. Коші, але серйозних наукових контактів з великими математиками встановити не вдалося. Поданий в академію "Мемуар про один дуже загальний клас трансцендентних функцій" не було розглянуто, рукопис Абеля було виявлено лише через сто років (у скульптурі цю роботу підкреслювало друге повалене чудовисько). В цій праці йшлося про розгляд певного класу функцій, які пізніше отримали назву еліптичних і зіграли принципову роль в розвитку математичного аналізу. Абель не знав, що 30 років тому в цих питаннях далеко просунувся Гаус, але нічого не опублікував. У 1827 р. Абель повертається на батьківщину, і там з'ясовується, що для нього немає роботи. Він отримав тимчасову роботу замість професора, що поїхав в тривалу експедицію до Сибіру. Борги стають його постійними супутниками, але працездатність Абеля не зменшується. Він продовжує розвивати теорію еліптичних функцій, наближується до розуміння того, які рівняння розв'язуються в радикалах. Несподівано з'являється суперник — Карл Густав Якоб Якобі, який був на два роки молодший Абеля. Якобі публікує чудові результати в галузі, яку Абель вважав своєю власністю. І Абель працює ще інтенсивніше і нарешті повідомляє: "Я нокаутував Якобі". Коли до робіт Абеля прийшло визнання, математики стали піклуватися про його долю. Французькі академіки-математики звертаються до шведського короля, що правив Норвегією, з проханням сприяти Абелю. Тим часом у Абеля швидко прогресує туберкульоз, і 6 квітня 1829 р. він помер.

Маріус Софус Лі (1842 –1899 рр.) - норвезький математик (рис.5.5). Лі створив значну частину теорії неперервної симетрії і використовував її у вивченні геометрії і диференціальних рівнянь. Отримав PhD в університеті Осло у 1872 р. році за роботу "Про класи геометричних перетворень", став почесним членом Лондонського математичного товариства у 1878 і членом Лондонського

королівського товариства (1895 р.).



Рис. 5.5 Маріус  
Софус Лі



Рис. 5.6 Янош  
Больяй



Рис. 5.7 Бернад  
Больцано

Янош Больяй (15.12.1802 – 27.01.1860) - угорський математик (рис. 5.6). Больяй є творцем неевклідової геометрії, основні положення якої він розробив незалежно від М. І. Лобачевського і опублікував в 1832 році. У 1837 р. подав на конкурс у Ляйпцигу працю, в якій дав узагальнення поняття комплексного числа, випередивши побудову Вільяма Гамільтона. Праці Больяй не здобули визнання за його життя. Больяй помер у тяжкому психічному стані.

Бернард Больцано (5.10.1781 – 18.12.1848) — чеський математик і філософ (рис. 5.7). 1805—1820 займав кафедру історії релігії в Празькому університеті. За виступ проти милітаризму був відсторонений австрійським урядом від кафедри і позбавлений права усних і письмових публічних виступів. Багата рукописна спадщина Больцано була вивчена лише після розпаду Австрійської імперії. Праця Больцано "Вчення про функції", написана в 1830 р., опублікована лише через 100 років. В цій праці Больцано розвинув ряд важливих понять математичного аналізу і довів ряд теорем (зокрема, критерій збіжності), відкритих пізніше іншими вченими. В філософії Больцано стояв на позиціях об'єктивного ідеалізму.

Йоганн Карл Фрідріх Гаус (1777 –1855 рр.) - німецький математик, астроном, геодезист та фізик (рис. 5.8). Характерними рисами досліджень Гауса є надзвичайна їх різнобічність і органічний зв'язок



Рис. 5.8 Йоганн Карл  
Фрідріх Гаус

у них між теоретичною і прикладною математикою. Праці Гауса мали великий вплив на весь подальший розвиток вищої алгебри, теорії чисел, диференціальної геометрії, класичної теорії електрики і магнетизму, геодезії, теоретичної астрономії. У багатьох галузях математики Гаус активно сприяв підвищенню вимог до логічної чіткості доведень. "Арифметичні дослідження" — перший великий твір Гауса, присвячений окремим питанням теорії чисел і вищої алгебри. Постановка і розробка цих питань Гаусом визначили подальший

розвиток цих дисциплін., як, наприклад, найважливіша проблема геометрії - проблема V постулату Евкліда - привертали його особливу увагу. У своїх

міркуваннях він ішов шляхами, схожими на ті, які проробив Лобачевський, але він не опублікував жодної сторінки.

Гаус ознайомився з результатами досліджень Лобачевського за невеликою брошурою "Геометричні дослідження з теорії паралельних ліній", написаною німецькою мовою і виданою у 1840 р. Він зацікавився цією працею і в свої 62 роки вирішив вивчити російську мову, щоб мати можливість читати твори Лобачевського в оригіналі. У листах до своїх друзів Гаус з великою похвалою говорив про досягнення Лобачевського. Він писав, що праця Лобачевського містить основи тієї геометрії, яка могла б бути і була б цілком послідовною, якби геометрія Евкліда не була правильною. Він писав також, що вже 54 роки (з 1792 р.) має такі самі переконання.

Самому Лобачевському Гаус власноручно написав листа, в якому повідомив російського вченого, що його обрали членом-кореспондентом Геттінгенського математичного вченого товариства. Гаус високо оцінював російську культуру і шанував талановитий російський народ. У Росії освічені кола, в свою чергу, високо цінували Гауса як вченого. Петербурзька академія наук першою в світі обрала Гауса своїм членом-кореспондентом.

Карл Густав Якоб Якобі (1804 –1851 рр.) — німецький математик, який зробив значний внесок до комплексного аналізу, лінійної алгебри, динаміки і інших розділів математики і механіки (рис. 5.9)

З 1826 по 1844 рр. - професор математики у Кенігсберзькому університеті, потім професор Берлінського університету. Свою першу роботу - "Нові основи теорії еліптичних функцій" Якобі опублікував у 1829 році. Теорію еліптичних функцій Якобі будував на основі чотирьох так званих тета-функцій, що визначаються нескінченними рядами. Вирішуючи задачу про обернення гіпереліптичних інтегралів, знайшов, що таке обернення можливе, якщо використовувати функції більш ніж однієї змінної. Так народилася теорія абелевих функцій від  $p$  змінних, яка стала важливою областю математики 19 століття. Відома робота Якобі про функціональні визначники "Про побудову та властивості визначників" 1841 р.. Ім'я вченого носить відомий функціональний визначник — яacobіан. Низка робіт Якобі присвячена теорії диференціальних рівнянь в часткових похідних та їхнє застосування до розв'язання деяких задач динаміки.

Однією з таких робіт є "Лекції з динаміки", опубліковані в 1866 році по записках 1842-1843 років. Цікавий розділ в них становить визначення геодезичних ліній на еліпсоїді — завдання призводить до знаходження співвідношення між двома абелевими інтегралами. У виданих посмертно "Лекціях з динаміки" і в спеціальних мемуарах Якобі дав удосконалення методу Гамільтона інтегрування диференціальних рівнянь динаміки, тому даний метод називається тепер методом Гамільтона - Якобі. Тут розглянутий виключно широкий круг проблем



**Рис. 5.9** Карл Густав Якоб Якобі

теоретичної механіки, небесної механіки і геометрії, зокрема геодезичні лінії на еліпсоїді, обертання твердого тіла, обертання симетричного гіроскопа, рух у присутності двох нерухомих центрів тяжіння і ін. Ім'я Якобі носить клас ортогональних багаточленів, що узагальнюють багаточлени Лежандра. Загальноприйняте позначення частинної похідної круглим "∂", що зрідка застосовувалося Лежандром, ввів в загальний вжиток Якобі. Помер Якобі в Берліні 18 лютого 1851 року.

Йоганн Петер Густав Лежен-Діріхле (1805 –1859 рр.) - німецький математик, відомий значним внеском до математичного аналізу, теорію функцій комплексної змінної та теорію чисел (рис.5.10). Відомий у зв'язку з:



**Рис. 5.10** Йоганн Петер Густав Лежен-Діріхле

Діріхле, Принцип Діріхле, Розподіл Діріхле, Ознака Діріхле збіжності ряду, Теорема Діріхле про ряди, Теорема Діріхле про діофантові наближення, Граничні умови Діріхле. Діріхле народився в вестфальському місті Дюрени у родині поштмейстера. Його предки були виходцями з бельгійського міста Рішле, що обумовило незвичне для німецької мови прізвище. Ім'я Лежьон має аналогічне походження — діда називали "молодою людиною з Рішле". У 12 років Діріхле почав навчатись у гімназії в Бонні, а через 2 роки — в езуїтській гімназії в Кьольні, де одним з його викладачів був Георг Ом. З 1822 по 1827 рік він був домашнім вчителем в Парижі, де спілкувався з Фур'є. 1825 року Діріхле разом з Лежандром довів теорему Ферма для випадку  $n=5$ . 1827 року він на запрошення Александра фон Гумбольдта обійняв посаду приват-доцента університета Бреслау (Вроцлав). 1829 року він переїздить до Берліна, де працював упродовж 26 років, спочатку як доцент, потім, з 1831 року, як екстраординарний, а з 1839 року як ординарний професор Берлінського університету. 1831 року Діріхле одружився з Ребекою Мендельсон-Бартольдї, сестрою відомого композитора Фелікса Мендельсона. 1855 року Діріхле успадковує від Гауса посаду професора вищої математики в Геттінгенському університеті. Серед його здобутків — доведення збіжності рядів Фур'є.

**Фізика та електротехніка.** У 1820 році датський фізик Ганс Хрістіан Ерстед встановив зв'язок між електрикою і магнетизмом, що заклало основи формування сучасної електротехніки (рис.5.11). У цьому ж році французький фізик Андре Марі Ампер сформулював правило визначення напрямку дії електричного струму на магнітне поле. Він уперше об'єднав електрику і магнетизм і сформулював закони взаємодії електричних і магнітних полів/

У 1827 році німецький вчений Георг Симон Ом відкрив свій закон (закон Ома) – один з фундаментальних законів електрики, що встановлює залежність між силою струму і напругою (рис. 5.12). У 1831 році англійський фізик Майкл Фарадей відкрив явище електромагнітної індукції а також закони електролізу, що призводить до формування нової галузі промисловості – електротехніки.

У 1847 році німецький фізик Густав Роберт Кірхгоф сформулював закони для струмів напруги в електричних ланцюгах.

Д. Максвелл, розвиваючи у 1860–1870 рр. ідеї Фарадея, створив теорію електромагнітного поля, передбачив існування електромагнітних хвиль, розробив електромагнітну теорію світла і встановив статистичний розподіл, названий його ім'ям (рис. 5.13).

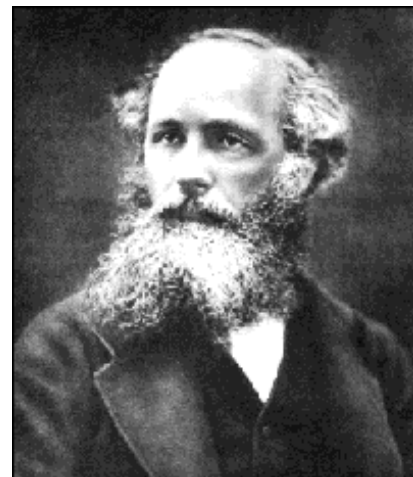


Рис. 5.11 Ганс Хрiстiан Ерстед    Рис. 5.12 Георг Симон Ом    Рис. 5.13 Дж. Максвелл

У першій половині XIX ст. найбільше поширення в якості джерел постійного струму отримали гальванічні елементи різних систем і електричні акумулятори, в яких хімічна енергія перетворювалася на електричну. Спочатку їхнє практичне використання обмежувалося телеграфним зв'язком, гальванопластикою і електродетонаторами для підривних робіт. Тому такі джерела струму скоро перестали задовольняти безперервно зростаюче виробництво. Паралельно з удосконаленням джерел струму йшла розробка конструкцій електродвигунів – машин для перетворення електричної енергії в механічну. У 1882 р. з'явився перший у світі електричний транспортний засіб – "електромобіль" ("прабатько тролейбуса"), що отримував живлення від контактної мережі. Він був представлений громадськості 29 квітня 1882 винахідником доктором Вернером фон Сіменсом у передмісті Берліна – Халензії.

Відкриття Фарадея підказало новий спосіб отримання електричного струму за допомогою магнітоелектричного генератора. На цих проблемах і зосередилися зусилля учених і винахідників у галузі електротехніки. Розробки теоретичних передумов вміть дали поштовх для створення перших електродвигунів і генераторів електричного струму.

У 1824 році англійський фізик і математик Пітер Барлоу за допомогою приладу наочно продемонстрував можливість перетворення електричної енергії в механічну. Колесо Барлоу являло собою два горизонтально розташованих П-образних постійних магніти, під якими на одній осі розміщено два мідні зубчасті колеса. Коли через колеса проходив струм, вони починали обертатися в одному напрямі.

**Нікола Тесла** (10.07.1856 – 7.01.1943, Нью-Йорк, США) - сербський та американський винахідник і фізик (рис.5.14). Походив з сербської сім'ї, згодом

став громадянином США. Тесла найбільш відомий своїми винаходами у галузі електрики, магнетизму та електротехніки. Зокрема йому належать винаходи змінного струму, поліфазової системи та електродвигуна зі змінним струмом. Був ключовою фігурою при побудові першої гідроелектростанції на Ніагарському водоспаді. Одиниця вимірювання магнітної індукції в системі СІ названа на честь дослідника.

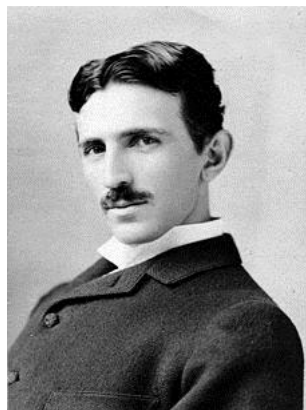


Рис. 5.14 Нікола Тесла

З 1889 Тесла приступив до досліджень струмів високої частоти і високої напруги. Винайшов перші зразки електромеханічних генераторів ВЧ (у тому числі індукторного типу) і високочастотний трансформатор (трансформатор Тесли, 1891), створивши тим самим передумови для розвитку нової галузі електротехніки - техніки ВЧ.

В ході досліджень струмів високої частоти Тесла приділяв увагу і питанням безпеки. Експериментуючи на своєму тілі, він вивчав вплив змінних струмів різної частоти і сили на людський організм. Багато правил, вперше розроблені Теслою, увійшли в сучасні основи техніки безпеки при роботі з ВЧ-струмами. Він виявив, що при частоті струму понад 700 Гц електричний струм протікає по поверхні тіла, не завдаючи шкоди тканинам організму. Електротехнічні апарати, розроблені Теслою для медичних досліджень, набули широкого поширення у світі. Експерименти з високочастотними струмами великої напруги привели винахідника до відкриття способу очищення забруднених поверхонь. Аналогічний вплив струмів на шкіру показав, що таким чином можливо видаляти дрібний висип, очищати пори і вбивати мікроби. Цей метод використовується в сучасній електротерапії.

У 1888 р. Тесла дав строгий науковий опис суті явища обертового магнітного поля. У тому ж році Тесла отримав свої основні патенти на винахід багатофазних електричних машин (в тому числі асинхронного електродвигуна) та системи передачі електроенергії за допомогою багатофазного змінного струму. З використанням двофазної системи, яку він вважав найбільш економічною, в США був пущений ряд промислових електроустановок, у тому числі Ніагарська ГЕС (1895), найбільша в ті роки.

Тесла одним з перших запатентував спосіб надійного отримання струмів, які можуть бути використані в радіозв'язку. Патент US Patent 447920 (Англ.), виданий у США 10 березня 1891 року, описував "Метод управління дуговими лампами" ("Method of Operating Arc-Lamps"), в якому генератор змінного струму виробляв високочастотні (за мірками того часу) коливання струму близько 10 МГц. Запатентованою інновацією став метод придушення звуку, виробленого дуговою лампою під впливом змінного або пульсуючого струму, для чого Тесла придумав використовувати частоти, що знаходяться за рамками сприйняття людського слуху. За сучасною класифікацією, генератор змінного струму працював в інтервалі дуже низьких радіочастот.

У 1891 на публічній лекції Тесла описав і продемонстрував принципи

радіозв'язку. У 1893 році впритул зайнявся питаннями бездротового зв'язку і винайшов щоглову антену.

Вважається, що він винайшов радіо раніше за Гульєльмо Марконі та Олександра Попова (1891–1893), одержав трифазний електричний струм раніше за Доливо-Добровольського (1888) та першим описав ефект Кірліана.

У 1893 р. Тесла запатентував радіопередавач. Його пріоритет перед Гульєльмо Марконі визнаний судом у 1943 році.

В 1898 році на Всесвітній виставці в Нью-Йорку у Медісон-сквер-гарден, Нікола Тесла представив електричну модель човна з дистанційним радіокеруванням.

Котушки Тесла досі, іноді, використовуються саме для отримання довгих іскрових розрядів, що нагадують блискавку. У 1998 році інженер зі Стенфорда Грег Лей продемонстрував публіці ефект "блискавки за замовленням", стоячи в металевій клітці під гігантським контуром Тесла й керуючи блискавками за допомогою металевої "чарівної палички". Нещодавно він розгорнув кампанію по збору коштів на будівництво ще двох "веж Тесла" на південному заході США. Проект обійдеться в 6 мільйонів доларів. Однак приборкувач блискавок сподівався повернути витрати, продавши установку Федеральному управлінню авіації. За допомогою неї авіатори зможуть вивчати, що відбувається з літаками, які потрапили в грозу.

В одному з наукових журналів, Тесла розповідав про досліди з механічним осцилятором, налаштувавши який на резонансну частоту будь-якого предмета, його (предмет) можна зруйнувати. У статті, Тесла говорив, що він під'єднав прилад до однієї з балок будинку, і через деякий час будинок став трястися: почався невеликий землетрус. Тесла взяв молоток і розбив винахід. Пожежним і поліцейським, що прибули, Тесла сказав, що це був природний землетрус, а своїм помічникам він звелів мовчати про цей випадок.

З осені 1886 р. і до весни молодий винахідник змушений був перебиватися на підсобних роботах. Він займався риттям канав, "спав, де доведеться, і їв, що знайде". У цей період він подружився з перебуваючим в подібному ж становищі інженером Брауном, який зміг умовити кількох своїх знайомих надати невелику фінансову підтримку Теслі. У квітні 1887 р. створена на ці гроші "Тесла арклайт компані" почала займатися облаштуванням вуличного освітлення новими дуговими лампами. Незабаром перспективність компанії була доведена великими замовленнями з багатьох міст США. Для самого винахідника компанія була лише засобом до досягнення заповітної мети.

Під офіс своєї компанії в Нью-Йорку Тесла зняв будинок на П'ятій авеню (англ. Fifth Avenue) неподалік від будівлі, займаного компанією Едісона. Між двома компаніями розв'язалася гостра конкурентна боротьба, відома в Америці під назвою "Війна струмів" (War of Currents).

У липні 1888 р., відомий американський промисловець Джордж Вестінгауз викупив у Тесли понад 40 патентів, заплативши в середньому по 25 тисяч доларів за кожен. Вестінгауз також запросив винахідника в ролі консультанта на заводах в Пітсбурзі, де розроблялися промислові зразки машин змінного струму. Робота

не приносила задоволення винахіднику, заважаючи появі нових ідей. Незважаючи на вмовляння Вестінгауза, через рік Тесла повернувся в свою лабораторію у Нью-Йорку.

В 1888—1895 роках Тесла займався дослідженнями магнітних полів і високих частот у своїй лабораторії. Ці роки були найпліднішими: він отримав безліч патентів. Керівництво Американського інституту електроінженерії (American Institute of Electrical Engineers) запросило Теслу прочитати лекцію про свої роботи. 20 травня 1892 він виступив перед аудиторією, що включала видатних електротехніків того часу, і мав великий успіх.

13 березня 1895 року в лабораторії на Пятій авеню сталася пожежа. Будівля згоріла вщент, знищивши найостанніші досягнення винахідника — механічний осцилятор, новий метод електричного освітлення, новий метод бездротової передачі повідомлень на далекі відстані і метод дослідження природи електрики. Сам Тесла заявив, що по пам'яті може відновити всі свої відкриття. Фінансову допомогу винахіднику зробила "Компанія Ніагарський водоспад". Завдяки Едварду Адамсу у Тесли з'явилося 100 000 доларів на облаштування нової лабораторії. Вже восени дослідження відновилися за новою адресою: Хаустон-стріт, 46. Наприкінці 1896 року, Тесла домігся передачі сигналу на відстань 30 миль (48 км).

У травні 1899 р. на запрошення місцевої електричної компанії Тесла переїхав в курортне містечко Колорадо Спрінгс у штаті Колорадо. Містечко розташоване на великому плато на висоті 2000 м. Сильні грози були нерідкі в цих місцях.

У Колорадо Спрінгс Тесла організував невелику лабораторію. Спонсором цього разу був власник готелю "Уолдорф-Асторія", який виділив на дослідження 30 000 доларів. Для вивчення гроз Тесла сконструював спеціальний пристрій, що був трансформатором, один кінець первинної обмотки якого був заземлений, а другий з'єднувався з металеву кулею, яка висувається вгору стрижнем. До вторинної обмотки підключався чутливий пристрій, поєднаний з записуючим приладом. Цей пристрій дозволив Ніколі Теслі вивчати зміни потенціалу Землі, в тому числі і ефект стоячих електромагнітних хвиль, викликаний грозовими розрядами в земній атмосфері (через п'ять з гаком десятиліть цей ефект був детально досліджений і пізніше став відомий як "Резонанс Шумана"). Спостереження навели винахідника на думку про можливість передачі електроенергії без дротів на великі відстані.

Наступний експеримент Тесла направив на дослідження можливості самостійного створення стоячої електромагнітної хвилі. Крім безлічі індукційних котушок та іншого устаткування він спроектував "підсилюючий передавач". На величезну підставку трансформатора були намотані витки первинної обмотки. Вторинна обмотка поєднувалася з 60-метровою щоглою і закінчувалася мідною кулею метрового діаметра. При пропусненні через первинну котушку змінного струму у кілька тисяч вольт у вторинній котушці виникав струм з напругою в кілька мільйонів вольт і частотою до 150 тисяч герц.

При проведенні експерименту були зафіксовані грозоподібні розряди, які



виходять від металевої кулі. Довжина деяких розрядів сягала майже 4,5 метрів, а грім було чути на відстані до 24 км. Перший запуск експерименту перервався через згорілий генератор на електростанції в Колорадо Спрінгс, який був джерелом струму для первинної обмотки "підсилюючого передавача". Тесла змушений був припинити експерименти і самостійно займатися ремонтом генератора. Через тиждень експеримент був продовжений.

На підставі експерименту Тесла зробив висновок про те, що пристрій дозволив йому генерувати стоячі хвилі, які сферично поширювалися від передавача, а потім із зростаючою інтенсивністю сходилися в діаметрально протилежній точці земної кулі, десь близько островів Амстердам і Св. Павла в Індійському океані.

Свої нотатки і спостереження від дослідів в лабораторії в Колорадо Спрінгс Нікола Тесла заносив до щоденника, який пізніше був опублікований під назвою "Colorado Springs Notes, 1899–1900 pp."

Кінець XIX – початок XX ст. був повний відкриттів пов'язаних з електрикою. Одне відкриття породжувало цілий ланцюг відкриттів впродовж декількох десятиліть. Електрика з предмета дослідження почала перетворюватися на предмет споживання. Почалося його широке впровадження в різні області виробництва. Були винайдені і створені електричні двигуни, генератори, телефон, телеграф, радіо.



**Рис.5.15**      **Вольтов**  
**стовп**

На рубежі XVIII-XX ст. італійський фізик Вольта створив гальванічну батарею; такого роду батареї довгий час були єдиним джерелом електричного струму і необхідним елементом всіх дослідів (рис. 5.15). У 1820 р. датський фізик Г. Ерстед виявив, що електричний струм впливає на магнітну стрілку, потім француз А. Ампер встановив, що навколо провідника з'являється магнітне поле і між двома провідниками виникають сили тяжіння або відштовхування. У 1831 р. Майкл Фарадей відкрив явище електромагнітної індукції. Це явище полягає в тому, що якщо замкнутий провідник при своєму переміщенні перетинає магнітні силові лінії, то в ньому виникає електричний струм. У 1833 р. працював в Росії німецький вчений Емілія Ленц, що створив загальну теорію електромагнітної індукції. У 1841 р. Джоуль досліджував ефект виділення теплоти при проходженні електричного струму. У 1865 р. видатний англійський вчений Джеймс Максвелл створив теорію електромагнітного поля.

Теорія електромагнетизму стала першою областю, де наукові розробки стали безпосередньо впроваджуватися в техніку. У 1832 р. російський підданий барон П. В. Шилінг продемонстрував перший зразок електричного телеграфу. У приладі Шилінга імпульси електричного струму викликали відхилення стрілки, що відповідали певній літері (рис. 5.16).

У 1837 р. американець Морзе створив вдосконалений телеграф, в якому передані повідомлення відзначалися на паперовій стрічці за допомогою спеціальної абетки. Однак треба було шість років перш ніж американський уряд оцінив цей винахід і виділив гроші на будівництво першої телеграфної лінії між Вашингтоном і Балтімором. Після цього телеграф став стрімко розвиватися, в 1850 р. телеграфний кабель з'єднав Лондон і Париж, а в 1858 р. був прокладений кабель через Атлантичний океан.

**Хімія.** В кінці XVIII ст. народилася нова наука, хімія. Перші алхіміки вважали, що всі речовини складаються з чотирьох елементів: вогню, повітря, води і землі. У 1789 р. Антуан Лоран Лавуазьє

експериментально довів закон збереження речовини. Потім Джон Дальтон запропонував атомістичну теорію будови речовини; він стверджував, що атоми різних речовин мають різну вагу і що хімічні сполуки утворюються поєднанням атомів в певних чисельних співвідношеннях. У 1809 р. був відкритий закон кратних обсягів при хімічній взаємодії газів. Це явище було пояснене Дальтоном і Люссаком як свідчення того, що в рівних обсягах газу міститься однакова кількість молекул. Пізніше Авогадро висунув гіпотезу, що в певному обсязі (скажімо, кубометрі) будь-якого газу міститься однакова кількість молекул; ця гіпотеза була експериментально підтверджена в 40-х рр. французьким хіміком Ш. Жераром. У 1852 р. англійський хімік Е. Френкленд ввів поняття валентності, тобто числового виразу властивостей атомів різних елементів вступати в хімічні з'єднання один з одним. У 1869 р. Д. І. Менделєєв створив періодичну систему елементів.

Хімічна промисловість в першій половині XIX ст. виробляла в основному сірчану кислоту, соду і хлор. У 1785 р. Клод Луї Бертолле запропонував вибілювати тканини хлорним вапном. У 1842 р. російський хімік Микола Зінін синтезував перший штучний барвник, анілін. У 50-х рр. німецький хімік А. Гофман і його учень У. Перкін отримали два інших анілінових барвника, розанелін і мовеїн. В результаті цих робіт стало можливим створення анілінофарбної промисловості, що отримала швидкий розвиток в Німеччині. Іншою важливою галуззю хімічної промисловості було виробництво вибухових речовин. У 1845 р швейцарець Шценбейн винайшов піроксилін, а італієць Сабреро - нітрогліцерин. У 1862 р. швед Альфред Нобель налагодив промислове виробництво нітрогліцерину, а потім перейшов до виробництва динаміту.

У 1840-х рр. німецький хімік ЮстусЛібих обґрунтував принципи застосування мінеральних добрив в сільському господарстві. З цього часу починається виробництво суперфосфатних і калієвих добрив, а Німеччина стає центром європейської хімічної промисловості.

**Астрономія.** XIX ст. було століттям становлення та стрімкого розвитку ще однієї галузі науки — астрофізики. Астрофізика — це розділ астрономії, який

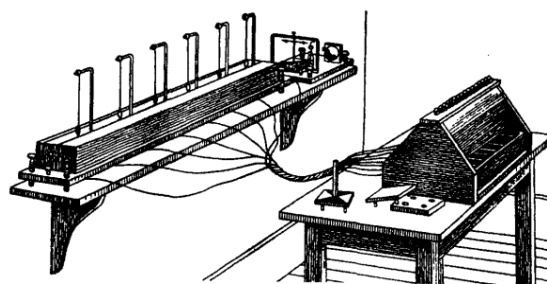
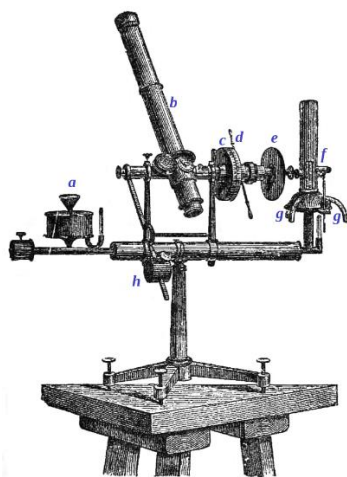


Рис. 5.16 - Електромагнітний телеграф Шилінга

вивчає властивості небесних тіл. Цей термін з'явився в середині 60-х років 19-го століття. Біля її витоків стояв німецький професор Лейпцизького університету астроном Іоганн Фрідріх Карл Целльнер. Головні методи дослідження, що



**Рис. 5.17** Іоганн Фрідріх Карл Целльнер



**Рис. 5.18** Фотометр Целльнер

використовуються в астрофізиці - це фотометрія, фотографія і спектральний аналіз.

Одним з винахідників спектрального аналізу є Кірхгоф. Він проводив перші дослідження спектру Сонця. В результаті цих досліджень у 1859 р. йому вдалося одержати малюнок сонячного спектру і більш точно визначити хімічний

склад Сонця.

Фрідріх Вільгельм Бессель (1784—1846 рр.). Німецький астроном та геодезист, народився в м. Міндені (рис. 5.19). В юнацькі роки був астрономом-аматором (у 1804 р. самостійно обчислив орбіту комети Галлея). З 1806 р. працював асистентом в одній приватній обсерваторії, а через чотири роки був запрошений до Кенігсберга для організації нової астрономічної обсерваторії, директором якої він був до останніх років свого життя.

Бессель є одним із фундаторів астрометрії. Він розробив теорію похибок інструмента і послідовно впровадив у життя ідею про необхідність вносити відповідні поправки в результати спостережень.

Бесселя вважають одним з найвидатніших астрономів-спостерігачів. Впродовж 1821—1833 рр. на встановленому ним меридіанному колі він провів спостереження понад 75000 зірок. Спостерігаючи протягом багатьох років яскраві зірки Сіріус і Проціон. У 1844 р. Бессель встановив, що рух цих зір у просторі відбувається не вздовж прямої, а вздовж хвилястої лінії. У зв'язку з цим він висловив припущення, що кожна з цих зірок має невидимий супутник, тобто насправді є системою з двох тіл, що обертаються навколо спільного центра мас. Таке припущення було підтверджено у 1862 р. відкриттям супутника Сіріуса, а в 1896 р. - супутника Проціона.



**Рис. 5.19** Фрідріх Вільгельм Бессель

Йозеф Фраунгофер (1787 – 1826 рр.). Німецький фізик та оптик, народився в містечку поблизу Мюнхена (рис. 5.20). З 1806 р. Фраунгофер перебував на службі в одній з оптичних майстерень у Баварії. 1817 р. разом з компаньйоном

він організував у Мюнхені оптико-механічну фірму (з 1818 р. - її директор), а з 1823 р. він був ще й професором Мюнхенського університету.

Й.Фраунгофер увів істотне вдосконалення в технологію виготовлення великих ахроматичних об'єктивів, винайшов окулярний мікрометр. Його фірма постачала першокласними інструментами найбільші обсерваторії Європи. Телескопи Фраунгофера мали зручне паралактичне (воно ж екваторіальне) монтування і були оснащені точними годинниковими механізмами та окулярними мікрометрами (рис. 5.21) Зазначимо, що успіхи астрономів у визначенні перших зоряних паралаксів були досягнуті завдяки рефракторам Фраунгофера.



Рис. 5.20 Йозеф Фраунгофер

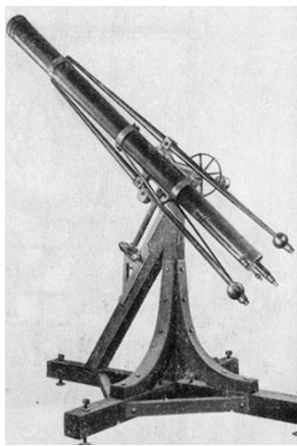


Рис. 5.21 Телескоп Фраунгофер

Його часто називають батьком астрофізики за його піонерську роботу з астроспектроскопії. У 1814 р. він уперше виявив численні лінії поглинання в сонячному спектрі, названі згодом його ім'ям. Він же першим поділив зірки на три спектральні групи. Проведене ним дослідження розподілу енергії в спектрі стало основою для

визначення температури зорі. Фраунгофер ввів у практику астрономічних спостережень об'єктивну призму, що дозволило спостерігати сотні спектрів зірок водночас. У 1821 р. вперше застосував дифракційну ґратку для вивчення спектрів.

Василь Якович Струве (1793 -1864 рр.). Російський астроном та геодезист, народився в Німеччині (рис. 5.22). У 1810 р. закінчив Дерптський університет за фахом "філологія". Почав займатися астрономією з 1811 р. і вже через два роки став екстраординарним професором у своєму університеті та астрономом-спостерігачем його обсерваторії (у 1818 - 1839 рр. її директор).

У 1833 р. Струве ввійшов до складу комісії з організації і будівництва Пулковської обсерваторії, а в 1839 р. був призначений її директором і обіймав цю посаду до 1862 р. Під його керівництвом ця обсерваторія завоювала славу "астрономічної столиці світу".

Струве виконував фундаментальні роботи з виявлення подвійних і кратних зірок та визначення їх точних положень. Його внесок у цю галузь астрономії оцінюють дуже високо. Внаслідок спостереження 120 000 зірок він опублікував каталог, куди було внесено 3110 подвійних і кратних зірок, з яких 2343 - були відкриті самим Струве. 1837 р. було видано його твір, у якому наводились результати близько 11 400 вимірів зірок, зроблених Струве впродовж 12 років (2 714 пар) на дерптському рефракторі. Обидва каталоги були відзначені медалями Лондонського королівського астрономічного товариства. У 1837 р. на підставі власних мікрометричних вимірів Струве знайшов паралакс зорі альфа Ліри

(опублікував цей результат у 1839 р). Це було перше успішне визначення паралакса зорі в історії науки.

Велике значення для розвитку зоряної астрономії мав його твір "Етюди зоряної астрономії", в якому було обґрунтовано припущення про існування поглинання світла в міжзоряному просторі, а також засвідчувався факт збільшення числа зірок в одиниці об'єму простору при наближенні до площини Молочного Шляху.

В.Я. Струве заснував Пулковську школу астрометрії й надовго визначив стиль наукових праць в обсерваторії, що відзначаються високою точністю й надійністю.

Його вплив на розвиток астрономії в Росії, ймовірно, є неперевершеним. Учні Струве стали відомими астрономами й директорами низки обсерваторій, зокрема і в Україні.

**Автоматика.** Вважають, що автоматика є порівняно молодим напрямком розвитку науки й техніки. Однак відомо, що ідеї автоматики і нескладні автоматичні пристрої використовувалися ще в стародавні часи в Єгипті, Греції та інших країнах. Так, жерці Єгипту користувалися різними автоматичними пристроями при спорудженні пірамід і храмів.

Із середніх віків є відомості про "залізну людину" феодала Альберта Великого, яка виконувала функції швейцара — відчиняла і зачиняла двері приймальної зали.

Проте автоматичні пристрої того часу ще суттєво не впливали на загальний розвиток людства і його продуктивних сил.

Першим автоматом, який мав помітний вплив на цивілізацію, був годинник. Для підвищення точності ходу годинників було розроблено відповідні "регулятори": поплавковий - для водяних годинників і маятниковий (1675 р. , юлландський фізик і математик Х. Гюйгенс) - для механічних.

Інтенсивний розвиток автоматики почався в XVIII — XIX ст. у зв'язку з промисловим переворотом в Європі, пов'язаним з використанням енергії пари.

Першим промисловим "регулятором" того часу був поплавковий "регулятор", розроблений І. І. Ползуновим для "вогнедіючої машини" (парового котла), - яку він побудував у 1765 р. у м. Барнаулі (рис. 5.23).

На (рис. 5.24) показано принципову спрощену схему машини Ползунова з поплавковим регулятором рівня води у паровому котлі. При підвищенні витрат пари рівень води Н знижувався, поплавок П опускався і діяв на замикач З, збільшуючи надходження води в котел. При зменшенні витрат пари надходження води в котел зменшувалось. Це давало змогу різко зменшити коливання рівня води в котлі та рівня тиску пари.



Рис. 5.22 Василь Якович Струве

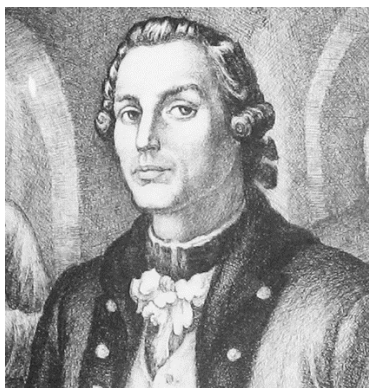


Рис. 5.23 Ползунов І.І.

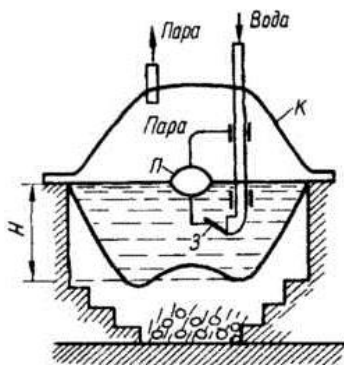


Рис. 5.24 Поплавковий регулятор рівня води у паровому котлі

На принципі зміни керованих технологічних параметрів залежно від їх відхилення відносно заданого значення в 1784 р. англійський механік Дж. Уатт побудував відцентровий "регулятор" швидкості парової машини.

Принцип керування за відхиленням величини від заданого значення, відомий

як принцип Ползунова—Уатта, дістав поширення в сучасній техніці.

У 1830 р. Шиллінг у розробленому ним телеграфі запропонував перше електромагнітне реле, яке дістало практичне застосування в різних сферах промисловості.

У 1854 р. російський військовий інженер К. І. Константинов (рис. 5.25). створив перший електромагнітний регулятор швидкості переміщення гарматних башт військово-морських суден, який мав велике значення для підвищення влучності й швидкодії морської артилерії (рис. 5.26). Колесо-шків КШ,



Рис. 5.25 Константинов К.І.

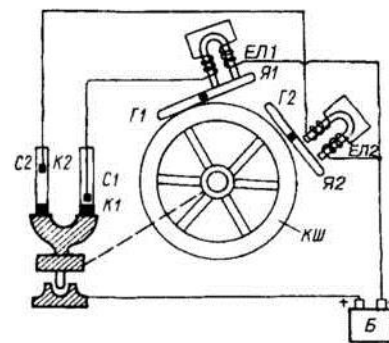


Рис. 5.26 Поплавковий регулятор рівня води у паровому котлі

сполучене з гарматною баштою, при її обертанні приводило в дію систему з'єднаних посудин С1 і С2, заповнених ртуттю. При збільшенні швидкості обертання гарматної башти під дією відцентрової сили ртуть замикала контакт К1, що викликало виникнення електричного кола; батарея Б, контакт К1, обмотка електромагніту ЕЛ1, мінус батареї.

При цьому якір Я1, зв'язаний з гальмом Г1, повертався, що приводило до виникнення гальмівного зусилля на колесі КШ. З підвищенням швидкості замикався контакт К2 і під дією гальма Г2 виникало додатне гальмівне зусилля.

У 1856 — 1871 рр. В. М. Чиколев розробив регулятори для дугових ламп (рис. 5.27), у 1887 р. О. Г. Столетов створив фотоелемент (рис. 5.28), а в 1871 р. математик П. Л. Чебишев у своїй праці про відцентровий регулятор почав теоретичні дослідження автоматичних регуляторів (рис. 5.29). Одним із фундаторів теорії автоматичного керування вважається професор Петербурзького практичного технологічного інституту І. О. Вишнеградський, який опублікував у 1876 і 1878 рр. свої класичні праці "Про загальну теорію



регуляторів" та "Регулятори прямої дії". В них регулятор і робоча машина розглядались як єдина динамічна система.



Рис. 5.27 В. М. Чиколєв

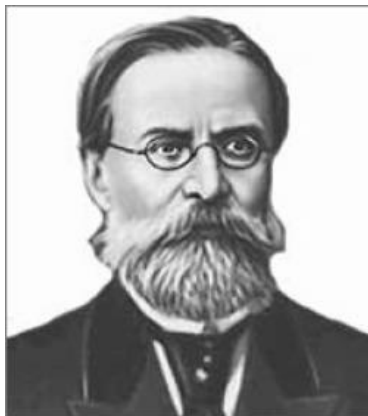


Рис. 5.28 О. Г. Столетов



Рис. 5.29 П. Л. Чебишев

Розробки П. Л. Чебишева дістали подальший розвиток у працях словацького вченого А. Стодола (рис. 5.30.) та австрійського математика А. Гурвіца (рис. 5.31). Приблизно в той час в Англії питанням автоматичного керування приділяли увагу англійські вчені Дж. Максвелл, Е. Раус (рис. 5.32) та інші. Важливий внесок у розвиток теорії автоматичного керування зробили американські вчені Толле і Трінкс.



Рис. 5.30А. Стодола



Рис. 5.31А. Гурвіц

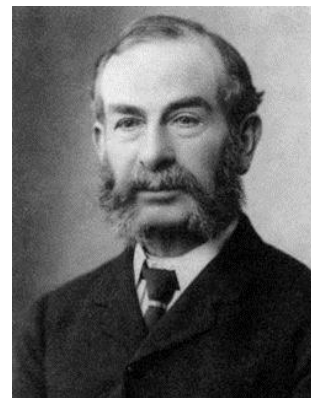


Рис. 5.32Е. Раус

Велике значення для розвитку теорії автоматичного керування мали дослідження академіка О. М. Ляпунова, який в 1892 р. у своїй праці "Загальна задача про стійкість руху" заклав основи теорії стійкості нелінійних динамічних систем, а також обґрунтував вихідні положення лінійної теорії автоматичного керування (рис. 5.33).



Рис. 5.33О. М. Ляпунов



Рис. 5.34 М. С. Жуковський

Важливою подією було опублікування М. Є. Жуковським у 1909 р. першого російського підручника "Теорія регулювання ходу машин", в якому, крім узагальнення відомих положень, було наведено нові дослідження регулятора з сухим тертям, основи теорії переривчастого регулювання (рис. 5.34).

В ХХ ст. енергія пари дедалі більше замінювалась електричною енергією, і питанням автоматизації різного електроустакування приділялося більше уваги. У цей період виникають автоматичні електростанції, автоматизуються окремі промислові ділянки, цехи та цілі підприємства (наприклад, цементні заводи та ін.). Ставляться і вирішуються завдання комплексної автоматизації цілих промислових процесів і виробництв.

У подальший розвиток теорії автоматичного керування свій внесок роблять учені різних країн світу.

**Медицина та біологія.** Французька буржуазна революція докорінно перебудувала організаційні форми медичної науки і охорони здоров'я. 8 серпня 1793 р. декретом якобінського Конвенту були закриті всі колишні вчені товариства, в тому числі Паризька академія наук, як далекі від запитів життя. У тому ж році починається докорінна реорганізація старих і разом з тим створення нових установ. Королівський ботанічний сад декретом Конвенту був реорганізований в Національний музей природної історії з шістьма кафедрами. Декрет намічав для музею завдання досліджень в галузі природничих наук в усьому їх обсязі і особливо в їх додатку до агрономії, торгівлі і промисловості. Тут отримав кафедру зоології Ж. Ламарк, колишній вже на той час великий ботанік і брав діяльну участь в перетворенні Ботанічного саду.

Декретом 30 жовтня 1794 р. Конвент створив так звану Нормальну школу для підготовки викладачів. Конвентом ж була заснована Школа публічних робіт, перейменована незабаром в Політехнічну школу, на чолі з математиком Г. Монжем. Ця школа в подальшому була реорганізована в Інститут теоретичної механіки, математичної фізики, вищої математики. Замість старих академій було засновано Національний інститут наук і мистецтв, який повинен був "удосконалювати науки і мистецтва шляхом безперервних пошуків, опубліковувати відкриття, зноситися з вітчизняними та іноземними вченими товариствами, а також керувати науковими та літературними роботами, спрямованими для загальної користі і слави республіки". В інституті був зібраний колір французької науки на чолі з Лапласом, за наполяганням якого в нього увійшли і лікарі (у відповідь на заперечення, що медицина це не наука, Лаплас відповідав, що, коли лікарі будуть обертатися серед вчених і працювати спільно з ними, то і медицина стане наукою). К. Бернар згодом, посилаючись на слова Ф. Мажанді, заявив, що останній став на шлях експериментальних досліджень саме під впливом робіт П. Лапласа і А. Лавуазьє. У числі найбільш видатних лікарів Національного інституту наук і мистецтв по відділу моральних і політичних наук був відомий лікар-матеріаліст П. Кабаніс. Тут П. Кабаніс прочитав свої перші лекції "Про ставлення між фізичною і моральною природою людини" (1802). П. Кабаніс до цього часу був відомий як великий реформатор лікарняної справи. Він пропонував створити бібліотеки нового типу, де лікарі



мали б право читати клінічні лекції з демонстрацією хворих.

У 1791 р. Національні збори створили Лікарняну комісію, до складу якої увійшли П. Кабаніс, Дж. Кузен (професор фізики) і М. Туре (перший директор Ecoledesante в Парижі).

В результаті роботи цієї комісії була реформована і поліпшена старовинна бібліотека Hotel-Dieu, що стала базою для робіт М. Біша (рис. 5.35). Довгий час на чолі її хірургічного відділення стояв Г. Дюпюїтрена.



**Рис. 5.35 – Пам'ятник М. Біша роботи Давида**

Лікарняна комісія підтримала пропозиції Ф. Пінеля, за планом якого була проведена корінна реорганізація лікарняних закладів для божевільних в Бісетрі і Сальпетрієр, що стало поворотним пунктом в розвитку психіатрії.

4 жовтня 1794 р медичні школи в Парижі, Монпельє і Страсбурзі були реорганізовані в Ecolesdesante, спочатку призначені в основному для підготовки лікарів-хірургів революційних армій; провідне місце у викладанні в цих школах зайняли анатомія і хірургія. У Паризькій Ecoledesante була створена кафедра гігієни на чолі з Галле, а кафедру акушерства зайняв Боделок, одночасно поставлений на чолі створеної якобінським Конвентом акушерської бібліотеки Матерніти для допомоги вагітним і породіллям.

Єдиною установою, якої не торкнулася реорганізація, був CollegedeFrance - старовинний інститут, створений у Франції ще в 16 ст. і був своєрідною вільною школою, слухачі якої не отримували ніяких дипломів, ніяких прав, а йшли в заклад з єдиною метою отримувати знання з вуст новаторів в різних галузях науки. З початку 19 ст. в CollegedeFrance читали лекції такі видатні вчені-новатори, як Ж. Корвізар, Р. Лаеннек, Ф. Мажанді та ін. У 1803 р. в Парижі були організовані Анатомічне і Фармацевтичне товариство, в 1820 р. як дорадчий орган з питань медицини - Медична академія громадської гігієни при уряді. На медичну академію покладалося також завдання сприяти розвитку медичних наук, ветеринарії та фармації. В її складі були створені секції анатомії і фізіології, медичної патології, хірургічної патології, терапії, оперативної медицини, анатомії, акушерства, громадської гігієни, судової медицини і медичної поліції, ветеринарії, медичної фізики і хімії, фармації. Протягом 19 ст. Медична академія складалася з 40 членів. Надалі їх число було збільшено до 100.

Одночасно, але не без впливу французької науки розвивалася медицина і в інших європейських країнах. У 1805 р. в Лондоні виникло Медико-хірургічне товариство; з'явилися Товариства по змаганню лікарських і фізичних наук при Московському університеті (1804), потім Шведське медичне товариство. У 1823 р. почав видаватися журнал "Lancet", який отримав з плином часу світове поширення і зробив великий вплив на розвиток медицини в Європі. До 30-х рр. XIX ст. зміцніли і молоді університети Німеччини, що виникли замість

університетів, закритих Наполеоном I, - Берлінський (заснований в 1810 р.) і Боннський (заснований в 1818 р.).

Розвиток медицини зумовив появу окремих медичних спеціальностей і створення відповідних спеціальних лікарських товариств, які відіграли значну роль у розвитку світової науки. З ініціативи К. Рокітайського в 1837 р. було створено Лікарське товариство у Відні, в роботі якого брали участь Й. Шкода, Ф. Гебра, Дж. Дітля та інші найвизначніші лікарі Відня. У ці ж роки в Англії організовуються товариство патологів (1846 р.), епідеміологічне товариство (1850 р.), Акушерсько-гінекологічне товариство (1852 р.). Першим медичним товариством по вузькій спеціальності було Балтиморське (США) одонтологічне товариство (1840 р.). За рік до цього в Нью-Йорку став видаватися перший одонтологічний журнал.

**Еволюційна теорія.** Дуже важливою подією у розвитку еволюційних ідей ХІХ ст. стало створення Ж.-Б. Ламарком першого цілісного еволюційного вчення, що було викладене у його праці "Філософія зоології" (1809). Але його погляди слабо обґрунтовувалися фактичним матеріалом і тому не були поширеними серед сучасників. Таким чином, у ХІХ ст. склалися певні умови для подальшого розвитку еволюційної ідеї. А саме, був накопичений величезний матеріал із геології, палеонтології, географії, ботаніки та зоології, створена клітинна теорія, відкритий закон збереження та перетворення енергії, закон зародкової подібності, на високому рівні перебувала селекційна практика в Англії, яка забезпечувала сільське господарство новими сортами і породами, тощо. Така багатовікова діяльність численних природознавців створила передумови для виникнення еволюційної теорії Ч. Дарвіна.

У 30-х роках ХІХ ст. в Англії проходив набір спеціалістів для навколосвітньої наукової подорожі, що мала здійснюватися на кораблі "Бігль" і зайняти кілька років. За рекомендацією професора Т. Генсло до складу експедиції, як натураліст, увійшов і Ч. Дарвін (1809 – 1882 рр.).

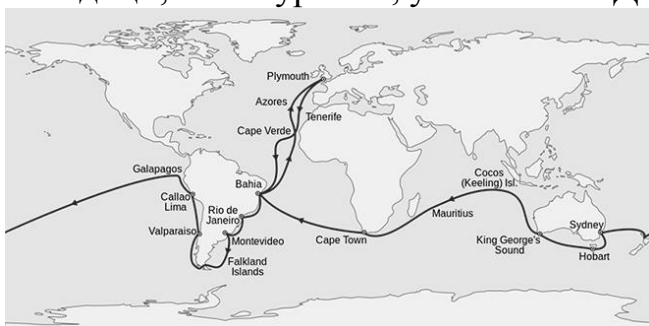


Рис. 5.36 Навколосвітня подорож Ч. Дарвіна

Узагальнення зібраного матеріалу відбувалося дуже повільно, бо висновки, яких доходив Ч. Дарвін, суперечили не тільки загальновизнаним, а й власним уявленням про божественне створення всього світу і живого в тому числі. Перелом стався у 1858 р., коли до вченого надійшов лист від маловідомого натураліста А. Уоллеса, котрий заробляв на життя тим, що збирав тропічних комах. У листі була стаття, написана за мотивами праці Мальтуса "Дослід про закон народонаселення" (1798). На відміну від нього, А. Уоллес зауважив, що в умовах нестачі ресурсів гинути будуть не випадкові, а найменше пристосовані особини.

Ч. Дарвін мав передати цей рукопис відомому геологу і своєму другу Ч. Лайєлю, втрачаючи тим самим право першості на відповідну ідею. Для

вирішення проблеми пріоритету відбулося спеціальне засідання Ліннейського товариства (01.07.1858 р.). За порадою друзів разом з рукописом А. Уоллеса були представлені витяги з листа Дарвіна американському ботаніку А. Грею, а також резюме ще не опублікованої статті, написаної в 1844 р.

Після визнання своєї першості Ч. Дарвін досить швидко закінчив свою працю "Походження видів шляхом природного добору або збереження сприятливих порід у боротьбі за існування", яка вийшла друком в 1859 р. і стала справжнім бестселером (наклад у 1250 примірників розійшовся за один день). Потім він видав ще чимало наукових публікацій, у тому числі п'ятитомні "Зоологічні результати подорожі на кораблі "Бігль", тритомні геологічні дослідження тощо. На превеликий жаль, Дарвін не був обізнаний з працею Г. Менделя, опублікованою у "Бюлетені товариства натуралістів м. Брюн" у 1865 р. (наклад усього 120 примірників), яка могла стати могутнім підмурівком його еволюційної теорії. Закінчив свій життєвий шлях Ч. Дарвін у 1882 р. всесвітньо відомим ученим, якого на знак пошани поховали у Вестмінстерському абатстві поряд зі Ньютоном. А. Уоллес після 1858 р. не зробив у науці нічого видатного, став прихильником спиритизму і, на відміну від Ч. Дарвіна, не одержав титулу сера, хоча й був нагороджений орденом.

Основні положення еволюційної теорії Ч. Дарвіна: різноманітність видів виникає внаслідок видоутворення, передумовою якого є боротьба за існування, котра поділяється на внутрішньовидову, міжвидову з навколишнім середовищем; пристосованість має відносний характер. До Ч. Дарвіна її розглядали як "притаманну організмам доцільність"; основними еволюційними факторами є спадковість, мінливість, добір; результатом еволюції є адаптації, які забезпечують видоутворення, таксономічну та екологічну різноманітність.

Революційні узагальнення цієї теорії чимало часу викликали агресивні нападки з боку церковників, але в 1996 р. Папа Римський Іоанн Павло II на щорічному засіданні Папської академії наук визнав, що теорія еволюції Ч. Дарвіна виявилася правильною. Це, однак, не заважає віруючим різних конфесій продовжувати боротьбу з нею. Активний суспільний резонанс, який зберігається до сьогодні, свідчить, що книга Ч. Дарвіна була настільки могутньою науковою роботою, що навіть сучасні люди, говорячи про теорію еволюції, мають на увазі саме її. При цьому забувається, що Ч. Дарвін жив понад сто років тому і наука цей час не стояла на місці.

**Комп'ютери.** Хоча вважається, що перший комп'ютер з'явився в ХХ столітті, але вже в ХІХ столітті були побудовані перші прообрази сучасних верстатів з числовим програмним управлінням. Жозеф Марі Жаккар, французький винахідник, в 1804 році придумав спосіб програмування роботи ткацького верстата (рис. 5.37). Суть винаходу полягала в тому, що ниткою можна було керувати, використовуючи перфокарти з отворами в певних місцях, в яких передбачалося нанести нитку на тканину (рис.5.38).



Рис. 5.37 Жозеф Марі Жаккар

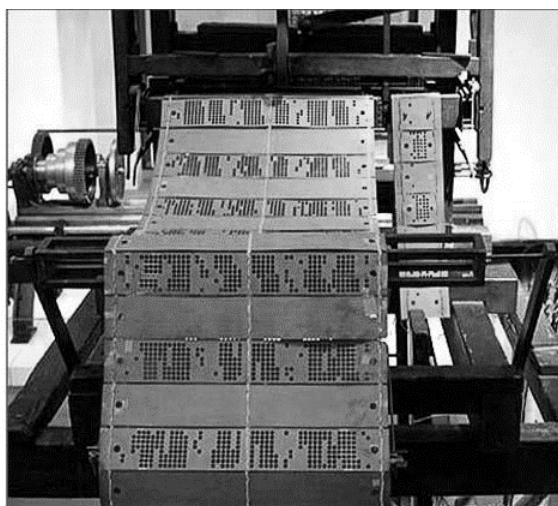


Рис. 5.38 Програмований ткацький верстат Жаккара

## 5.2 Застосування наукових досягнень на практиці.

**Ткацька промисловість.** Торговельне процвітання призвело до збагачення англійських купців, до появи надлишкових капіталів, які вимагали приміщення в якусь справу. З іншого боку, в результаті еміграції в Америку Англія відчувала брак робочої сили. Ми пам'ятаємо, що в аналогічних обставинах афінські капіталісти купували для своїх майстерень рабів - англійці спробували відшкодувати брак робочої сили запровадженням машин. Спроби використання на мануфактурах машин мали місце і раніше - першим прикладом такого роду була шовкомотальна машина італійського механіка Франческо Борідано, створена ще в XIII ст. - ця машина приводилася в рух водяним колесом і заміняла 400 робітників. Цей приклад показує, що промислова революція могла статися набагато раніше - проте машина Борідано залишилася унікальним прикладом тому, що впровадження техніки наражалося на протидію ремісників, які боялися втратити роботу.

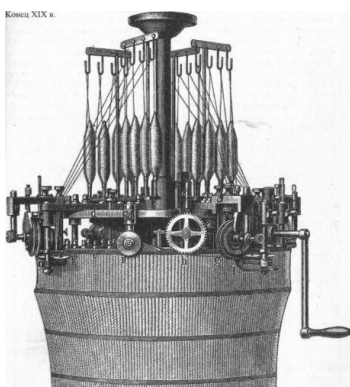
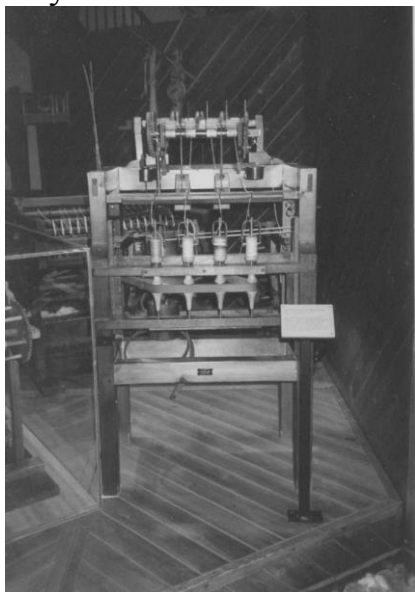


Рис. 5.39 - В'язальний верстат

У 1579 р в Данцигу був страчений механік, який створив стрікоткацький верстат. У 1598 р з Англії був змушений втікти винахідник в'язальної машини Вільям Лі (рис. 5.39). В 1733 році ткач Джон Кей винайшов "літаючий човник", він зазнав переслідувань ткачів, його будинок був розгромлений, і він був змушений втекти до Франції. Однак багато ткачів потай продовжували використовувати човник Кея - їх били, в 1767 р в Лондоні відбулося велике зіткнення між ткачами. У 1765 р ткач і тесляр Харгрівс створив механічну прядку, яку він назвав на честь своєї доньки

"Дженні"; ця прядка збільшувала продуктивність праці прядильника в 20 разів. Робочі увірвалися в будинок Харгрівса і зламали його машину - проте не дивлячись на цей опір, через деякий час "Дженні" стала використовуватися

прядильниками. У 1769 р. Річард Аркрайт запатентував прядильну ватерну машину, розраховану на водяний привід і з цього моменту машини стали використовуватися на мануфактурах і винахідники отримали підтримку могутніх власників великих капіталів (рис. 5.40).



**Рис. 5.40 - Прядильна машина Р. Аркрайта "Waterframe"**

На межі XVIII - XIX століть зроблена маса технічних винаходів: в 1783 році відбувся перший політ на повітряній кулі; в 1800 році з'явився перший двоколісний велосипед; в 1830 році - побудована перша залізниця; в 1837 році – з'явився перший електромеханічний телефон – з азбукою Морзе; в 1839 році винайдено фотографію, яка активно використовувалася в фізичних експериментах, в 1895 році з'являється кінематограф братів Люм'єр. Найвидатніший технічний винахід - паровий двигун. Завдяки роботам Сади Карно і Джеймса Ватта створено універсальний паровий двигун, який став використовуватися в різних галузях великої промисловості.

Перші машини створювалися механіками-самоучками, які виготовлялися з дерева і не вимагали складних інженерних розрахунків. Техніка розвивалася незалежно від науки. Після того як опір супротивників машин став слабшати, нові машини стали з'являтися одна за одною. У 1774-1779 рр. Самуель Кромптон сконструював прядильну мюль-машину, що випускала більш якісну тканину, ніж машина Аркрайта. У 1784 р Едмунд Картрайт створив ткацький верстат, який збільшив продуктивність ткачів в 40 разів.

Поява верстатів, парових машин, паровозів і пароплавів докорінно змінило життя людей. Поява фабрик, що випускають величезну кількість дешевих тканин, розорила ремісників, які працювали на дому або на мануфактурах. У 1811 р. в Ноттінгемі спалахнуло повстання ремісників, що ламали машини на фабриках, їх називали "луддитами". Повстання було придушене. Розорені ремісники були змушені їхати в Америку або йти працювати на фабрики. Праця робітника на фабриці була менш кваліфікованою, ніж праця ремісника, фабриканти часто наймали жінок і дітей, за 12-15 годин роботи платили "копійки". Було багато безробітних і жебраків, після голодних бунтів 1795 року їм стали платити допомогу, якої вистачало на дві булки хліба в день. Населення приходило до фабрик, і фабричні селища незабаром перетворювалися на величезні міста; в 1844 р. в Лондоні було 2,5 млн. жителів, причому робочі жили в перенаселених будинках, де в одній кімнатці, часто без



**Рис. 5.41 - Елі Уїтні**

каміна, тіснилося по кілька сімей. Робочі складали велику частину населення Англії; це було нове індустріальне суспільство, не схоже на Англію XVIII ст.

Основною галуззю англійської промисловості в першій половині XIX століття було виробництво бавовняних тканин. Нові машини дозволяли отримувати 300 і більше відсотків прибутку на рік і випускати дешеві тканини, які продавалися по всьому світу. Це був колосальний промисловий бум, виробництво тканин збільшилося в десятки разів. Однак для нових фабрик була потрібна сировина - бавовна; спочатку бавовна була дорога через те, що її очищення проводилося вручну. У 1806 р. американець Елі Уітні (рис. 541) створив бавовноочисну машину; після цього в південних штатах настала "ера бавовни", тут створювалися величезні бавовняні плантації, на яких працювали раби-негри. Таким чином розквіт американського рабства виявився безпосередньо пов'язаний з промисловою революцією.

До 1840 р. Англія перетворилася в "майстерню світу", на її частку припадало більше половини виробництва металу і бавовняних тканин, основна частина виробництва машин. Дешеві англійські тканини заповнили весь світ і розорили ремісників не тільки в Англії, але і в багатьох країнах Європи і Азії. В Індії від голоду загинули мільйони ткачів; вимерли великі ремісничі міста, такі як Дакка і Ахмадабад. Доходи, на які раніше існували ремісники Європи і Азії, тепер йшли до Англії. Багато держав намагалися закритися від англійської товарної інтервенції - у відповідь Англія проголосила "свободу торгівлі"; вона всіляко - найчастіше з використанням військової сили - домагалася зняття протекціоністських митних бар'єрів, "відкриття" інших країн для англійських товарів.

У 1870-х рр. в розвитку світової економіки настав знаменний перелом, цей перелом був пов'язаний з колосальним розширенням світового ринку. У попередній період масштабне будівництво залізниць призвело до включення в світову торгівлю великих континентальних областей; поява пароплавів набагато здешевила перевезення по морю. На ринки величезним потоком хлинула американська і російська пшениця - ціни на пшеницю впали в півтора, в два рази. Ці події традиційно називають "світовою аграрною кризою". Вони призвели до руйнування поміщицьких господарств в Європі - але разом з тим забезпечили дешевим хлібом робітників. З цього часу намітилася промислова спеціалізація Європи: багато європейських держав тепер жили за рахунок обміну своїх промислових товарів на продовольство. Зростання населення більше не стримувалося розміром орних земель; лиха і кризи, породжувані перенаселенням, пішли в минуле. На зміну колишнім законам історії прийшли закони нового індустріального суспільства.

У перших двигунах Уатта тиск в циліндрі лише трохи перевищувала атмосферний. У 1804 р. інженер А.Вулф запатентував машину, що працює при тиску 3-4 атмосфери, підвищивши к.к.д. більш ніж в 3 рази. Масове виробництво парових машин було неможливо без точних токарних верстатів; вирішальний крок у цьому напрямку був зроблений механіком Генрі Модсли, який створив самохідний супорт. З цього часу стало можливим виготовлення деталей з

допуском в долі міліметра - це був початок сучасного машинобудування. Виникнення машин викликало потребу в металі. Раніше чавун плавили на деревному вугіллі, а лісів в Англії майже не залишилося. У 1785 р. Генрі Корт винайшов спосіб виробництва чавуну на кам'яному вугіллі. Вугільна промисловість стала провідною галуззю економіки.

**Пароплави.** Вже незабаром після появи парової машини почалися спроби створення пароплавів. У 1802 р американець ірландського походження Роберт

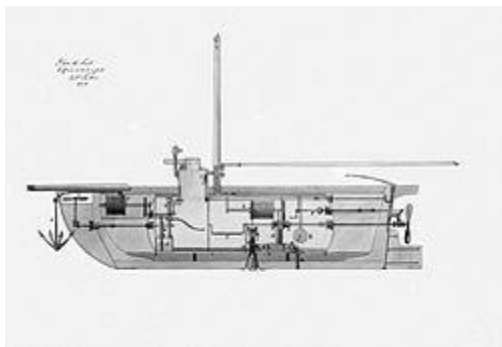


Рис. 5.42 - Проект субмарини Р. Фултона, 1806 р.

Фултон побудував в Парижі невеликий човен з паровим двигуном і продемонстрував її членам Французької академії. Однак ні академіки, ні Наполеон, якому Фултон пропонував свій винахід, не зацікавилися ідеєю пароплава.

Фултон повернувся в Америку і на гроші свого друга і покровника Давида Лівінгстона побудував пароплав "Клермонт"; машина для цього пароплава була виготовлена на заводі Уатта (рис. 5.42). У

1807 р "Клермонт" під захоплені крики глядачів здійснив перший рейс по Гудзону, - але не знайшлося жодного сміливця, який захотів би стати пасажиром нового судна. Через чотири роки Фултон і Лівінгстон були вже власниками пароплавної компанії, через дев'ять років в Америці було 300 пароплавів, а в Англії - 150. У 1819 році американський пароплав "Саванна" перетнув Атлантичний океан, а в 1830 р починає діяти перша регулярна трансатлантична пароплавна лінія.



Рис. 5.43 - Пароплав "Грейт Вестерн"

На цій лінії курсував найбільший на той час пароплав "Грейт Вестерн", який мав водотоннажність 2 тис. т. і парову машину потужністю 400 л. с. (рис. 5.43).

Через двадцять років пароплави стали набагато більшими: плавав в Індію пароплав "Грейт Істерн", що мав водотоннажність 27 тис. т. і дві машини загальною потужністю 7,5 тис. л. с.

**Розвиток залізниць.** Одночасно з будівництвом пароплавів робилися спроби створення паротягів. На багатьох рудниках існували рейкові шляхи, по яких коні тягли вагонетки з рудою. У 1803 р механік Річард Тревітік побудував перший паротяг, який замінив коней на одній з рейкових доріг в Уельсі, - проте Тревітику не вдалося отримати підтримку підприємців (рис. 5.44).

Намагаючись привернути увагу до свого винаходу, Тревітик влаштував атракціон з використанням паротягу, але врешті-решт розорився і помер у злиднях. Доля була більш прихильною до Джорджа Стефенсона, механіка-самоучки, який отримав замовлення на будівництво локомотива для однієї з шахт поблизу Ньюкасла. У 1815 р. Дж. Стефенсон побудував свій перший



паротяг, а потім керував будівництвом залізниці довжиною понад 50 км.

Головною ідеєю Стефенсона було вирівнювання шляху за допомогою створення насипів і прорізки виїмок, таким чином досягалася висока швидкість руху. У 1830 р. Стефенсон завершив будівництво першої великої залізниці між містами Манчестер і Ліверпуль; для цієї дороги він сконструював паротяг "Ракета", на якому вперше застосував трубчастий паровий котел (рис. 5.45). "Ракета" везла вагон з

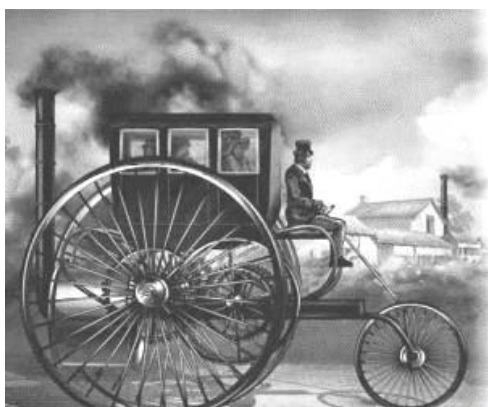


Рис. 5.45 - Паротяг Річарда Тревітіка

Англії.

**Військова техніка.** Промислова революція дала в руки європейців нову зброю - гвинтівки і сталеві гармати. Вже давно було відомо, що рушниці з нарізами в каналі ствола надають пулі обертання, через що дальність збільшується вдвічі, а кучність в 12 разів. Однак зарядити таку рушницю з дула вимагало чимало зусиль і скорострільність була дуже низькою, не більше одного пострілу в хвилину. У 1808 році на замовлення Наполеона французький зброяр Полі створив казнозорядну рушницю; в паперовому патроні містився порох і запал, що вибухає уколом голчастого ударника. Якби Наполеон вчасно отримав такі рушниці, він був би непереможний - але справа в тому, що виготовлення казенного затвора вимагало ювелірної точності, а у Полі не було високоточного токарного верстата. Пізніше, коли з'явився верстат з супортом Модслі, помічник Полі, німець Дрейзе сконструював голчасту рушницю, яка була в 1841 р. прийнята на озброєння пруської армії. Рушниця Дрейзе робила 9 пострілів на хвилину - в 5 разів більше, ніж гладкоствольні рушниці інших армій. Дальність пострілу становила 800 метрів - втричі більше, ніж у інших рушниць.

Одночасно відбулася ще одна революція у військовій справі, викликана появою сталевих гармат. Чавун був занадто крихкий і чавунні гармати часто розривалися при пострілі; сталеві гармати дозволяли використовувати значно потужніший заряд. У 1850-х рр. англійський винахідник і підприємець Генрі

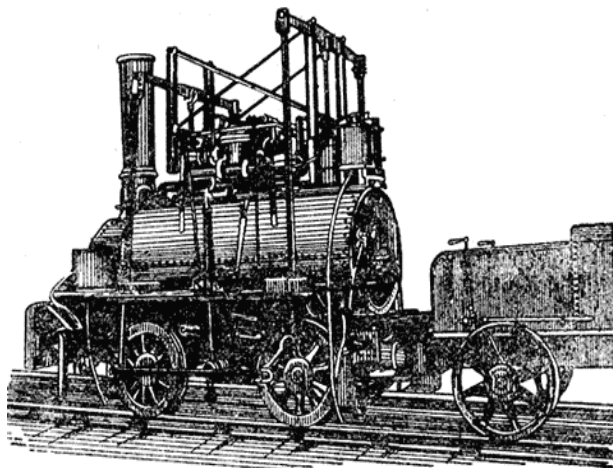


Рис. 5.44 - Паротяг Дж. Стефенсона, що працював 75 років

пасажирами зі швидкістю 60 км/год; вигоди від дороги були такі, що Стефенсону відразу ж запропонували керувати будівництвом дороги через всю Англію від Манчестера до Лондона. Пізніше Стефенсон будував залізниці в Бельгії і в Іспанії. У 1832 р. була пущена перша залізниця у Франції, трохи пізніше - в Німеччині і США; локомотиви для цих доріг виготовлялися на заводі Стефенсона в



Бесемер винайшов бесемерівський конвертер, а в 60-х рр. французький інженер Еміль Мартен створив мартенівську піч. Після цього було налагоджено промислове виробництво сталі і виробництво сталевих гармат. У Росії перші сталеві гармати були виготовлені на Златоустівському заводі під керівництвом П.М.Обухова; потім було організовано виробництво на заводі Обухова в Петербурзі. Найбільших успіхів у виробництві артилерійських гармат досяг німецький промисловець Альфред Круп, в 60-х роках Круп налагодив масове виробництво казнозарядних нарізних гармат. Гвинтівки Дрейзе і гармати Крупа забезпечили перемоги Пруссії в війнах з Австрією і Францією - могутня Німецька імперія була зобов'язана своїм народженням цій новій зброї.

**Двигуни.** Електростанції вимагали двигунів дуже великої потужності; ця проблема була вирішена створенням парових турбін. У 1889 р. швед Густав Лаваль отримав патент на турбіну, в якій швидкість витікання пари досягала 770 м/с. Одночасно англієць Чарлз Парсонс створив багатоступінчасту турбіну; турбіна Парсонса стала використовуватися не тільки на електростанціях, а й як двигун швидкохідних судів, крейсерів і океанських лайнерів (рис. 5.46). З'явилися також гідроелектростанції, на яких використовувалися гідротурбіни, створені в 30-х рр. французьким інженером Бенуа Фурнероном.

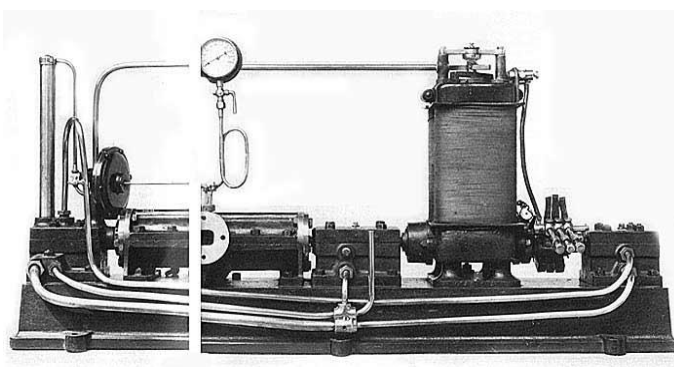


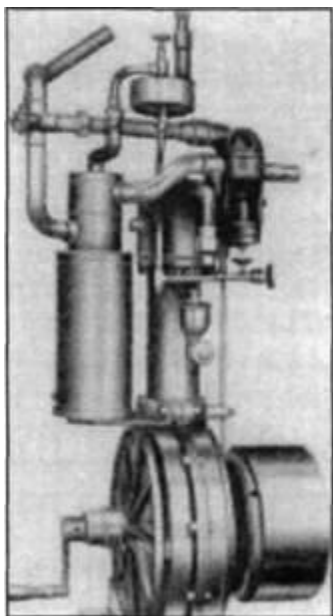
Рис. 5.46 - Турбіна Парсонса

Американець Пелтон в 1884 р. запатентував турбіну, яка працювала під великим тиском. Гідротурбіни мали дуже високий к.к.д., близько 80% і отримана на гідроелектростанціях енергія була дуже дешевою.

Одночасно з роботами по створенню надпотужних двигунів йшла робота над малими двигунами. Спочатку це були газові двигуни, що працювали на світільному газі; вони призначалися для дрібних підприємств і ремісничих майстерень. Газовий двигун був двигуном внутрішнього згоряння, тобто згоряння палива здійснювалося безпосередньо в циліндрі і продукти згоряння штовхали поршень. Робота при високих температурах в циліндрі вимагала системи охолодження і мастила; ці проблеми були вирішені бельгійським інженером Етьєном Ленуаром, який створив в 1860 р. перший газовий двигун. Однак одержуваний з деревної тирси світільний газ був дорогим паливом, більш перспективними були роботи над двигуном, що працював на бензині. Бензиновий двигун потребував створення карбюратора, пристрою для розпилення палива в циліндрі.

Перший працездатний бензиновий двигун був створений в 1883 році німецьким інженером Юліусом Даймлером. Цей двигун відкрив еру автомобілів; вже в 1886 р. Даймлер поставив свій двигун на чотириколісний екіпаж (рис. 5.47). Ця машина була продемонстрована на виставці в Парижі, де ліцензію на її

виробництво купили французькі фабриканти Рене Панар і Етьєн Льовассор. Панар і Льовассор використовували тільки двигун Даймлера; вони створили свій автомобіль, оснастивши його системою зчеплення, коробкою передач і гумовими шинами. Це був перший справжній автомобіль; в 1894 році він виграв перші автомобільні гонки Париж-Руан. У наступному році Льовассор на своєму автомобілі виграв гонку Париж-Бордо. "Це було безумство! - сказав переможець. - Я мчав зі швидкістю 30 км/год.". Однак Даймлер сам вирішив зайнятися



**Рис. 5.47 - Двигун, встановлений на першому автомобілі Готліба Даймлера. 1886 р.**

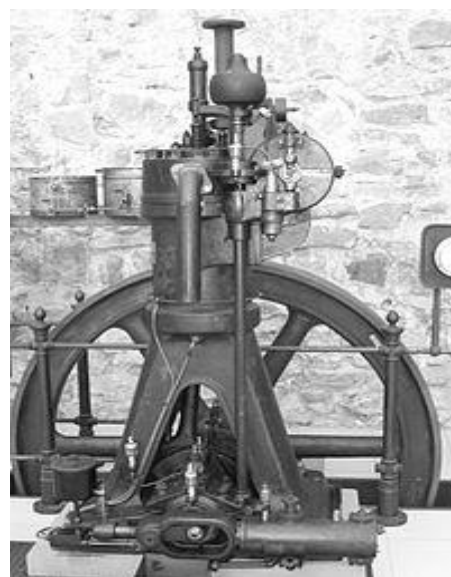
виробництвом автомобілів; в 1890 році він створив компанію "Даймлер мотор", і десять років по тому ця компанія випустила перший автомобіль марки "Мерседес". "Мерседес" став класичним автомобілем початку ХХ ст.; він мав чотирициліндровий двигун потужністю 35 л. с., розвивав швидкість 70 км/год. Ця красива і надійна машина мала неймовірний успіх, вона поклала початок масовому виробництву автомобілів.

Коефіцієнт корисної дії двигуна Даймлера становив близько 20%, а к.к.д. парових машин не перевищував 13%. Тим часом відповідно до теорії теплових двигунів, розробленої французьким фізиком Карно, к.к.д. ідеального двигуна міг досягати 80%. Ідея ідеального двигуна хвилювала уми багатьох винахідників, на початку 90-х рр. її спробував втілити в життя молодий німецький інженер Рудольф Дизель. Ідея Дизеля полягала в стисненні повітря в циліндрі до

тиску порядку 90 атмосфер, при цьому температура сягала 900 градусів; потім в циліндр впорскується паливо; в цьому випадку цикл роботи двигуна виходив близьким до ідеального "циклу Карно". Дизелю не вдалося повністю реалізувати свою ідею, через технічні труднощі він був змушений знизити тиск в циліндрі до 35 атмосфер.

Проте, перший двигун Дизеля, що з'явився в 1895 р., викликав сенсацію - його к.к.д. становив 36%, удвічі більше, ніж у бензинових двигунів. Багато фірм прагнули купити ліцензію на виробництво двигунів, і вже в 1898 р Дизель став мільйонером. Однак виробництво двигунів вимагало високої технологічної культури, і Дизелю багато років довелося їздити по різних країнах, налагоджуючи виробництво своїх двигунів (рис. 5.48).

Двигун внутрішнього згоряння



**Рис. 5.48 - Стационарний одноциліндровий двигун Дизеля**

використовувався не тільки в автомобілях. У 1901 р американські інженери Харт і Парр створили перший трактор, в 1912 р фірма "Холт" освоїла випуск гусеничних тракторів, і до 1920 року на американських фермах працювало вже 200 тис. тракторів. Трактор взяв на себе не тільки польові роботи, його двигун використовувався для приведення в дію молотарок, косарок, млинів та інших сільськогосподарських машин. Зі створенням трактора почалася масова механізація сільського господарства.

**Авіація.** Поява двигуна внутрішнього згоряння зіграла велику роль у зародженні авіації. Спочатку думали, що досить поставити двигун на крилатий апарат - і він підніметься в повітря. У 1894 р. знаменитий винахідник кулемета

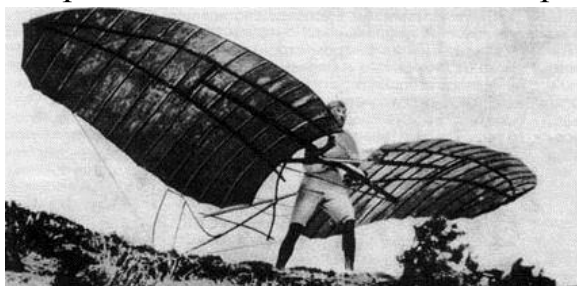


Рис. 5.79 - Планери Отто Лілієнтала

Максим побудував величезний літак з розмахом крил в 32 метра і вагою 3,5 тони - ця машина розбилася при першій спробі піднятися в повітря. Виявилось, що основною проблемою повітроплавання є стійкість польоту. Це завдання вирішувалося довгими експериментами з моделями і планерами.

Ще в 1870 р. француз Пено створив кілька маленьких моделей, що приводилися в дію гумовим моторчиком; результатом його експериментів був висновок про важливу роль хвостового оперення. У 1890-х рр. німець Отто Лілієнталь здійснив близько 2 тисяч польотів на сконструйованому ним планері (рис. 5.49). Він керував планером, балансує своїм тілом, і міг перебувати в повітрі до 30 секунд, пролітаючи за цей час 100 метрів. Досліди Лілієнтала закінчилися трагічно, він не зміг впоратися з поривом вітру і розбився, упавши з висоти 15 метрів. Роботу над створенням планерів продовжили американці - брати Райт, власники велосипедної майстерні в місті Дейтоні. Брати Райт ввели вертикальне кермо, поперечні рулі-елерони і виміряли підйомну силу крил за допомогою продування в винайденій ними аеродинамічній трубці. Побудований братами Райт планер був добре керованим і міг триматися в повітрі близько хвилини.

У 1903 році брати Райт поставили на планер невеликий бензиновий двигун, який вони виготовили самі, в своїй майстерні. 14 грудня 1903 р. Вільбур Райт здійснив перший моторний політ, пролетівши 32 метри; 17 грудня дальність польоту досягла 260 метрів. Це були перші польоти в світі, до братів Райт ще не один аероплан не міг піднятися в повітря. Поступово збільшуючи потужність мотору, брати Райт вчилися літати на своєму аероплані, в жовтні 1905 р. літак протримався в повітрі 38 хвилин, пролетівши по колу 39 км. Однак досягнення братів Райт залишилися непоміченими. Та їх звернені до уряду прохання про допомогу залишилися без відповіді (рис. 5.50).

У тому ж 1905 році брати Райт були змушені через брак коштів припинити свої польоти. У 1907 р. брати Райт відвідали Францію, де громадськість з великим інтересом ставилася до польотів перших авіаторів - правда, дальність польотів французьких авіаторів вимірювалася лише сотнями метрів і їх аероплани не мали елеронів. Розповіді та фотографії братів Райт

зробили у Франції таку сенсацію, що її відлуння докотилося до Америки і уряд негайно надав Райт замовлення на 100 тис. доларів. У 1908 р. новий аероплан Райтів здійснив політ тривалістю в 2,5 години. Замовлення на аероплани посипалися з усіх боків, в Нью-Йорку була заснована літакобудівна компанія "Райт" з капіталом 1 млн. доларів. Однак уже в 1909 р. відбулося кілька катастроф на "Райт", і настало розчарування.



Рис. 5.50– Планер братів Райт

Справа в тому, що літаки братів Райт не мали хвостового оперення і тому часто "клювали носом". Французькі авіатори знали про необхідність хвостового оперення з дослідів Пено; незабаром вони запозичили у братів Райт елерони і перевершили своїх американських побратимів. У 1909 р. Луї Блерію здійснив переліт через Ла - Манш.

В цьому ж році Анрі Фарман створив першу масову модель аероплана, знаменитий "Фарман-3" (рис. 5.51).

Цей літак став основною навчальною машиною того часу і першим літаком, який тав випускатися серійно.

**Зв'язок.** В кінці XIX ст. тривала робота над створенням нових засобів зв'язку, на зміну

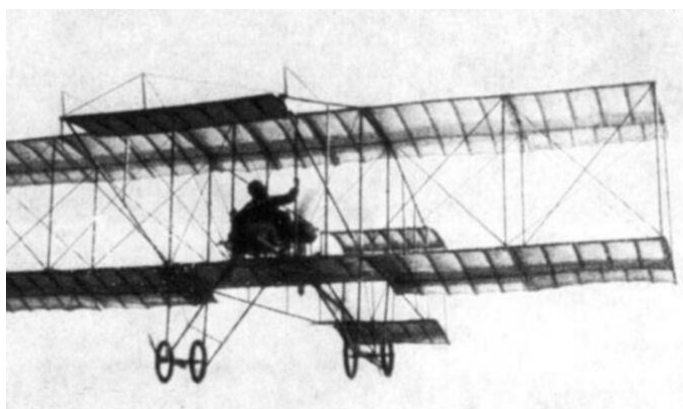


Рис. 5.51 - Модель аероплана Анрі Фармана

телеграфу прийшов телефон і радіозв'язок. Перші досліди з передачі мови на відстань проводилися англійським винахідником Рейсом в 60-х рр. У 70-х рр. цими дослідями зацікавився Олександр Белл, шотландець, який емігрував до Америки і викладав спочатку в школі для глухонімих дітей, а потім в Бостонському університеті. Один знайомий лікар запропонував Беллу скористатися для експериментів людським вухом і приніс йому вухо від трупа. Белл скопіював барабанну перетинку, помістивши металеву мембрану поруч з електромагнітом, домогся задовільної передачі мови на невеликій відстані. У 1876 р. Белл взяв патент на телефон і в тому ж році продав понад 800 зразків. У наступному році Девід Юз винайшов мікрофон, а Едісон застосував трансформатор для передачі звуку на великій відстані. У 1877 р. була побудована перша телефонна станція, Белл створив фірму з виробництва телефонів. Через 10 років в США вже було 100 тис. телефонних апаратів.

При роботі над телефоном у Едісона виникла думка записати коливання мікрофонної мембрани. Він забезпечив мембрану голкою, яка записувала коливання на циліндрі, покритому фольгою. Так з'явився фонограф. У 1887 р. американець Еміль Берлінер замінив циліндр круглої платівкою і створив

грамофон. Грамофонні диски можна було легко копіювати, і незабаром з'явилося безліч фірм, що займалися звукозаписом.



Рис. 5.52 Г. Герц

Новий крок у розвитку зв'язку був зроблений з винаходом радіотелеграфу. Науковою основою радіозв'язку була створена Максвеллом теорія електромагнітних хвиль. У 1886 р Генріх Герц експериментально підтвердив існування цих хвиль за допомогою приладу, званого вібратором (рис. 5.52). У 1891 р. французький фізик Бранлі виявив, що металева тирса, поміщена в скляну трубку, змінює опір під дією електромагнітних хвиль. Цей прилад отримав назву когерера. У 1894 р. англійський фізик Лодж використовував когерер, щоб реєструвати проходження хвиль, а в наступному році російський

інженер Олександр Попов приборив до когереру антену і пристосував його для приймання сигналів, що випускаються вібратором Герца. У березні 1896 р. О.С. Попов продемонстрував свій апарат на засіданні Російського фізико-хімічного товариства і здійснив передачу сигналу на відстань 250 метрів. Одночасно з Поповим свою радіотелеграфну установку створив молодий італієць Гульєльмо Марконі; він першим зумів запатентувати цей винахід; а в наступному році організував акціонерне товариство для його використання. У 1898 р. Г. Марконі включив в свій приймач джиггер - прилад для посилення антенних струмів, це дозволило збільшити відстань передачі сигналів до 85 миль і здійснити передачу через Ла-Манш. У 1900 р. Г. Марконі замінив когерер магнітним детектором і здійснив радіозв'язок через Атлантичний океан: президент Рузвельт і король Едуард VIII обмінялися по радіо вітальними телеграмами. У жовтні 1907 році фірма Марконі відкрила для широкої публіки першу радіотелеграфну станцію.

**Технічні матеріали.** В кінці ХІХ ст. вперше створюються речовини, іменовані тепер пластмасами. У 1873 р. Дж. Хайеттом (США) був запатентований целулоїд - перша з таких речовин, яка увійшла в широкий ужиток. Перед Першою світовою війною були винайдені бакеліт і інші пластмаси, що носять загальну назву фенопластів. Виробництво штучного волокна почалося після того, як в 1884 р французький інженер Г. Шардоне розробив метод отримання нітрошовку; згодом навчилися виробляти штучний шовк з віскози. У 1899 р. російський вчений І. Л. Кондаков поклав початок отриманню синтетичного каучуку.

**Будівництво.** Протягом останніх десятиліть ХІХ ст. були часи технічних зрушень в будівельній справі. Будівництво висотних споруд, "хмарочосів" почалося в Чикаго в 80-х рр. ХІХ ст.. Першою будівлею нового типу вважається 10-поверховий будинок чиказької страхової компанії, що побудований в 1883 р. архітектором У.Дженні, який застосував як залізні, так і сталеві перекриття. Посилення стін сталевим каркасом, на який стали спиратися балки міжповерхових перекриттів, дозволило збільшити висоту будівель вдвічі. Найвищою будівлею тих часів був Нью-Йоркський 58-поверховий "хмарочос",

висотою в 228 м, побудований в 1913 р., але ще вищою спорудою була Ейфелева вежа, своєрідний пам'ятник "століття заліза". Споруджена французьким інженером Гюставом Ейфелем на Марсовому полі в Парижі в зв'язку зі Всесвітньою виставкою 1889 році ця ажурна вежа мала 300 м у висоту.

Поряд з металевими, широке застосування отримали в цей час залізобетонні конструкції. Людиною, яка відкрила залізобетон, вважається французький садівник Жозеф Моньє. Ще в 1849 році він виготовив діжки для плодкових дерев з каркасом із залізного дроту. Продовжуючи свої дослідження, він в 60-х рр. запатентував кілька способів виготовлення труб, резервуарів і плит з бетону із залізною арматурою. Найбільш важливим був його патент на залізобетонні склепінні перекриття (1877 р.).

Кінець XIX ст. був часом бурхливого зростання світової залізничної мережі. З 1875 по 1917 р. довжина залізниць зросла в 4 рази і досягла 1,2 млн. км. Знаменитими будівництвами того часу були - магістраль Берлін-Багдад і Великий Сибірський шлях, довжина останнього, до 1916 року, склала 7,4 тис. км. На нових залізницях укладали сталеві рейки, вони перетинали найбільші річки світу, і на них зводилися гігантські сталеві мости. Початок "ери сталевих мостів", як казали сучасники, поклали арочний міст інженера Дж. Ідса через р. Міссісіпі (1874 р.) і висячий Бруклінський міст в Нью-Йорку архітектора Рьоблінга (1883 р.). Центральний проліт Бруклінського моста мав в довжину близько 0,5 км. На нових дорогах працювали потужні локомотиви системи компаунд з багаторазовим розширенням і високим перегрівом пару. У 90-х роках в США і Німеччині з'явилися перші електровози і електрифіковані залізниці.

Будівництво залізниць вимагало багаторазового збільшення виробництва сталі. У 1870-1900 рр. виплавка сталі зросла в 17 разів. У 1878 р. англійським інженером С. Дж. Томасом був введений томасовський спосіб перетворення чавуну на сталь; цей спосіб дозволив використовувати фосфористі залізні руди Лотарингії і забезпечив рудою металургійну промисловість Німеччини. У 1892 р. французький хімік А. Муассан створив дугову електричну піч. У 1888 році американський інженер Ч. М. Хол розробив електролітичний спосіб виробництва алюмінію, відкривши дорогу широкому використанню алюмінію в промисловості.

Нові технічні можливості привели до вдосконалення військової техніки. У 1887 р. американець Хайрем Максим створив перший кулемет. Знаменитий кулемет "Максим" здійснював 400 пострілів на хвилину і за вогневою потужністю був рівнозначний роті солдат. З'явилися скорострільні тридюймові гармати і важкі 12-дюймові гармати зі снарядами вагою 200-300 кг.

Особливо вражаючими були зміни у військовому кораблебудуванні. У Кримській війні (1853-1856 рр.) ще брали участь дерев'яні парусні гіганти з сотнями гармат на трьох батареїних палубах, вага найважчих снарядів становила в той час 30 кг. У 1860 р. в Англії був спущений на воду перший залізний броненосець "Варріор", і незабаром всі дерев'яні кораблі пішли на злам. Почалася гонка морських озброєнь, Англія і Франція, змагалися в створенні все більш потужних броненосців, пізніше до цієї гонки приєднались Німеччина і

США. У 1881 році був побудований англійський броненосець "Інфлексібл", водотоннажністю у 12 тис.т.; він мав лише 4 гармати головного калібру, але це були колосальні гармати калібру 16 дюймів, розміщені в обертових вежах, довжина ствола була 8 метрів, а вага снаряда - 700 кг. Через деякий час всі провідні морські держави стали будувати броненосці цього типу (правда в основному з 12-дюймовими гарматами). Новий етап гонки озброєнь був викликаний появою в 1906 р. англійського броненосця "Дредноут", який мав водотоннажність 18 тис. тон і десять 12-дюймових гармат. Завдяки паровій турбіні, він розвивав швидкість в 21 вузол. Перед міццю "Дредноута" всі колишні броненосці виявилися небоєздатними, і морські держави стали будувати кораблі, типу "Дредноут". У 1913 році з'явилися броненосці типу "Куїн Елізабет" водотоннажністю 27 тис. т з десятима 15-дюймовими гарматами. Ця гонка озброєнь природним чином привела до світової війни.

Причиною світової війни була невідповідність реальної могутності європейських держав і розмірів їх володінь. Англія, скориставшись роллю лідера промислової революції, створила величезну колоніальну імперію і захопила велику частину ресурсів, необхідних іншим країнам. Однак до кінця ХІХ століття лідером технічного і промислового розвитку стала Німеччина. Природно, що Німеччина прагнула використати свою військову і технічну перевагу для нового поділу світу. У 1914 році почалася перша світова війна. Німецьке командування сподівалося розгромити своїх супротивників за пару місяців, проте в цих розрахунках не була врахована роль нової зброї - кулемета. Кулемет дав вирішальну перевагу стороні, яка оборонялася; німецький наступ було зупинене і почалася довга "позиційна війна". Тим часом, англійський флот блокував німецькі порти і перервав поставки продовольства. У 1916 році в Німеччині почався голод і, який, в кінцевому рахунку, привів до розвалу тилу, революції і до поразки Німеччини.

**Фотографія.** Одним з досягнень експериментальної хімії було створення фотографії. У ХVІІІ ст. був поширений атракціон з використанням камери-обскури. Це був ящик з невеликим отвором в який вставляли збільшувальне скло; на протилежній стінці можна було бачити зображення предметів, що знаходяться перед камерою. У 1820-х рр. французький художник Жозеф Ньєпс спробував зафіксувати це зображення. Покривши шаром гірської смоли мідну пластинку, він вставляв її в камеру, потім пластинку піддавали дії різних хімікалій, щоб проявити зображення. Вся справа була в підборі фотонесучого шару, проявника і закріплювача. Потрібні були довгі роки експериментів, які після смерті Ньєпса продовжував його помічник Луї Дагер. До 1839 р. Дагеру вдалося отримати зображення на пластинках, покритих йодистим сріблом, після прояву їх парами ртуті; таким чином з'явилася дагеротипія. Французький уряд оцінив цей винахід



Рис. 5.53 - Перший фотоапарат для рулонної фотоплівки "Kodak №1", 1888 р.

і призначив Дагеру довічну пенсію в 6 тисяч франків.

Одним з чудових досягнень цього часу було створення кінематографа. Поява кіно було прямо пов'язана з удосконаленням винайденої Дагером фотографії. Англієць Меддокс в 1871 р. розробив сухобромжелатіновий процес, який дозволив скоротити витримку до 1/200 секунди. У 1877 р. поляк Лев Варнеке винайшов роликовий фотоапарат з бромсрібною паперовою стрічкою. У 1888 р. німецький фотограф Аншоц створив моментальний штормний затвор (рис. 5.53). Після цього з'явилася можливість робити моментальні знімки. Після цього вся проблема звелася до створення скачкового механізму, щоб виробляти знімки через проміжки в частку секунди. Цей механізм і перший кіноапарат був створений братами Люм'єрами в 1895 р. у грудні цього року був відкритий перший кінотеатр на бульварі Капуцинів у Парижі. У 1896 р. Люм'єри об'їхали всі європейські столиці, демонструючи свій перший фільм; ці гастролі мали колосальний успіх.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Афанасьев Ю. Н. История науки и техники : конспект лекций / Ю. Н. Афанасьев, Ю. С. Воронков, С. В. Кувшинов; Российский гуманитарный университет [РГГУ], Российская академия наук [РАН]. Ин-т истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова.- М. : РГГУ, 1999. – 265 с.
2. Бесов Л. М. Історія науки і техніки: 3-є вид., перероб. і доп. / Л. М. Бесов – Х.: НТУ "ХПГ", 2004. – 382 с. 3.
3. Бесов Л. М. Історія суспільства. – 3-є вид., перероб. і доп. / Л. М. Бесов. – Х.: НТУ "ХПГ", 2010 – 276 с.
4. Виргинский В. С., Хотеевков В. Ф. Очерки истории науки и техники, 1870-1917 гг. / В. С. Виргинский, В. Ф. Хотеевков – М.: Просвещение, 1988. – 304 с.
5. Даан-Дальмедико А. Пути и лабиринты. Очерки по истории математики: Пер. с франц. / А. Даан-Дальмедико, Ж.Пейффе. – М. : "Мир", 1986. – 432 с.
6. З історії української науки і техніки: хрестоматія-посіб. / Співавт.-укладачі В. І. Онопрієнко, А. А. Коробченко, О. Я. Пилипчук, С. П. Руда, Л. П. Ярьсько. – К.: АЕ ВШ України, 1999. – 171 с.
7. Кордун Г. Г. Історія фізики : навч. посіб. 3-є вид., перероб. і доп. / Г. Г. Кордун. – К.: Вищ. шк., 1993. – 279 с.
8. Кульчицький С. Історія Національної академії наук України суспільно-політичному контексті 1918-1998 / С. Кульчицький, Ю. Павленко, С. Руда, Ю. Храмов. – К.: Фенікс, 2000. – 528 с.
9. Михайличенко О. В. Історія науки і техніки : навч. посіб. / О. В. Михайличенко. – Суми : СумДГУ, 2013. – 346 с.
10. Огінова І. О. О Теорія еволюції (системний розвиток життя на Землі) : підручник / І. О. Огінова, О. Є. Пахомов. – Д. : Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2011. – 540 с.



11. Огурцов А. П. Історія світової науки і техніки: навч. посіб. – 2-е вид., перероб. / А. П. Огурцов, Л. М. Мамаев, В. В. Заліщук, С. Х. Авраменко, В. А. Зінченко. – К., 2000. – 664 с.
12. Онопрієнко В. І. Історія української науки: курс лекцій / В. І. Онопрієнко, В. Ткаченко. – К.: Варта, 2010. – 652 с.
13. Пилипчук О. Я. Історія науки та освіти в Україні (найдавніші часи – перша третина ХХ ст.): навч. посіб. з українознавства / О. Я. Пилипчук [та ін.]; АН ВШ України. Сектор історії та методології освіти, науки і техніки. – К.: ТОВ "Міжнародна фінансова агенція", 1998. – 80 с.
14. Стройк Д. Я. Краткий очерк истории математики. Пер. С немец. / Д. Я. Стройк. – М. : "Наука", 1984. – 283 с.
15. Техника в ее историческом развитии (70-е годы XIX – начало XX в.) / Отв. ред. С. В. Шухардин, Н. К. Ламай, А. С. Федоров. – М.: Наука, 1982. – 510 с.
16. Шендеровський В. Нехай не гасне світ науки / В. Шендеровський. – К.: Вид-во "Рада", 2003. – 416 с.
17. Соловьев Ю. И. История химии: Развитие основных направлений современной химии / Ю. И. Соловьев. – М.: Просвещение, 1984. – 352 с.

### **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ**

1. Коли був зроблений перший залізничний потяг?
2. Коли був зроблений перший колісний дерев'яний пароплав?
3. Коли був зроблений перший автомобіль з двигуном внутрішнього згорання?
4. Кому належить відкриття періодичного закону хімічних елементів?
5. Який вклад в розвиток науки зробив Дж. Максвелл?
6. Як розвивалася медицина в ХІХ столітті?
7. Які основні досягнення в області фізики було зроблено в ?
8. Основні досягнення у царині математики ХІХ століття.
9. Які основні досягнення в області хімії було зроблено в ХІХ столітті?
10. Які основні досягнення в області медицини було зроблено в ХІХ столітті?
11. Які основні досягнення в області електротехніки було зроблено в ХІХ столітті?
12. Які основні досягнення в області астрономії було зроблено в ХІХ столітті?
13. Яке відкриття стало основою для розвитку системи зв'язку?
14. Які основні досягнення і відкриття Н. Тесли?
15. Які основні досягнення і відкриття М.О. Доліво-Добровольського?
16. Який вклад в розвиток науки зробив О.М. Ляпунов?
17. Як розвивалася військова техніка в ХІХ столітті?
18. Як розвивалася автомобільна промисловість в ХІХ столітті?
19. Як розвивалася ткацька промисловість у ХІХ столітті?
20. Який вклад в розвиток науки зробив Отто Лілієнталь?

## Тема 6. Наука і техніка у першій половині хх століття

### 6.1. Становлення "некласичної науки" у першій половині ХХ століття

#### 6.2. Технічні досягнення людства першої половини ХХ ст.

### 6.1. Становлення "некласичної науки" на початку ХХ століття

ХХ століття можна вважати століттям революцій. Причому не тільки політичних, але й наукових. В ХХ столітті значущі відкриття відбувалися на рідкість часто, докорінно змінивши наше життя. Це дозволило вже сьогодні створити те майбутнє, про яке фантасти минулого навіть і не мріяли.

Наприкінці ХІХ - початку ХХ ст. відбулися події, які змінили наукове бачення. У 1895 р К. Рентген (1845 – 1923 рр.) відкрив "х-промені". У 1896 р А. Беккерель (1852 – 1908 рр.) виявив явище радіоактивності. У 1897 р. Дж.Томсон (1892 – 1975 рр.) відкрив електрон. У 1898 р Марія Кюрі (1867-1934 рр.) і П'єр Кюрі (1859 – 1906 рр.) відкрили новий хімічний елемент - радій. У 1902 -1903 рр. Е. Резерфорд (1871 – 1937 рр.) і Ф. Содді (1877 – 1956 рр.) створили теорію радіоактивності як спонтанного розпаду атомів і перетворення одних елементів в інші (початок ядерної фізики).

Ці відкриття у підсумку призвели до кризи природознавства і підштовхнули до перегляду основних усталених уявлень класичної науки. Ситуація, що склалася в науці та світогляді вимагала свого вирішення, що по суті стало науковою революцією. Вона почалася у фізиці, згодом проникла в інші природничі науки, кардинально змінила філософські, методологічні, гносеологічні, логічні підстави науки в цілому, створивши феномен сучасної науки. Буквально протягом кількох десятиліть був повністю перебудований увесь підмуток природознавства. Це стало початком становлення нової некласичної науки (хронологічні межі: кінець ХІХ ст. - середина ХХ ст.).

**Фізика.** Наукова революція, що ознаменувала перехід до некласичного етапу в історії природознавства, в першу чергу, пов'язана з іменами двох великих вчених ХХ століття М. Планком (1858-1947 рр.) (рис.6.1) та А. Ейнштейном (1879-1955 рр.) (рис.6.2).



Рис.6.1 Макс Планк

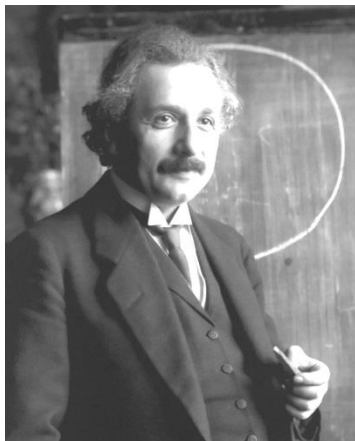


Рис.6.2 Альберт Ейнштейн



Рис. 6.3 Ернст Резерфорд

Квантова теорія з'явилася на самому початку ХХ століття, коли сталася криза в класичній фізиці. Було відкрито безліч феноменів, які суперечили законам Ньютона. Мадам Кюрі, наприклад, відкрила радій, який сам по собі світиться в темряві, енергія бралася з нізвідки, що суперечило закону збереження енергії. У 1900 році люди вважали, що енергія неперервна. Макс Планк вивів формулу розподілу енергії в спектрі абсолютно чорного тіла, з якої випливало, що енергія випромінюється не рівномірно, як припускали раніше, а частинами - квантами. Наслідки відкриття для людства Планка настільки значущі, що його можна вважати геніальним. Так, завдяки вченому розвинулися згодом атомна енергетика, електроніка, гenna інженерія. Потужний поштовх отримали астрономія, фізика і хімія. Це сталося завдяки тому, що саме Планк чітко позначив межу, де закінчується ньютонівський макросвіт з вимірюванням речовини кілограмами, і починається мікросвіт, в якому необхідно враховувати вплив окремих атомів один на одного. Завдяки вченому стало відомо на яких енергетичних рівнях живуть електрони, і як вони себе ведуть.

На цій основі Альберт Ейнштейн у 1905 році розвинув квантову теорію фотоефекту і створив спеціальну теорію відносності. У 1916 році він розробив загальну теорію відносності, що практично перевернуло уявлення всіх вчених того часу. Відповідно до цієї теорії, гравітація - це не процес взаємодії полів і тіл у просторі, а результат викривлення простору-часу. Ця теорія пояснила появу так званих чорних дір, а також викривлення світлових променів від зірок при їхньому проходженні поруч із Сонцем. Він відкидав дві абсолютні величини Ньютона - простір і час, вважаючи, що простір і час органічно пов'язані з матерією і між собою. Тим самим завданням теорії відносності стає визначення законів чотиривимірного простору, де четверта координата - час. Головне в принципі відносності - руйнування ідеї щодо абсолюту істини.

У 1911 р Ернст Резерфорд (рис.6.3) експериментально виявив атомне ядро і створив планетарну модель атома, а раніше, в 1903 році разом з радіохіміком Фредеріком Соді висунув і довів свою ідею про перетворення елементів у процесі радіоактивного розпаду. Саме працюючи в цій темі Е. Резерфорду вдалося в 1908 році отримати Нобелівську премію. У 1920 році, коли Ернст Резерфорд висловив гіпотезу про те, що позитивно заряджені протони утримуються в ядрі атома завдяки якимсь часткам мають нейтральний заряд. Резерфорд запропонував назвати ці частинки нейтронами. Це припущення було забуто фізиками на довгі роки. Про нього згадали тільки в 1930 році, коли німецькі фізики Боті і Беккер помітили, що при опроміненні бору або берилію альфа-частинками виникає незвичайне випромінювання.

Нільс Бор (1885-1962 рр.) запропонував модель будови атома, де електрони обертаються по орбітах навколо ядра атома, наче планети навколо Сонця. Н. Бор довів, що електрон має постійну орбіту і лише коли вона змінюється, то вивільнюється енергія. Модель атома Н. Бора була високо оцінена в світі. За заслуги в дослідженні будови атомів і їхнього випромінювання Н. Бор у 1922 р. удостоєний Нобелівської премії. Завдяки йому розвиток одержала нова галузь науки - квантова механіка.

В 1923 році француз де Бройль висловив припущення, що властивостями хвилі можуть володіти і звичайні частки, продемонструвавши хвильові властивості електрона. Експерименти де Бройля підтвердилися відразу в декількох країнах. У 1926 році Шредінгер описав матеріальні хвилі де Бройля, а англієць Ширак створив загальну теорію, припущення Гейзенберга і Шредінгера увійшли до неї як приватні випадки. У ті роки про елементарні частки вчені взагалі не підозрювали, але та теорія квантової механіки чудово описала їх рух в мікросвіті. За наступні роки основа теорії не зазнала явних змін. Сьогодні в будь-яких природних науках, що виходять на атомарний рівень, застосовується квантова механіка. Це інженерні науки, медицина, біологія, мінералогія і хімія. Теорія дозволила розрахувати молекулярні орбіти, що в свою чергу дозволило винайти транзистори, лазери, надпровідність. Саме квантовій механіці ми зобов'язані появі комп'ютерів. Також на її основі була розроблена фізика твердого тіла. Саме тому щороку з'являються нові матеріали, а вчені навчилися чітко бачити структуру речовини.

У 1932 р. Джеймс Чедвік довів існування нейтрона. Це наукове відкриття призвело до бомбардування Хіросіми і Нагасакі, до розвитку гонки озброєння і до холодної війни. Але в той же час це відкриття стало поштовхом до розвитку атомної енергетики, а також до використання радіоізотопів у різних наукових сферах. За відкриття нейтрона Джеймсу Чедвіку в 1935 р. було присуджено Нобелівську премію в галузі фізики.

16-го грудня 1947 р. Уолтер Браттейн, Джон Бардін і Вільям Шоклі відкрили властивості напівпровідника - керування великими струмами за допомогою малих. Так з'явився транзистор - прилад, що складався з пари р-п переходів. Принцип роботи транзистора послужив підґрунтям до розвитку багатьох сфер наукової діяльності та не тільки. Його винахід призвів до появи мікросхем і мікропроцесорів - основи для сучасних комп'ютерів та радіоелектронної апаратури.

**Перші ЕОМ.** Перші електронні комп'ютери з'явилися в першій половині ХХ ст. На відміну від попередніх, вони могли виконувати задану послідовність операцій за програмою, що була задана раніше, або послідовно розв'язувати задачі різних типів. Перші комп'ютери були здатні зберігати інформацію в спеціальній пам'яті.

У 1934 році німецький студент Конрад Цузе (рис. 6.4), який працював над дипломним проектом, вирішив створити у себе вдома цифрову обчислювальну машину з програмним управлінням та з використанням (вперше в світі) двійкової системи числення. У 1937 році машина 21 (Цузе 1) запрацювала. Вона була 22-розрядною, з пам'яттю на 64 числа і працювала на суто механічній (важільній) базі (Рис. 6.4.)

Необхідність у швидких та точних обчисленнях особливо зросла під час Другої світової війни (1939—1945 рр.) перш за все для розв'язання задач балістики, тобто науки про траєкторію польоту артилерійських та інших снарядів до цілі. 1937 року Джон Атанасов (американський вчений, болгарин за

походженням) вперше запропонував ідею використання електронних ламп як носіїв інформації.



Рис. 6.4 ЦОМ Цузе 1

У 1942—1943 роках в Англії була створена за участю Алана Тьюрінга обчислювальна машина "Колос". В ній було 2000 електронних ламп. Машина призначалася для розшифрування радіограм німецького вермахту. "Колос" вперше в світі зберігав та обробляв дані за допомогою

електроніки, а не механічно. Машини Цузе та Тьюрінга були засекреченими, про їх створення стало відомо через багато років після закінчення війни.

У 1944 році під керівництвом професора Гарвардського університету Говарда Айкена було створено обчислювальну машину з автоматичним керуванням послідовністю дій, відому під назвою Марк 1 (Рис.6.5). Ця обчислювальна машина була здатна сприймати вхідні дані з перфокарт або перфострічок. Машина Марк 1 була електромеханічною, для зберігання даних використовувались механічні прилади (коліщатка та перемикачі). Машина Айкена могла виконувати близько однієї операції за секунду та мала величезні розміри: понад 15 м завдовжки та близько 2,5 м заввишки і складалася більш ніж із 750 тисяч деталей.

1946 року групою інженерів під керівництвом Джона Моучлі та Дж. Преспера Еккерта на замовлення військового відомства США було створено машину "ЕНІАК", яка була здатна виконувати близько 3 тисяч операцій за секунду. За розмірами "ЕНІАК" був більшим за Марк 1: понад 30 метрів завдовжки, його об'єм становив 85 куб. м. Важив "ЕНІАК" 30 тонн. Замість тисяч механічних деталей Марка 1, в ЕНІАКу було використано 18 тисяч електронних ламп.

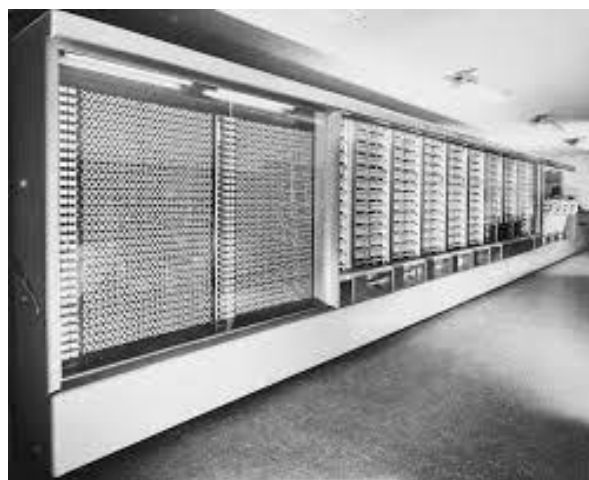


Рис. 6.5 Марк 1

Суттєвий внесок у створення ЕОМ зробив американський математик Джон фон Нейман, що брав участь у створенні ЕНІАК (рис. 6.6). Фон Нейман запропонував ідею зберігання програми в пам'яті машини, використання двійкової системи числення для внутрішніх розрахунків. Такі ЕОМ були значним кроком уперед на шляху створення більш досконалих машин. Вони були здатні обробляти команди в різному порядку.

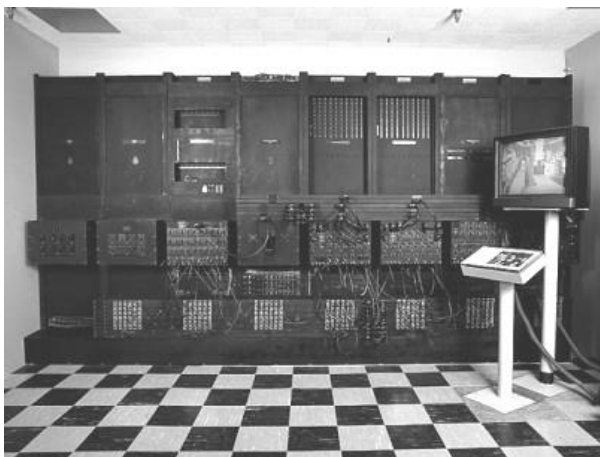


Рис.6.6 ЕОМ ЕНІАК

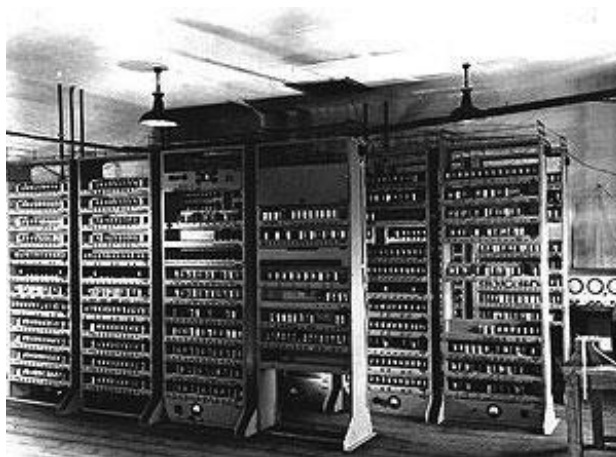


Рис. 6.7 ЕОМ ЕДСАК

Перша ЕОМ, яка зберігала програми у пам'яті, дістала назву ЕДСАК (рис. 6.7) (Electronic Delay Storage Automatic Calculator - електронний калькулятор з пам'яттю на лініях затримки). Вона була створена в Кембріджському університеті (Англія) 1949 року. З того часу всі ЕОМ є комп'ютерами з програмами, які зберігаються у пам'яті.

Такі комп'ютери, як ЕНІАК, ЕДСАК, являли собою лише перші моделі ЕОМ. Упродовж десятиріччя після створення ЕДСАКа, було виготовлено та введено в експлуатацію в США близько 5000 комп'ютерів. Гігантські машини на електронних лампах до 50-х років ХХ ст. склали перше покоління комп'ютерів.

**Астрономія та ракетобудування.** В 1922 році проаналізувавши систему з 10 світових рівнянь загальної теорії відносності Ейнштейна, Олександр Фрідман прийшов до фундаментального висновку, що Всесвіт постійно розширюється (так звана теорія "Великого вибуху"). Він першим відмовився від постулату про стаціонарність Всесвіту й замінив його на більш загальні твердження про однорідність і ізотропність, передбачивши, таким чином, результати досліджень Хаббла.

У березні 1929 року в номері "Праць Національної академії наук США" була опублікована стаття **Едвіна Хаббла** "Зв'язок між відстанню й променевою швидкістю позагалактичних туманностей". Зіставивши дані спостереження 46-и туманностей, учений дійшов висновку "Далекі галактики йдуть від нас зі швидкістю, пропорційною відстані від нас. Чим далі галактика, тим вище її швидкість". Відкриття Хаббла лягло в основу концепції Всесвіту, що розширюється, передбаченої ще Олександром Фрідманом.

**Космонавтика** (від грецького косμος) - Всесвіт і ναυτική - мистецтво мореплавання процес дослідження космічного простору за допомогою автоматичних і керованих космічних апаратів, а також самі польоти в космічний простір.

Сам термін був запропонований одним із піонерів радянської ракетної техніки Г. Е. Лангемаком (1898–1938) (рис. 6.8).

Під безпосереднім керівництвом та за участю Г. Е. Лангемака розроблено низку реактив. снарядів різноманітних калібрів, призначених для запусків із землі, військових кораблів і літаків, зокрема РС-82 і -132, згодом використаних для створення реактивних мінометів, відомих під назвою "Катюша" (його

вважають співавтором цього виду зброї). У листах до К. Ціолковського розмірковував про можливість використання ракет у мирних цілях. 2 листопада 1937 заарештований, 11 січня 1938 за звинуваченнями в шкідництві та участі у антирадянській терористичній організації засуджений до розстрілу. Реабілітований у 1955 році.



Рис. 6.8 Г. Е. Лангемак

Космічними досягненнями, що широко використовуються сьогодні великою кількістю галузей і напрямків фундаментальної науки, маємо бути вдячні перш за все тим ученим, які зробили вклад у розвиток теорії і практики ракетобудування.

Теорія польоту ракет має визначну історію і її здобутки базуються на великій кількості наукових досліджень, які тією чи іншою мірою стосуються даної галузі. Насамперед це питання аеродинаміки, закони механіки, теорія автоматичного регулювання, теорія

коливань, метеорологія, геодезія та ін.

Роботи з дослідження механіки матеріальних систем, сил і моментів, що діють на літальні апарати, відомі ще з середини ХІХ століття, коли на науковому рівні почали розглядати основи ракетної техніки і перша спроба була зроблена К. І. Константиновим (1817–1871 рр.).

Піонером теоретичних основ ракетної техніки є М. І. Кибальчич (1853–1881 рр.), заслугою якого слід вважати те, що він довів можливість використання ракетодинамічного принципу створення підйомної сили, що виключає повітря, як опорне середовище. У своїх роботах М. І. Кибальчич порушив цілу низку проблем будування ракетної техніки, а саме, конструкція ракет та принципи управління ракетою. Він також зробив проект космічного апарату для польоту людини.

Друга половина ХІХ століття характерна прогресом розвитку цілої низки наук, які теж пов'язані з подальшим розвитком ракетної техніки та галузей науки з теоретичного обґрунтування проблемних питань.

Так, наприклад, М. Є. Жуковський (1847–1921 рр.) (рис. 6.9) зробив значний вклад у теорію аеродинамічного принципу руху. Він є автором ряду положень теорії польоту балістичних ракет. Заснований під керівництвом М. Є. Жуковського та С. О. Чаплигіна (1869–1942 рр.) ЦАДІ (Центральний аеродинамічний інститут) став каталізатором у подальшому розвитку аеродинаміки як науки.



Рис. 6.9 М. Є. Жуковський

Суттєвих здобутків було досягнуто в аеродинаміці російськими вченими М. О. Забудським (1853–1917 рр.) та М. В. Маєвським (1823–1892 рр.), особливо в питаннях "Зовнішньої балістики".



З питань систем управління польотом ракети суттєвий внесок зроблено І. О. Вишнеградським (1831–1895 рр.) та О. М. Ляпуновим (1857–1918 рр.).

Наприкінці XIX - на початку XX століття вагомі результати з питань теорії та конструкції ракетобудування та управління польотом ракет досягли вчені Франції, США, Німеччини, Австрії. Так, німецький учений Герман Оберт (1894–1989 рр.) у 1920 р. у своїх працях виклав принципи міжпланетних польотів.

Американський учений Роберт Годдард (1882–1945 рр.) у 1923 р. почав розроблення рідинного ракетного двигуна, працездатний екземпляр якого було створено в кінці 1925 р.

У Німеччині питаннями ракетобудування займалася Німецька компанія міжпланетних сполучень, і вже 14.3.1931 р. здійснили запуск ракети з двигуном, що працює на рідинному паливі. Вагомий внесок у розвиток ракетобудування зробив Вернер фон Браун (1912–1977 рр.), який почав працювати в цій компанії з 1932 р. У 1936 р. він був призначений технічним директором і завдяки його безпосередній участі 03.10.1942 р. був здійснений успішний запуск ракети А-4 з дальністю польоту 320 км, а з 1944 р. почалось її бойове застосування під назвою V-2. Це був перший в історії об'єкт, який здійснив перший суборбітальний політ, досягнувши висоти у 188 км. Це відбулося у 1944 році. Після війни ракета стала прототипом для розробки балістичних ракет в США, СРСР та інших країн (рис. 6.10).



Рис. 6.10 Ракета V-2

Слід відмітити таких учених, як: Роберт Есно-Пельтрі (1881–1957 рр.) (Франція), який розглядав і досліджував питання теорії ракетної техніки, Е. Зенгер (1905–1964 рр.) (ФРН) та ін.

У розробленні теорії руху велика заслуга належить професору І. В. Мещерському (1859–1935 рр.), яким уперше засновано новий розділ теоретичної механіки - "механіка тіл змінної маси", до яких відносять і ракети. Наприкінці XIX століття у своїй роботі "Динаміка точки змінної маси" він уперше вивів основне рівняння руху тіла змінної маси. На основі цього рівняння та аналізу вертикального руху ракети І. В. Мещерський вивів "рівняння вертикального польоту ракети". Це рівняння та інші положення, що були розроблені І. В. Мещерським, виконані для визначення найважливіших закономірностей польоту ракет.

Засновником теорії реактивного руху – "Ракетодинаміки і космонавтики" вважається Костянтин Едуардович Цюлковський (1857–1935 рр.) (рис. 6.11). Перші наукові дослідження К. Е. Цюлковського відносять до 1880–1881 р. Не знаючи про вже зроблені відкриття, він написав роботу "Теорія газів", у якій виклав основи кінетичної теорії газів.

Три роки К. Е. Цюлковський систематично займався теорією руху реактивних апаратів. Думки про використання ракетного принципу в космосі



висловлювалися К. Е. Ціолковським ще в 1883 р., а закінчив він наукові дослідження теорії реактивного руху у 1896 р.

К. Е. Ціолковський вивів формулу (вона одержала назву "формула Ціолковського"), що встановила співвідношення між: швидкістю ракети в будь-який момент; швидкістю витікання газів із сопла; масою ракети; - масою підривних речовин.

1903 року він опублікував книгу "Дослідження світових просторів реактивними приладами", де вперше довів, що єдиним апаратом, здатним здійснити космічний політ, є ракета. У цій книжці він заклав основи теорії ракет і рідинного ракетного двигуна. У даній праці К. Е. Ціолковський:

- довів неможливість виходу в космос на аеростаті або за допомогою артилерійського обладнання; вивів залежність між вагою палива й вагою конструкцій ракети для подолання сили земного тяжіння; висловив ідею бортової системи орієнтації за Сонцем або іншими небесними світилами; проаналізував поведження ракети поза атмосферою, у середовищі, вільному від тяжіння; вирішив питання посадки космічного апарата на поверхню планет, позбавлених атмосфери.

У 1911 р. опубліковано другу частину праці "Дослідження світових просторів реактивними приладами". К. Е. Ціолковський досліджує питання з подолання сили земного тяжіння, визначає швидкість, необхідну для виходу апарата в Сонячну систему "друга космічна швидкість" і час польоту.

Таким чином, на межі ХІХ-ХХ століть К. Е. Ціолковський перший у світі науково вирішив основні питання теорії польоту та заклав теоретичні основи сучасної ракетної техніки і космічних польотів.

Багато технічних та конструктивних ідей К. Е. Ціолковського запроваджено у сучасних ракетах усього світу. На роботах К. Е. Ціолковського зростало ціле покоління радянських учених зі світовим іменем, таких, як: Ф. А. Цандер (1887–1933 рр.), Ю. В. Кондратюк (1897–1942 рр.), М. І. Тихомиров (1860–1930 рр.), В. А. Артем'єв (1885–1962 рр.), Г. Е. Лангемак, В. П. Глушко (1908–1989 рр.), М. К. Тихонравов (1900–1974 рр.), Ю. О. Победоносцев (1907–1973 рр.), С. П. Корольов (1906–1966 рр.) та ін. Завдяки цим ученим теоретичні основи ракетної техніки набули не тільки подальшого розвитку, а й широкого практичного використання. Апогеєм цього були великі досягнення Радянського Союзу у космічній галузі та у розробленні і створенні сучасних бойових ракет та реактивних снарядів.

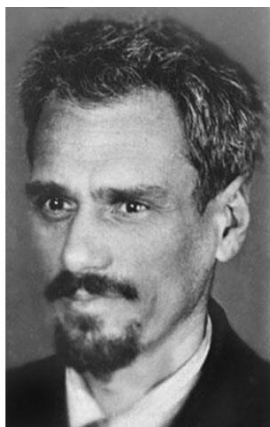
**Юрій Кондратюк** (Олександр Шаргей) (рис. 6.12), який увійшов до історії космічної програми NASA, у січні 1929 року в Новосибірську власним коштом видав книгу "Завоювання міжпланетних просторів". На теоретичному рівні він вперше обґрунтував економічну доцільність вертикального злету ракет, створення проміжних баз під час польотів, гальмування у верхніх шарах атмосфери, використання сонячної енергії космічними апаратами, прорахував трасу для ракети на Місяць. Остання розробка була використана в США під час



Рис. 6.11 К.Е. Ціолковський

запуску "місії Аполлон". Факт цього визнано було керівниками програми та підтверджено у журналі Life.

Становлення космічної галузі в Україні розпочалося в 1937 р. зі створенням у Харківському авіаційному інституті Харківської реактивної групи під керівництвом Г. Проскури, яка здійснила запуск великої стратосферної ракети біля Харкова.



**Рис. 6.12 Ю. В. Кондратюк** Сучасні знання з теорії польоту літальних апаратів формувалися завдяки досягненням таких наук, як небесна механіка, астрономія, аеродинаміка, теоретичні основи ракетодинаміки та теорії оптимального управління. Крім того, теорія польоту є подальшим розвитком і практичним додатком динаміки твердого тіла. Вона розглядає політ різних літальних апаратів: літаків, ракет та реактивних снарядів, супутників Землі, артилерійських снарядів, авіаційних бомб тощо.

**Вчення про біосферу.** У центрі природничо-наукових і філософських інтересів Володимира Івановича Вернадського була розробка цілісного вчення про біосферу, живу речовину (яка утворює земну оболонку) і еволюцію біосфери в ноосферу, у якій людський розум і діяльність, наукова думка стають визначальним фактором розвитку, потужною силою, яка зрівнюється за своїм впливом на природу з геологічними процесами. Він розробив вчення про "ноосферу", як закономірний процес природньо-історичного розвитку людини. Вчення Вернадського про взаємозалежність природи і суспільства вплинуло на формування сучасної екологічної свідомості.

**Телеметрія.** 27 січня 1926 року англійський винахідник Джон Берд (1888-1946 рр.) уперше привселюдно продемонстрував телевізійну передачу простих зображень (мальтійський хрест і т.п.). Зображення передавалося на відстань 3,5 км., його чіткість становила 30 рядків, розгорнення зображення здійснювалося механічним пристроєм - так званим диском Ніпкова (запатентованим німецьким інженером Паулем Ніпковим ще в 1884 році). Розвиток телебачення надалі пов'язаний з ім'ям В. К. Зворикіна, що винайшов передавальну трубку (іконоскоп) і прийомну трубку (кінескоп).

Епохальну революцію в засобах комунікації викликала поява телебачення. Винайдене В. Зворикіним телебачення зайняло провідне місце серед засобів масової інформації, засобів реклами, інструментів політики. Сьогодні без телевізійного екрана неможливо уявити ані економіку, ані культуру. Величезну роль відіграє телебачення й у політичному житті. Вперше теледебати відіграли вирішальну роль під час виборчої кампанії 1960 р. у США, коли Джон Кеннеді видався американцям більш привабливим, ніж його опонент - Річард Ніксон.

**Наукові відкриття в галузі біології та медицини.** Революція в цій галузі пов'язана з відкриттям подвійної спіралі ДНК. Ще в 1869 ДНК відкрив швейцарський біолог Фрідріх Мішер. Але тоді він не припускав, що це носій

генетичної інформації, який об'єднує всі живі істоти, починаючи від людини до земляного хробака.

У 20-му столітті англійський науковець Розалін Франклін, проводячи рентгенівський дифракційний аналіз молекул ДНК, дійшла висновку, що ДНК має форму подвійної спіралі, що нагадує гвинтові сходи. Розалін розповіла про результати свого аналізу дослідникам Кембриджського Університету Френсісу Кріку і Джеймсу Вотсону, які також вивчали структуру ДНК. І в 1953 р. вони запропонували тривимірну структуру молекули ДНК, за що й отримали Нобелівську премію. Але, незважаючи на це, Розалін і далі продовжувала вивчати властивості ДНК, відкриваючи все нові її якості. Наукові роботи Розалін згодом підштовхнули вчених до розробки нових медичних препаратів, появи генної інженерії, клонування тварин, органів людини і навіть до спроби клонування самої людини.

Важливу роль у розвитку біології відіграв відомий вчений **Сідні Бреннер**, який зробив відкриття в галузі генетичної регуляції розвитку органів. Він вивчав питання про обмежену тривалість життя клітини. Згодом було висловлено припущення про запрограмовану смерть клітини - апоптозу.

Бреннер спільно з Джоном Салстоном займався розшифруванням геному людини. Виконуючи дослідницьку роботу на земляному черв'яку - нематоді, Салстон визначив перший ген самогубства клітини.

Роберт Горвіц в 70-і роки, продовжуючи роботу в цьому напрямку, відкрив два гени клітинного самогубства. Пізніше він відкрив ген, який утримує клітину від самознищення. Він знайшов відповідні гени в інших тварин і людини. Ці наукові відкриття дозволяють продовжити роботи в сфері управління процесами старіння організмів і припустити можливість контролю розвитку багатьох смертельних захворювань. У 2002 р. Р. Горвіц і Дж. Салстон отримали Нобелівську премію в сфері фізіології і медицини.

В біології інтенсивно розвивались дослідження в галузі генетики. 1909 року датський вчений **Вільгельм Іогансен** увів поняття одиниці спадковості - "гена". Нова наука, що виникла на стику хімії та біології, швидко почала займати провідні позиції, витісняючи традиційний дарвінізм. Важливий внесок у цю справу зробили американець **Томас Х. Морган** і радянський вчений **М. І. Вавілов**.

З 1911 р. Томас Морган і його соратники почали публікацію серії робіт, в яких експериментально, на основі чисельних дослідів з дрозофілами, доводилось, що гени - це матеріальні частинки, які визначають спадкоємну мінливість, і що ці носії є хромосоми ядра клітини. Так і була сформульована в основних рисах хромосомна теорія спадковості, яка підтвердила і підкріпила закони, відкриті Менделем.

М. І. Вавілов ознайомився з роботами Моргана визначився з напрямками своєї наукової діяльності. М. І. Вавілов, присвятивши усе своє життя генетиці, вражав оточуючих його співробітників властивою йому титанічною діяльністю, енергійністю. Разом з М. К. Кольцовим, С. С. Четвериковим, А. С. Серебровським зробив значний внесок у розвиток генетики. Він встановив

закони гомологічних рядів і спадкової мінливості організмів, обґрунтував вчення про імунітет рослин. Якби не його трагічна доля, то бути йому нобелівським лауреатом. На отримання премії його неодноразово висували закордонні колеги, але радянський уряд не давав своєї згоди. 1940 року Микола Вавилов був заарештований. Напівграмотні слідчі не змогли навіть скласти обвинувачення проти всесвітньо відомого вченого. 1943 року він помер від виснаження в саратовській в'язниці.

З середини 30-х років розвиток генетики в СРСР уповільнився, а потім її взагалі заборонили, назвавши псевдонаукою, хоча було створено методи управління спадковістю, незамінні для селекції більш продуктивні види сільськогосподарських культур тощо. Застосування фізичних та хімічних методів дослідження сприяло створенню біофізики та біохімії.

Власне, одним з перших відкриттів ХХ століття, яке використовується і зараз, є відкриття груп крові. Сталося це в 1900 році коли австрійський лікар, хімік і імунолог Карл Ландштейнер (1868-1943 рр.), який узяв кров у себе і своїх співробітників, відділив сироватку від еритроцитів за допомогою центрифуги і змішав окремі зразки еритроцитів з сироваткою крові різних осіб і з власної. Згодом Ландштейнеру вдалося розділити 6 зразків на три групи, яким були дані назви А, В і О. Пізніше, в 1902 році, учні лікаря відкрили ще одну групу, назвавши її АВ. До слова сказати, наукове товариство удостоїло Карла Ландштейнера Нобелівською премією в 1930 році, а з 2005 року в усьому світі 14 червня став Всесвітнім днем донора крові (день народження Ландштейнера). Метод К. Ландштейнера дав можливість переливати кров однієї людини іншій. Вивчав особливо небезпечну хворобу - поліомієліт. Завдяки К. Ландштейнеру були відкриті нові напрями досліджень в бактеріології, імунології, досягнуто успіхів в практичній медицині

**Зигмунд Фрейд.** У 1905 році Зигмунд Фрейд оформив свою теорію психоаналізу, а так само метод лікування психологічних розладів на основі цієї теорії. За весь час свого існування психоаналіз розширювався і доповнювався, видозмінювався і розгалужувався, знаходив своїх послідовників. А в сучасних реаліях він перетворився на більш ніж два десятки різних концепцій психічного розвитку людини, при цьому розрізняються вони, як підходами так і самими теоріями. Однак класичний психоаналіз Зігмунда Фрейда за своєю суттю визначає вид терапії, при якому пацієнт словесно висловлює свої думки, використовуючи свої фантазії, сни або асоціації, в той час як аналітик на підставі отриманої інформації намагається вивести висновок про ті несвідомі конфлікти, які є причинами симптомів і проблем різних рис характеру пацієнта. Даний підхід діє за принципом "ти мені - я тобі", коли аналітик "розшифровує" отримані дані пацієнту для того, щоб останній зміг знайти шляхи вирішення своїх проблем.

Незважаючи на те, що підхід Фрейда часто критикувався і звинувачувався в ненауковості, вплив психоаналізу на розвиток психології та культури є незаперечним фактом.

Відбулося відкриття пеніциліну Александром Флемінгом. Хоча практичне застосування антибіотиків почалося тільки під час Другої світової війни, відкриття мало величезне значення в боротьбі з інфекційними хворобами в другій половині століття, збільшенні тривалості життя й чисельності населення в світі.

Перша світова війна дала поштовх розвитку хімії. Терміново створювалось виробництво отруйних газів і протигазів, розширювався випуск вибухових речовин, в Німеччині йшли пошуки штучних замінників недоступних природних продуктів. У 30-ті роки в СРСР і Німеччині було синтезовано каучук, а в США - новий вид штучного волокна, всесвітньо відомий капрон. На межі наук з'явилися нові дисципліни - хімічна фізика, геофізика.

**Геологія.** Провісником великих змін у геології стало обґрунтування німецьким геофізиком Вегенером гіпотези про дрейф континентів. Порівнявши протилежні берегові лінії Атлантичного океану і аналізуючи геологічні та палеонтологічні дані, він висловив припущення, що раніше існував єдиний праматерик, який потім розколовся на теперішні. У розвідці корисних копалин широко застосовувались нові методи пошукових робіт, прилади та інструменти.

Наукові відкриття першої половини ХХ століття стали безпосередньою продуктивною силою, що зумовила якісні зміни в житті людини. Безперечно, вони істотно змінили не тільки матеріальну сферу людини, але в той же час вплинули на духовний розвиток людини і навіть призвели до загального занепаду рівня моральності.

## **6.2. Технічні досягнення людства першої половини ХХ ст.**

**Електроенергетика.** Великі зрушення у створенні нової техніки, яка з'явилася у першій половині ХХ ст., були пов'язані з розвитком природознавчих і технічних наук. Наприкінці ХІХ ст. виникає нова галузь виробництва - електрична промисловість, до якої на той час належали електроенергетика та електротехнічні підприємства. Електрична енергія розв'язала проблему ліквідації розриву між місцезнаходженням природних ресурсів енергії (водних джерел, родовищ палива) та розташуванням її споживачів.

У машинобудуванні електричний двигун стає основою промислового виробництва. Необхідно відзначити, що на початку ХХ століття історія практичного використання електричних двигунів не досягла ще і 15-річного віку, але темпи і масовість їх застосування були дуже значними. Застосування електричного привода дозволило розробити багато типів металорізальних верстатів, перейти до їх випуску, забезпечити виготовлення складних енергетичних, транспортних, гірничих, металургійних, сільськогосподарських машин, виробів та обладнання для комунальної та побутової техніки.

Цьому сприяло інтенсивне будівництво центральних міських електричних станцій і широко розгалужених розподільних електричних мереж, а також безперечні переваги електродвигунів порівняно з паровими машинами і газомоторами такої самої потужності.

Початок ХХ століття ознаменувався в електротехніці все більш широким застосуванням системи змінного струму для передачі й розподілу електричної енергії. А після винаходу в 1912 р. у Німеччині підвісних ізоляторів лінії електропередачі змінного струму отримали масове поширення, були побудовані перші лінії електропередачі змінного струму напругою 110 кВ.

Одним з головних напрямків розвитку електроенергетики у першій половині ХХ ст. було підвищення економічності теплових електростанцій, чому сприяло їх районування. В Європі першою країною, яка в 1906 р. здійснила паралельну роботу двох промислових електростанцій, що живили цілу мережу споживачів, стала Італія. Саме цю подію багато фахівців вважають моментом зародження першої повноцінної енергосистеми.

Підвищується значення гідроелектростанцій, які були більш економічними, ніж теплові. Собівартість електроенергії, виробленої на них, у 4 рази нижча, ніж на теплових. Зміни в електроенергетиці вплинули на розвиток виробництва електроапаратури (реле, вимикачі, запобіжники, конденсатори).

Електроенергія набула широкого застосування в металургійній промисловості: гальванізація, нагрівання, плавка і зварювання металів.

Відомим ученим у галузі електрозварювання і мостобудування був Патон Євген Оскарівич (1870–1953 рр.). Створив методи розрахунку найбільш раціональних конструктивних схем металевих прогінних частин мостів, досліджував умови їх роботи, розробив способи відновлення зруйнованих мостів. Виконав засадничі дослідження в галузі розрахунку і міцності зварних конструкцій, механізації зварювальних процесів, наукових основ електричного зварювання плавленням. Під його керівництвом винайдений спосіб автоматичного швидкісного зварювання, що зіграв визначну роль у технічному розвитку. У роки Великої вітчизняної війни Радянського Союзу 1941-1945 за безпрецедентно короткі терміни на одному з підприємств Уралу, куди був евакуйований найбільший танковий завод, колектив Інституту електрозварювання вирішив низку складних наукових й інженерних завдань з розробки технології автоматичного зварювання під флюсом і впровадження її у виробництво військової техніки: танків, артилерійських систем, авіабомб та інших видів озброєння. Застосування автоматичного зварювання в оборонній промисловості дало винятково великий ефект і забезпечило можливість стрімкого збільшення випуску бойових машин, боєприпасів і озброєння високої якості.

**Металургія.** На початку ХХ ст. значно розширилась галузь застосування кольорових металів: машинобудування, електротехнічна промисловість, техніка зв'язку, приладобудування потребували все більшої кількості міді, цинку, олова, свинцю, благородних металів. Почалось промислове виробництво нового кольорового металу - нікелю. До кінця ХІХ ст. сировиною для отримання важких кольорових металів були монометалічні окислені, карбідні та силікатні природні руди. Єдиним способом отримання кольорових та чорних металів була пірометалургія - сукупність металургійних процесів, що відбувались при високих температурах.

Виснаження запасів багатих окислених руд висунуло проблему використання більш поширених на планеті сульфідних руд, які містять сірку. Для переведення мінералів з високим вмістом сірки в окисли металів був використаний процес окислювального випалення, сконструйовані спеціальні печі.

У XIX ст. почали використовувати алюміній, але поширення він набув лише у XX ст. Хімічний спосіб отримання алюмінію потребував великих енергетичних витрат. Тому до 1890 р. у світі було отримано всього 200 т. цього металу. У 1886 р. Поль Еру у Франції та Чарльз Холл у США незалежно один від одного отримали однакові патенти на виділення алюмінію методом електролізу з глинозему, розчиненого у розплавленому кріоліті. Так було започатковано спосіб електролітичного виробництва алюмінію.

Вперше методи порошкової металургії були розроблені російськими ученими Петром Соболевським і Василем Любарським у 20-х рр. XIX ст., але лише на початку XX ст. виникає необхідність у широкому застосуванні порошкової металургії. У цей час з тугоплавких металів почали виготовляти нитки для розжарювання електричних ламп. Спочатку вони виготовлялись з осмію, а згодом - з танталу. У той же період з вольфраму почали виготовляти у США мідно-графітові щітки для електродвигунів.

Після того, як досконало була вивчена природа рентгенівського випромінювання, одержана дифракція, його почали застосовувати для дослідження будови кристалів. Так було створено рентгенівський структурний аналіз, за допомогою якого визначено атомні структури мінералів, неорганічних сполук, сплавів, структури складних органічних сполук, проводиться наукове прогнозування добування нових матеріалів із наперед заданими властивостями та ін. В металознавстві заклали підвалини рентгеноструктурного аналізу вчені зі Швеції А. Вестгрен та Г. Фрагмен.

Розвиток металургії позначився на гірничій справі. Потреби у руді та паливі змусили перейти до нових методів їх добування. В останній чверті XIX ст. вдосконалюються всі процеси й операції добування корисних копалин. Але найважливішим було те, що на шахтах індустріально розвинутих країн світу з'являються й дедалі інтенсивніше починають використовуватися врубові машини. Вже на початку XX ст. гірничя промисловість стає однією з передових галузей індустрії.

Великий внесок у розвиток технології переробки нафти зробив російський учений Володимир Шухов, який у 80-х р. XIX ст. разом з інженером Іваном Єліним сконструював кубову батарею для безперервного процесу її перегонки, яка з 1883 р. почала працювати на заводі Нобеля у Баку. У 1890 р. В. Шухов разом з інженером Сергієм Гавриловичем розробив апаратуру для крекінг-процесу, а наступного року йому був виданий відповідний патент. Винахідники замість куба застосували для крекінг-процесу систему труб, які зазнавали впливу гарячих газів. Для покращення теплопередачі було передбачено примусову циркуляцію. Саме цей винахід став основою сучасної схеми термічного крекінгу. З 1900 р. до 1932 р. частка нафти в енергетичному комплексі зросла з 3,5 % до 22

%, а її видобуток до 1950 р. зріс у два рази. Великими темпами зростає видобуток і споживання природнього газу.

Досягнення хімії та хімічної технології створили передумови для отримання штучних і синтетичних матеріалів та зародження їх промислового виробництва. Поява штучних матеріалів - показник якісно нового і більш високого розвитку хімії. Для їх отримання спочатку майже завжди слугували відомі й перевірені на практиці природні матеріали. Перші дослідники лише створювали штучні матеріали, аналогічні природнім, які за своїми властивостями поступались останнім. Із вдосконаленням хімічної технології почали створюватися штучні матеріали, які не поступалися, а подекуди й перевищували за якістю природні.

Для хімічної технології початку ХХ ст. характерною рисою було використання 14 основних хімічних елементів, які складають 99,5% земної кори. Саме у цей час широко почали використовувати фтор, титан, хлор, магній, алюміній, а водень став основою сучасної хімії. Синтез аміаку, синтез спиртів, синтез рідкого палива щорічно вимагають виробництва мільярдів кубічних метрів водню.

Таким чином, характерною рисою хімічної промисловості було застосування поширених елементів, які раніше майже не використовувалися у промислових масштабах.

**Машинобудування.** Проста кооперація однорідних або різнорідних робочих машин середини ХІХ ст. у машинобудуванні поступово на початку ХХ ст. була замінена розчленованою системою машин. Вона була складною сукупністю різнорідних, але діючих одночасно машин, які отримували рух не від одного спільного двигуна, а від індивідуальних двигунів при кожній машині.

Зростання випуску машин, розширення фабрик та заводів супроводжувалися все більшою спеціалізацією виробництва. Спеціалізація дозволила значно вдосконалити техніку, технологію та організацію виробництва й врешті-решт набагато збільшити випуск техніки та обладнання. Машинобудування розпадається на окремі вузькоспеціалізовані галузі.

Розширення підприємств вимагало все більшої спеціалізації металообробного обладнання. На вузькоспеціалізованих верстатах оброблялась одна деталь або виконувалася лише одна виробнича операція. Таке звуження функцій верстата при значному зростанні його виробничих потужностей створювало нові можливості для масового випуску продукції, а також для подальшої автоматизації самого процесу виробництва.

Важливою особливістю техніки машинобудування на початку ХХ ст. було значне підвищення точності виробництва, що значною мірою було пов'язане з роботами відомого англійського верстатобудівника Джозефа Вітворта. Калібри Вітворта, які допускали точність підгонки деталей близько однієї десятитисячної частини дюйма вже у 1890-х рр. стали невід'ємною частиною кожного машинобудівного заводу в Європі та Америці.

У цей період використовувалося 5 основних типів металообробних верстатів: токарні, свердлильні, стругальні, фрезерувальні, шліфувальні.



Застосування спеціалізованих та високопродуктивних металорізальних верстатів, дотримання методів точних вимірювань, запровадження стандартів та принципів взаємозамінності деталей підготувало технічну базу для переходу машинобудування до серійного й масового виробництва. З 30-х років у Німеччині створюються напівавтоматичні токарні верстати.

**Транспорт та будівництво.** Вже напередодні Першої світової війни паротяг у своєму конструктивному рішенні досяг межі, що стимулювало дослідження в галузі створення принципово нових засобів тяги. Вже в останній чверті XIX ст. визначились контури нових напрямів локомотивобудування: електровозо- та тепловозобудування.

Внаслідок впровадження двигуна внутрішнього згоряння на залізничному транспорті почав формуватися новий напрямок – тепловозобудування. Вже на початку XX ст. починається будівництво тепловозів з електричною системою передачі обертового моменту від валу двигуна внутрішнього згоряння рухомим осям локомотива. У 1909 р. на Коломенському заводі (Росія) розробили проект тепловоза з електричною передачею.

Розвиток залізничного транспорту поставив на порядок денний вирішення проблеми будівництва мостів. Одним з напрямів їх прискореного спорудження була розробка збірно-розбірних конструкцій. Найбільш досконалими виявились рішення будівничого паризької вежі, інженера Гюстава Ейфеля, який використав ферму з трикутною решіткою. Однак, інженер Євген Патон розробив більш легку, дешеву дворешітчасту конструкцію. У порівнянні з фермою Ейфеля вона давала економію на кількості основних компонентів у 2,3 рази, на малих з'єднувальних частинах – у 7,2 рази, на болтах – 25 %. Вага конструкції, запропонованої Патоном, становила 52 % від конструкції Ейфеля.

Урбанізація кінця XIX ст. поставила ще одну велику проблему міст – розвиток транспорту, яку значною мірою було вирішено шляхом будівництва метрополітену. У 1863 році у Лондоні було споруджено першу підземну дорогу завдовжки 3,6 км, яка обслуговувалася спеціальними паровозами. У континентальній Європі перше метро з'явилося у Будапешті (1896), Парижі (1900), Берліні (1902). З розвитком електротранспорту відбулось технічне переоснащення метрополітену. На 1905 р. електрична тяга повністю витіснила парову на підземних дорогах.

Як і у залізничному транспорті, в останній чверті XIX ст. паровий двигун для морських суден вичерпав можливості вдосконалення. Подальший розвиток морського флоту залежав від принципово нових видів двигунів, нових рушіїв, вдосконалення судових гвинтів та форм корпусу кораблів. Двигун типу турбіни вніс революційні зміни у всю систему "двигун – рушій – корабель". Зростання швидкості обертання гвинта потребувало перебудови форм рушія, а зміни форми гвинта в сукупності зі зростанням швидкості обертання викликали зростання швидкості судна, що призвело до суттєвої модернізації всієї конструкції кораблів.

Реалізацією проблеми використання турбіни як двигуна у 1884 р. зайнявся інженер Чарльз Парсонс. Йому довелося долати появу ефекту кавітації

(руйнування гвинта при збільшенні швидкості обертання). Тільки 1897 року, після запровадження гвинтів нових форм проблему було розв'язано. На початку ХХ ст. турбіни поширилися на швидкісних, особливо військових суднах.

Паралельно з впровадженням турбін почалося використання дизельних двигунів на флоті. Малі габарити, низькі витрати палива, зменшення кількості обслуговуючого персоналу, відсутність диму – все це було на користь двигуна внутрішнього згорання. Проблема їх використання полягала у запровадженні реверсу. Остаточно завдання було розв'язане у 1908 р. з побудовою реверсивного чотиритактного дизеля на петербурзькому заводі Л. Нобеля. Такими двигунами потужністю 120 к.с. були оснащені підводний човен "Мінога", згодом канонерські човни "Карс" та "Ардаган". Успіхи експлуатації дизельних двигунів на невеликих суднах призвели до будівництва великих морських кораблів з такими двигунами. Всього до 1913 р. у світі було побудовано 80 теплоходів.

На судноплавство й структуру морського флоту в цілому суттєвий вплив мало будівництво каналів між морями і океанами. Важливе економічне й військово-стратегічне значення мав відкритий у 1914 р. Панамський канал, що з'єднав Атлантичний та Тихий океани. Його водороздільна ділянка знаходиться на висоті 25,9 м над рівнем океану. Кораблі підіймаються на цю висоту за допомогою шести шлюзів. Канали суттєво вплинули на процес скорочення вітрильного флоту, оскільки маневр суден у таких умовах був досить ускладнений.

**Промислове виробництво призвело до динамічного розвитку будівельної галузі.** Розширилась її матеріальна база за рахунок використання нових будівельних матеріалів. Серед них найбільша питома вага належала сплавам, що давало можливість створювати різноманітні будівельні конструкції та споруди, виробляти для них нові механізми та машини. Значного поширення у цей час набули сталь, цемент та залізобетон.

Будівництво портових споруд з цементного бетону, яке стимулювалось швидким розвитком морської торгівлі, виявило суттєвий недолік цього матеріалу – повільне зростання його експлуатаційної міцності. У 1908 р. американець Г. С. Шпекман і француз М. Бід створили новий цемент, який отримав назву глиноземного. Його використання дозволило досягати експлуатаційної міцності споруд менш ніж за добу.

Урбанізація і постійне зростання ціни на землю в містах робили необхідним підвищення висотності будинків. Американець **Вільям Ле Барон Дженні** зумів розвантажити масу стіни за допомогою металевих стійок, що проходили всередині будови через усю її висоту. У 1890 р. його співвітчизник **Луїс Генрі Саллівен** розрізав стіну на поверхові пояси, перетворивши її таким чином у каркасну металеву етажерку. Це дало змогу вже напередодні Першої світової війни перейти через 40-поверхову межу.

**Військова техніка першої половини ХХ ст.** Особливістю розвитку технічних наук напередодні світової війни була їх націленість на створення нових видів озброєння та військової техніки. Військово-політичні кола провідних держав світу основний наголос робили на мілітаризацію

промисловості та озброєння своїх армій найсучаснішою військовою технікою. Її прогрес у цей період базувався на досягненнях природничих і технічних наук, і він мав свої особливості. З одного боку, військова справа, що перетворилася на окрему галузь промисловості, не могла розвиватися без науки, без спеціальних теоретичних наукових досліджень. Природничі науки широко використовувались для розробки принципово нових технічних пристроїв військового призначення. Більше того, низку зразків військової техніки взагалі неможливо було створити без попередніх наукових досліджень.

З іншого боку, необхідність вирішення нових наукових проблем у різноманітних галузях військової справи слугувала важливою передумовою для проведення спеціалізованих теоретичних та експериментальних досліджень, і тим самим створювала стимул для форсованого розвитку вже існуючих та зародження нових технічних наук, а також для виникнення нових напрямів досліджень у фундаментальних науках. Наприклад, перехід до нарізної зброї, бездимного пороху, розвиток робіт з внутрішньої балістики стимулювали успіхи фізико-хімічних наук і термодинаміки.

У 1884 р. французький учений Поль В'ель зміг виготовити бездимний піроксиліновий порох. Це відкриття зробило винайдений за рік до цього американським інженером Хайремом Максимом станковий кулемет з водяним охолодженням ствола грізною зброєю. Кулемет був прийнятий на озброєння у багатьох арміях світу. Конструкція кулеметів постійно вдосконалювалася. З'явився легкий (ручний) кулемет конструкції Льюїса.

До початку війни у багатьох країнах були створені декілька типів автоматичних гвинтівок. Однак їх широке впровадження не було здійснене жодною з держав, головним чином, з фінансових міркувань. Автоматичні гвинтівки з'явилися у військах лише наприкінці війни. Постійно вдосконалювалася зброя піхоти ближнього бою: міномети, гранати різних типів тощо. На 1914 р. лише німецька армія мала мінометне озброєння у достатній кількості, а всі інші воюючі держави збільшували його випуск вже під час війни.

Артилерія вже на початок ХХ ст. становила у всіх арміях світу найбільш потужний рід військ, що було пов'язано з прийняттям на озброєння сучасних артилерійських систем із застосуванням нових вибухових речовин. У 1887 р. французький хімік Ежен Тюрпен відкрив мелініт – вибухову речовину, яку отримували на основі пікринової кислоти. Основною сировиною для виробництва вибухових речовин на початку ХХ ст. були азотисті сполуки – нітрати, які вироблялись у європейських країнах з ввізної чилійської селітри або з побічних продуктів коксохімічних заводів.

Вже у роки франко-пруської війни нарізні гармати з новими снарядами довели переваги над старими. Точність їхнього вогню зросла у п'ять разів, але дальність стрільби ще не перевищувала 3,5 км. Напередодні Першої світової війни конструктори створювали нові артилеристичні системи та вдосконалювали вже існуючі. Основна увага приділялася влучності, дальності та швидкості стрільби, а також надійності артилерії та зручності транспортування.

У роки війни артилерія вела вогонь на відстанях 18–22 км, а спеціальні далекобійні гармати – до 39 км.

У війні 1914–1918 рр. була застосована нова зброя – хімічна. Першими бойовими отруйними речовинами були хлор, хлорпикрин, фосген, іприт. 22 квітня 1915 р. під м. Іпр німецьке командування на фронті 6 км наказало випустити 180 т хлору. За 5 хв. газової атаки з ладу було виведено 15 тис. французьких і англійських солдатів та офіцерів, з них 5 тис. загинуло. Автором німецької хімічної зброї був Фріц Габер. У тому ж році російський хімік **Микола Зелінський** створив протигаз. Невдовзі протигазів різних конструкцій були прийняті як засоби захисту в арміях усіх воюючих держав.

На початок світової війни авіація виконувала допоміжні розвідувальні функції. На 1914 р. в арміях усіх країн нараховувалося близько 600 літаків у строю та близько 1000 у запасі. Їхня якість була низькою, вони не були озброєні. Але вже у ході війни авіація почала досить швидко розвиватись. Влітку 1915 р. сформувалися три її основні види: поряд з розвідувальною з'явилися винищувальна та бомбардувальна.

Французькі та англійські інженери влітку 1915 р. почали встановлювати на літаки кулемети. Восени того ж року у Німеччині було побудовано одномісний винищувач-моноплан "Fokker" з двигуном потужністю 80 к.с. та спеціальним синхронізуючим пристроєм, який дозволяв вести вогонь крізь гвинт (рис. 6.13).



Рис. 6.13 Винищувач-моноплан "Fokker"

У відповідь союзники створили Nieuport – одномісний винищувач-біплан із синхронізованим кулеметом Льюїса. У ході війни прогрес винищувальної авіації був дуже великим. Потужність їхніх двигунів у 1918 р. становила вже 220–300 к.с., швидкість сягала 190–220 км/год, а висота польоту була близько 7 тис. метрів.

Поряд з винищувальною авіацією швидкого розвитку набула й бомбардувальна. Великий внесок у її розвиток зробив випускник КПІ **Ігор Сікорський** (рис. 6.14).

Він розпочав свої дослідження з проблем несучого гвинта, які продовжив згодом у США. Але напередодні Першої світової війни Сікорський зосередився на проблемі створення багатомоторних літаків.

5-тонний "Ілля Муромець", над яким працював очолюваний ним авіаційний відділ заводу "Руссо-Балт" у Санкт-Петербурзі, став першим важким бомбардувальником в історії. Поряд з Сікорським працювали конструктори К. Ергант, М. Кліміксєєв, В. Панасюк, князь О. Кудашев, Г. Адлер та ін. Літаки перших серій А та Б споряджались чотирма 140-сильними двигунами "Argus" німецького виробництва.



Рис. 6.14 Ігор Сікорський

16–17 червня 1914 р. другий літак серії Б, пілотований Сікорським,

здійснив переліт з Петербургу до Києва з однією посадкою. На честь цієї події вся серія отримала назву "Київської". Для озброєння "Муромців" були створені 80-, 240- та 410-кілограмові фугасні бомби (рис. 6.15).

Відомо, що С-22 (офіційна назва "Ілля Муромця") мав понад два десятки модифікацій. Їхні характеристики вражали сучасників: розмах верхнього крила ("Ілля Муромець" був біпланом) сягав 32 метрів, довжина фюзеляжу в різних модифікаціях коливалася від 17,1 до 23,5 метра, злітна вага – понад 5 тон, швидкість у горизонтальному польоті – 140 км/год, висота польоту – 4 тис. метрів. "Муромці" мали спеціально сконструйовані підвісні пристрої для бомб, обладнувалися спочатку механічним, а згодом і електричним бомбоскидачем та оптичним прицілом. За архівними даними, усього, на замовлення військового відомства, було збудовано 85 таких машин.



Рис. 6.15 "Ілля Муромець"

Після Жовтневої революції 1917 р., у березні 1918 р., І. І. Сікорський виїхав за кордон – до Югославії, потім до Франції. У 1923 р. створив у США компанію Sikorsky Aeroengineering Corporation. Упродовж 30-х років створює літаючі човни, які могли перевозити пасажирів до міст, де не було аеропортів зі злітно-посадочними смугами. Справжнім шедевром стала чотиримоторна амфібія S-40, яка перевозила 40 пасажирів на відстань до 800 км. або 24 пасажирів – на 1500 км. (рис.6.16).



Рис. 6.16 Амфібія S-40

У 30-х рр. І. І. Сікорський почав знову розробляти вертольоти. У вересні 1939 року він сам випробовує експериментальний вертоліт VS-300 (S-46), а у 1942 році його гвинтокрил XR-4 (VS-316) було прийнято на озброєння армією США (рис. 6.17).



Рис. 6.17 Гвинтокрил XR-4 (VS-316)



Рис. 6.18 Дирижабль Ф. Цепеліна

Союзники пішли тим самим шляхом у розвитку бомбардувальної авіації – почали створювати багатомоторні літаки спеціальної конструкції. Так, у Франції був прийнятий на озброєння двомоторний Farman F-50 з двигунами потужністю

440 к.с. та швидкістю 146 км/год. Всього ж за роки війни було побудовано у всіх країнах близько 200 тис. бойових літаків.

На 1914 р. у Німеччині було підготовлено кілька ескадрилей жорстких (системи **Цепеліна** й **Шютте-Ланца**) та м'яких (системи Парсеваля) дирижаблів (рис.6.18).

Німецьке командування ретельно приховувало технологію виготовлення дюралюмінію – основного матеріалу, з якого були зроблені каркаси жорстких дирижаблів. Під час війни Німеччина використала у бойових діях 123 дирижаблі. Об'єм найбільших з них становив 68,5 тис. м<sup>3</sup>.

У міжвоєнний період зросло значення авіації, її потенціал та характеристики: остаточно перейшли до монопланової конструкції літаку, збільшується потужність двигунів та їх надійність, швидкість, стеля польоту, якість озброєння. Потенціал поршневих двигунів фактично було вичерпано, і наприкінці війни німці почали випуск реактивного Me.262A-1 Schwalbe з швидкістю більше 800 км. за годину, але впливу на результат війни вони вже не мали (рис. 6.19).

Під час Першої світової війни з'явилися танки – броньовані, озброєні гарматами і кулеметами бойові машини. У Великій Британії у 1914 р. ідея "сухопутного крейсера" зустріла підтримку Першого лорда Адміралтейства Вінстона Черчилля. За його наполяганням міністерство виділило 70 тис. ф.ст. на виготовлення 18 дослідних зразків, проекти яких були створені полковником Ернестом Суінтоном та незалежно від нього інженерами Вільямом Тріттоном та Волтером Вільсоном.



Рис. 6.19 Me.262A-1 Schwalbe



Рис. 6. 20 Танк В. Тріттона і В. Вільсона

З метою збереження таємниці було прийнято кодову назву "tank" (англ. "цистерна"). Це ввело німецьку розвідку в оману (рис. 6.20).

15 вересня 1916 р. союзне командування вперше застосувало 32 танки у битві на р. Соммі у Франції. Попри те, що безпосередньо у бою взяли участь лише 18 машин, а інші вийшли з ладу з технічних причин, військовим спеціалістам вже було цілком зрозуміло, що танки відтепер домінуватимуть на полі бою. Битва біля м. Камбре 20 листопада 1917 р. показала, на що здатні броньовані машини. Союзники кинули в атаку 378 танків, які прорвали укріплені позиції німецької армії й просунулись у глибину оборони на 8 км.

У міжвоєнний період відбулася модернізація танків: розроблено нові, більш потужні, двигуни, удосконалювалася конструкція, збільшувалася товщина

броні, озброєння, швидкість, ходова частина. Танки за своїми характеристиками стали поділятися на легкі (розвідувальні), середні та важкі.

Так німецька армія почала Другу світову війну маючи основним танком PzKpfw III, більш відомим як Т-III - легкий танк з 37 мм гарматою. Бронювання з усіх ракурсів - 30 мм. Головна перевага— швидкість (рис.6.21). А закінчили її PzKpfw VI "Тигром": вагою у 60- тон, товщиною лобової броні – 100 мм., бортів – 80 мм., озброєним - 88 мм зенітною гарматою (рис. 6.22).



**Рис. 6.21 Т-III легкий танк**



**Рис.6.22 "Тигр" важкий танк**

Червона армія вступила у війну маючи на озброєння всі види танків: легкі БТ-7 (на початок війни 5328 танків) (рис. 6.23), середні Т-34 (на початок війни 1225 одиниць (рис. 6.24), важкі – КВ (на червень 1941 р., - 636 танків) (рис. 6.25).

Але нових танків у військах у перший період війни катастрофічно не вистачало. Так БТ-7 мав перевагу перед німецьким Т-3 у швидкості, але поступався в озброєнні та бронюванні. Т-34 та КВ у перший період війни не мали собі рівних, але їх було мало. Поява "Пантер" і "Тигрів" повинна була змінити ситуацію, але німецька промисловість не могла надолужити втрати після 1943 року. А з появою нових важких танків ІС-1 та ІС-2 ситуація повністю змінилася на користь радянської армії.



**Рис. 6.23 Легкий танк БТ-7    Рис. 6.24 Середній танк Т-34    Рис. 6.25 Важкий танк КВ**

Під час війни армії всіх воюючих країн широко використовували броньовані автомобілі (броньовики), створені як на базі серійних автомобілів, так і спеціально сконструйовані. Крім того, автомобілі почали застосовувати як засіб швидкого перевезення військ на поле бою (паризькі таксі у битві на р. Марні 6–9 вересня 1914 р.).

Підготовка до світової війни країнами-учасницями військових блоків справила великий вплив на розвиток військових флотів. Успіхи металургійної та металообробної промисловості, суднобудування, поява парових турбін дали можливість створити якісно нові типи кораблів – лінкори (головні у серії Dreadnought, Велика Британія; "Севастополь" (рис. 6.26), Росія); лінійні крейсери (Invincible, Велика Британія) (рис. 6.27); ескадрені міноносці ("Новік" (рис. 6.28), Росія; "S", Німеччина). Крейсери, дещо поступаючись лінкорам у потужності озброєння, значно перевищували їх у швидкості (понад 32 вузли).



**Рис.6.26**  
"Севастополь"

**Лінкор**



**Рис.6.27**  
"Invincible"



**Рис.6.28**  
"Новік"

**Есмінець**

Особливе місце серед технічних засобів військово-морського флоту займали підводні човни. Після російсько-японської війни вони почали надходити на озброєння флотів Німеччини, Англії, Італії, Росії, Австро-Угорщини та США. Під час Першої світової війни підводні човни виявили себе могутнім засобом боротьби на морських комунікаціях (73% загального потопленого тоннажу). Загалом, склад військових флотів воюючих країн налічував усі класи сучасних бойових кораблів, включаючи й авіаносці, які з'явилися наприкінці війни.

У роки Другої світової війни головною ударною силою флоту стали авіаносці, особливо на тихоокеанському театрі військових дій. В атлантичному океані, для фашистської Німеччини, провідну роль відігравали підводні човни.

Бурхливий розвиток електроенергетики, металургії, машинобудування, хімічної промисловості, транспорту у першій половині XX сторіччя призвів до якісно нового етапу розвитку людства. Але соціальні та економічні проблеми, які накопичувалися протягом попередніх десятиліть, сприяли тому, що досягнення науки і техніки були спрямовані не на покращення життя людей, а використовувалися, перш за все, для виробництва озброєнь.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Авдухов А. Н. Наука и производство: век интеграции (США, Западная Европа, Япония) / А. Н. Авдухов. – М.: Наука, 1992. – 166 с.
2. Аллаби М. Энциклопедия изобретений и открытий: От колеса до коллайдера / Майкл Аллаби, Эми-Джейн Бир, Джон Клак / Перев. с англ. А. Гришин, Е. Кац, М. Лукьянова. – М.: Азбука-Аттикус, 2012. – 495 с.
3. Аптекарь М. Д. История инженерной деятельности / М. Д. Аптекарь, С. К. Рамазанов, Г. Е. Фрегер. – К.: Аристей, 2003. – 568 с.
4. Афанасьев Ю. Н. История науки и техники : конспект лекций / Ю. Н. Афанасьев, Ю. С. Воронков, С. В. Кувшинов; Российский гуманитарный университет [РГГУ], Российская академия наук [РАН]. Ин-т истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова.- М. : РГГУ, 1999. – 265 с.
5. Бесов Л. М. Історія науки і техніки: 3-є вид., перероб. і доп. / Л. М. Бесов – Х.: НТУ "ХПГ", 2004. – 382 с.
6. Бесов Л. М. Історія суспільства. – 3-є вид., перероб. і доп. / Л. М. Бесов. – Х.: НТУ "ХПГ", 2010 – 276 с.



7. Вавилов Ю. Н. Голгофа. Архивные материалы о последних годах жизни Н.И. Вавилова (1940-1943) / Ю. Н. Вавилов, Я. Г. Рокитянский // Вестник Российской академии наук. – 1993. – № 9. – С. 830 – 846.
8. Виргинский В. С. Очерки истории науки и техники, 1870-1917 гг. В. С. Виргинский, В. Ф. Хотеевков. – М.: Просвещение, 1988. – 304 с.
9. З історії української науки і техніки: хрестоматія-посіб. / Співавт.-укладачі В. І. Онопрієнко, А. А. Коробченко, О. Я. Пилипчук, С. П. Руда, Л. П. Ярьсько. – К.: АЕ ВШ України, 1999. – 171 с.
10. Зворыкин А. А. История техники / А. А. Зворыкин, Н. И. Осьмова, В. А. Чернышев, С. В. Шухардин / Под ред. Ю. К. Милонова. – М.: Соцэкгиз, 1962. – 576 с.
11. Кордун Г. Г. Історія фізики : навч. посіб. 3-є вид., перероб. і доп. / Г. Г. Кордун. – К.: Вищ. шк., 1993. – 279 с.
12. Кульчицький С. Історія Національної академії наук України суспільно-політичному контексті 1918-1998 / С. Кульчицький, Ю. Павленко, С. Руда, Ю. Храмов. – К.: Фенікс, 2000. – 528 с.
13. Мандрыка А. П. Очерки развития технических наук. Механический цикл [Текст]: монография / А. П. Мандрыка; отв. ред. Н.Н. Поляхов; Академия наук [АН] СССР. Ин-т истории естествознания и техники. – Л.: Наука, 1984. – 107 с.
14. Михайличенко О. В. Історія науки і техніки : навч. посіб. / О. В. Михайличенко. – Суми : СумДГУ, 2013. – 346 с.
15. Огурцов А. П. Історія світової науки і техніки: навч. посіб. – 2-е вид., перероб. / А. П. Огурцов, Л. М. Мамаев, В. В. Заліщук, С. Х. Авраменко, В. А. Зінченко. – К., 2000. – 664 с.
16. Онопрієнко В. І. Історія української науки: курс лекцій / В. Онопрієнко, В. Ткаченко. – К.: Варта, 2010. – 652 с.
17. Онопрієнко В. І. Джерела з історії Українського наукового товариства в Києві / В. І. Онопрієнко, Т. О. Щербань – К. : Інформ.-аналіт. агентство, 2008. – 352 с.
18. Павленко Ю. В. Природознавство в Україні до початку ХХ ст. в історичному, культурному та освітньому контекстах / Ю. В. Павленко, С. П. Руда, С. А. Хорошева, Ю. О. Храмов. – К. : Академперіодика, 2001. – 420 с.
19. Пайс А. Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна / А. Пайс. М.: Наука, 1989. – 573 с.
20. Палій В. М. Національна Академія наук України. 1918 – 2008. Персональний склад / В. М. Палій, Ю. О. Храмов. – К.: Фенікс, 2008. – 352 с.
21. Пилипчук О. Я. Історія науки та освіти в Україні (найдавніші часи – перша третина ХХ ст.): навч. посіб. з українознавства / О. Я. Пилипчук [та ін.]; АН ВШ України. Сектор історії та методології освіти, науки і техніки. – К.: ТОВ "Міжнародна фінансова агенція", 1998. – 80 с.

22. Саган Г. В. Мости єднання (співпраця української та іноземної науки 1918-1939 рр.)/ Г. В. Саган; НАН України, Ін-т української археографії та джерелознавства ім. М. С. Грушевського. – К.: Б. в., 1999. – 95 с.
23. Симоненко О. Д. Электротехническая наука в первой половине XX века / Симоненко О. Д. – М.: Наука, 1988. – 140 с.
24. Соловьев Ю. И. История химии: Развитие основных направлений современной химии / Ю. И. Соловьев. – М.: Просвещение, 1984. – 352 с.
25. Техника в ее историческом развитии (70-е годы XIX – начало XX в.) / Отв. ред. С. В. Шухардин, Н. К. Ламай, А. С. Федоров. – М.: Наука, 1982. – 510 с.
26. Техника в ее историческом развитии: От появления ручных орудий труда до становления техники машинно-фабричного производства / Отв. ред. С.В. Шухардин. – М.: Наука, 1979. – 416 с.
27. Шендеровський В. Нехай не гасне світ науки / В. Шендеровський. – К.: Рада, 2003. – 416 с.

### КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Хто і коли відкрив електрон?
2. Хто і коли експериментально виявив атомне ядро?
3. Які наукові теорії XX ст. ознаменували перехід від "класичної" до "некласичної" науки?
4. Хто був творцем теорії відносності?
5. Які новітні галузі науки виростили з двох супертеорій XX ст. – теорії відносності і квантової механіки?
6. Яким бачив головне завдання хімії Д. І. Менделєєв?
7. Який вчений заклав основи генетики?
8. Які основні постулати науки були спростовані під кінець 30-х років XX ст.?
9. Яке значення наукового внеску К. Е. Ціолковського у розвиток ракетобудування?
10. Що характерне для "постнекласичної" науки другої половини XX ст.?
11. Які вихідні філософські ідеї "постнекласичної" науки XX ст.?
12. Коли і ким був винайдений транзистор?
13. Коли і ким було розщеплено ядро урану?
14. Коли і де була випробувана перша атомна бомба?
15. Коли американські льотчики двома атомними бомбами знищили два японських міста Хіросіму і Нагасакі?

## Тема 7. Науково-технічна революція та прогнози науково-технічного розвитку на межі хх-ххі століть

**7.1. Поняття, періодизація та основні напрямки НТР другої половини ХХ початку ХХІ століття**

**7.2. Досягнення науки другої половини ХХ – початку ХХІ століття**

**7.3. Розвиток техніки і технологій другої половини ХХ - початку ХХІ століття**

**7.4 Підсумки та перспективи розвитку науки і техніки другої половини ХХ - початку ХХІ століття**

**7.1. Поняття, періодизація та основні напрямки НТР другої половини ХХ початку - ХХ століття**

ХХІ століття бурхливого розвитку науки, техніки та високих технологій. Формується сучасне інформаційне суспільство, якому властиві риси глибоких знань, високої динаміки розвитку, передового виробництва, усебічного розвитку особистості. Держави, котрі володіють розвинутою наукою та передовим виробництвом, у цьому столітті ввійдуть до групи елітних країн сучасного світу та посядуть високе місце у світових рейтингах.

У другій половині ХХ ст. людство досягло значного поступу в розкритті таємниць природи та їх практичному застосуванні. Відкриття та мирне використання атомної енергії, освоєння космосу, створення нових технологій змінили організацію та управління виробництвом.

Сучасне виробництво характеризується не лише матеріальними, а й духовними факторами, поєднанням науки й виробництва. Обов'язковими елементами виробництва виступають результати науково-технічних досліджень, нові технології, наукові програми, тощо. Величезну роль у виробництві відіграє наука. Безпосереднім виявом цього стану є науково-технічний прогрес (НТП), який перетворився в головний чинник економічного прогресу. Сучасний етап НТП прийнято називати науково-технічною революцією (НТР).

**Науково-технічний прогрес** це поступальний рух науки і техніки, еволюційний розвиток усіх елементів продуктивних сил суспільного виробництва на основі широкого пізнання і освоєння зовнішніх сил природи, це закономірність розвитку матеріального виробництва, результатом якої є послідовне вдосконалення техніки, технології та організації виробництва, підвищення його ефективності.

**Науково-технічна революція** - це більш вузьке поняття. Вона являє собою одну із стадій чи форм НТП, коли він набуває прискореного, стрибкоподібного характеру. Виявом науково-технічної революції є докорінна перебудова всієї технічної і технологічної основи виробництва, його організації й управління, які здійснюються на базі практичного використання фундаментальних відкритій сучасної науки.

Необхідно звернути увагу на значення і роль людської діяльності в процесі розвитку науки і техніки. При цьому розвиток техніки слід розглядати не як самостійний, сам по собі, а через призму людської активності. В результаті прогресу техніки дедалі більше функцій передається техніці, машині. Можливий такий стан, коли людина в кінцевому рахунку вийде з безпосереднього процесу виробництва і замість того, щоб бути головним елементом процесу виробництва, стане поряд із цим процесом. Отже, розглядаючи сутність НТР, необхідно враховувати цей бік явища, а саме - зміну місця та ролі людини в процесі виробництва, що відбувається в результаті технічного прогресу.

Важливою є органічна єдність науки та техніки в процесі їхнього розвитку. Сучасна техніка і технологія немислимі без втілення в них наукових досягнень. Якщо в минулі часи наука виступала як самостійна сфера діяльності, незалежна від інших чинників суспільного життя, то з певного часу вона починає входити в тісний зв'язок з іншими сферами діяльності людини. Особливо зростає її взаємозв'язок з виробництвом, технікою. Правда, наукові відкриття далеко не завжди стають оперативним надбанням виробництва.

Відомо, що практична реалізація ідеї одержання фотографічного знімка відбулася лише через 100 років, ідея телефону - через 56 років, радіо - через 35 років, радара - 15 років, телебачення - 14 років, атомна бомба була створена через 6 років після теоретичного обґрунтування можливостей її створення. Але, як бачимо, спостерігається тенденція до скорочення часу реалізації наукових відкриттів.

У сучасному виробництві наука поступово перетворюється у безпосередню продуктивну силу.

По-перше, результати наукових досліджень втілюються в техніці, технології, у матеріальному виробництві взагалі, тобто наука виконує так звану матеріально-технічну функцію. По-друге, наукові знання втілюються в самих виробниках, у людях, їхніх світоглядах, творчих здібностях, тобто шляхом особистісної орієнтації науки. В ході розгортання НТР все чіткіше проявляється ця тенденція, постає об'єктивна необхідність вдосконалення творчих здібностей особистості. Без інтелектуального розвитку людини-робітника, інженера, техніка, організатора виробництва неможливий і успішний розвиток техніки, технології, їхнє використання у виробництві. Таким чином, наука шляхом втілення її досягнень в техніці, в технологічних процесах, а також розвитку творчих здібностей, духовного вдосконалення учасників виробництва безпосередньо підсилює виробничі можливості людини і суспільства, а отже, є безпосередньою продуктивною силою.

Тобто НТР - це докорінне перетворення продуктивних сил на базі перетворення науки в безпосередню продуктивну силу, зміна місця та ролі людини у виробництві.

Початком НТР вважаються 1950-і роки, коли стали до ладу перші атомні електростанції, був запущений перший штучний супутник Землі, розпочалося використання в промисловості електронно-обчислювальних машин.

Характерними рисами НТР є: універсальність і прискорення науково-технічних перетворень.

На другому етапі (1960-і роки) автоматизація виробництва стала масовою: широко використовувалися роботи, автоматизовані системи управління виробництвом.

На початку 1980-х років настав третій етап НТР. Автоматизація та роботизація виробництва досягли такого рівня, що робітник дедалі більше відходив від процесу виготовлення продукції та здійснював лише регулювання й контроль над виробничим процесом.

У всіх сферах життя людей відбувалися перетворення. Основними енергоносіями в різний час були вугілля, нафта, газ. Оскільки їх запаси не безмежні, учені працюють над використанням інших видів енергії, зокрема ядерної. Ведуться пошуки шляхів широкого застосування енергії води, сонця, вітру. У природі є величезна кількість ресурсів, однак не завжди можливо знайти матеріали, що повністю задовольняли б запити людей. Тому завдяки досягненням науки створені синтетичні замінники, які широко використовуються в побуті та виробництві. Величезні можливості має сучасна медицина, особливо після відкриття антибіотиків і створення досконалих діагностичних апаратів.

На рубежі ХХ-ХХІ ст. розпочинається четвертий етап НТР, пов'язаний із комп'ютеризацією та використанням Інтернету в усіх сферах життя суспільства.

Створення комп'ютера вважається одним із найбільших досягнень людства та прирівнюється до використання вогню й винайдення колеса. Мікроелектроніка відкриває величезні можливості для інтелектуалізації праці представників більшості професій. Тому сучасний етап науково-технічної революції можна назвати комп'ютерно-інформаційним. Інформатика в житті сучасного суспільства починає набувати винятково важливого значення. Зокрема, вона може здійснювати серйозний вплив на прискорення темпів економіки шляхом вдосконалення управління, що спирається на інформатику. Від чітко поставленої оперативної інформації значною мірою залежить дотримання виробничої дисципліни. Звичайно, у суспільстві все ще панує так звана паперова інформація, але головним носієм інформації все більше стає пам'ять комп'ютера, тобто безпаперова інформатика. Зміст цієї якісно нової технології інформаційних процесів полягає у звільненні мозку людини від нетворчої, механічної, рутинної роботи, у створенні величезних масивів інформації, у передачі значної частини такої роботи машинам, щоб звільнити резерви мозку для творчої діяльності різних видів, у тому числі з переробки та використання інформації.

Услід за мікроелектронікою починають стрімко розвиватися біотехнологія, а також технологія створення матеріалів із заздальгідь заданими властивостями.

Удосконалюються системи транспорту та зв'язку. Невід'ємною частиною життя більшості людей стало телебачення. Супутники зв'язку зробили засоби масової інформації глобальними. Значна частина громадян у розвинених країнах

уже не уявляє свого життя без Інтернету - світової системи інформації. Отже, науково-технічна революція принципово змінила суспільство, підвищила рівень задоволення потреб усіх його членів.

**Сучасна НТР має ряд особливостей, основними з яких є:** перетворення науки у безпосередньо продуктивну силу; скорочення проміжку часу від нового наукового відкриття до його практичного використання; новий стан суспільного поділу праці, який відбувається завдяки перетворенню науки у пріоритетну сферу діяльності; інтеграція науки з виробництвом, а також різних галузей самої науки; якісне перетворення усіх елементів виробництва засобів і предметів праці, самої праці.

#### **Основні напрямки НТП на сучасному етапі:**

- електронізація народного господарства — забезпечення усіх сфер виробництва і суспільного життя високоефективними засобами обчислювальної техніки аж до використання принципів штучного інтелекту, нового покоління супутникових систем зв'язку тощо;

- комплексна автоматизація всіх галузей народного господарства на базі електронізації: впровадження гнучких виробничих систем, промислових роботів, багатоопераційних верстатів з ЧПУ, систем автоматизованого проектування, автоматизованих систем управління технологічними процесами;

- створення і використання нових матеріалів, що мають нові властивості: надпровідність, радіаційну стійкість, стійкість до зношування; надчистих матеріалів із заданими властивостями;

- освоєння принципово нових технологій: мембранної, лазерної, плазмової, вакуумної, детонаційної та інших;

- прискорений розвиток біотехнології, яка сприяє створенню безвідходних технологічних процесів, нарощуванню обсягів виробництва сировини, продовольчих ресурсів.

## **7.2. Досягнення науки другої половини ХХ - початку ХХІ століття**

**Математика.** Друга половина ХХ ст. більшою мірою стала епохою об'єднання, коли межі руйнуються, методи переносяться з однієї галузі в іншу і йде колосальне перехрещення ідей, методів, підходів до розв'язання актуальних проблем.

Прикладом може слугувати справжня навала нових ідей з фізики (зокрема, з квантової теорії поля) в математику протягом останньої чверті ХХ ст., що пов'язано з розвитком супералгебри, супераналізу, пошуком суперсиметрій диференціальних рівнянь. І, навпаки, математичні методи напрочуд ефективно застосовуються у фізиці, зокрема, фізиці високих енергій і елементарних частинок. При цьому цілком справедливо вважається, що значно важче прийти до нової ідеї, ніж потім до її обґрунтування.

Іншим прикладом розвитку математики наприкінці 20 ст. став приголомшуючий факт, що Велика теорема Ферма і знаменита гіпотеза Рімана є

наслідками однієї й тієї ж математичної схеми. Це є проявом універсалізму математики.

Потреби самої математики й природознавства, швидкий прогрес обчислювальної техніки привели до появи цілого ряду нових математичних дисциплін. На основі задач теорії керуючих систем, комбінаторного аналізу, теорії графів, теорії кодування виникла дискретна математика. Питання про найкраще керування фізичними та механічними системами привели до створення математичної теорії оптимального керування, близькі питання про керування об'єктами в конфліктних ситуаціях - до виникнення і розвитку теорії диференціальних ігор.

Нинішнє ХХІ ст. може стати епохою квантової математики. Квантова математика, у широкому сенсі, означає справжнє розуміння аналізу, геометрії, топології, алгебри в різних нелінійних функціональних просторах, а справжнє розуміння буде полягати у відшуванні цілком строгих доведень усіх тих важливих фактів, які сприймаються сьогодні фізиками і математиками лише інтуїтивно.

**Фізика.** Про те, який шлях у своєму розвитку пройшла фізика в післявоєнний час, можна судити за досягненнями, зазначеними Нобелівськими преміями. За період з 1945 по 2004 рік лауреатами Нобелівської премії з фізики стали 126 вчених з 16 країн. З них 70 з США, 10 з Великобританії, 9 з Німеччини, 5 з Франції, 4 з Японії, 3 з Нідерландів, по 2 вчених з Канади, Італії, Данії, Швеції, Швейцарії та Китаю і по одному з Австрії, Ірландії та Пакистану. Цієї премії були удостоєні і 10 фізиків Радянського Союзу та Росії: у 1958р. вона була присуджена П. А. Черенкову, М. І. Франку та І. Є. Тамму, у 1962р. - Л. Д. Ландау, в 1964р. - Н. Г. Басову і О. М. Прохорову, в 1972р. - П. Л. Капіці, в 2000р. - Ж. І. Алфьорову, в 2003р. - В. Л. Гінзбургу і А. А. Абрикосовому.

Американський фізик Д. Бардін, який брав участь у створенні першого транзистора і є одним з авторів мікроскопічної теорії надпровідності, отримав Нобелівську премію двічі: в 1956 і 1972 роках. Пакистанський учений А. Салам, нагороджений у 1979р., став другим лауреатом з країн "третього світу" за всю історію присудження Нобелівських премій, починаючи з 1901р. Першим був у 1930 р. індійський фізик Ч. Раман.

Звертає на себе увагу той факт, що тільки одна премія присуджена за внесок не в квантову, а в класичну фізику. Її власником став у 1953р. нідерландський фізик Ф. Церніке, що розробив фазово-контрастні методи мікроскопії і створив фазово-контрастний мікроскоп.

Лідерство американських лауреатів пояснюється тією політикою, яку проводить уряд США зі структурно-технологічної перебудови своєї економіки. Суть цієї політики полягає в технічному переоснащенні виробництва на базі впровадження новітніх досягнень НТР. Якщо Японія, промисловість якої почала інтенсивно розвиватися з другої половини 50-х рр., пішла шляхом придбання за кордоном готових технологій, то Америка стала розвивати власну науку, збільшивши її фінансування і залучаючи зарубіжні наукові кадри.

Така політика призвела до "витоку мізків" з країн Східної та Західної Європи. Американськими вченими стали випускники Оксфордського та Кембриджського університетів Великобританії, Сорбоннського університету Франції та багатьох інших вищих навчальних закладів Західної Європи. Відчутно поповнилися ряди американських фізиків і за рахунок вчених з країн колишнього СРСР. Але в США готують і власні наукові кадри. Серед кращих центрів навчання фізики можна назвати Гарвардський, Принстонський і Стенфордський університети, а також Каліфорнійський і Массачусетський технологічні інститути.

Характерною рисою фізики наших днів стала абстрактність уявлень. При описі подій суб'ядерного світу і світу елементарних часток використовуються поняття, що не мають аналогів в макросвіті: спіни, кварки, бозони, зачаровані частки, кольорові заряди та інше. На відміну від класичної фізики, явища мікросвіту не вдається описати, не вдаючись до чітких математичних понять. Абстрактні поняття мікросвіту є невід'ємною частиною математичного апарату квантової теорії поля.

Змінився і погляд на характер фізичних явищ. На зміну уявленням про лінійний розвиток в природі виникла нелінійна фізика, яка охопила всі без винятку розділи фізичної науки. Сучасні математичні моделі - це нелінійні рівняння. Вирішити їх вдається лише у виняткових випадках, комбінуючи числові та аналітичні методи.

Сучасна теоретична фізика поряд з класичними уявленнями про властивості матерії включає в себе також теорію відносності і квантову теорію. Розроблена А. Ейнштейном релятивістська механіка широко використовується при швидкостях руху, порівняних із швидкістю світла. Гравітаційна механіка передбачила, наприклад, існування таких космічних об'єктів, як чорні дірки, які є кінцевою стадією еволюції масивних зірок. Вони утворюються при катастрофічно-швидкому стисканню під дією гравітаційних сил після вичерпання в зірці ядерного пального. Пізніше була встановлена межа, яка визначила критичну масу зірки, нижче за яку вона перетворюється на білий карлик (Нобелівська премія за 1983р.). Відкрито новий тип пульсара (Нобелівська премія за 1993р.). Ейнштейну належить також і заслуга поширення ідеї квантів, висловленої М. Планком, на нові області, що показало її фундаментальне значення у фізиці. За створену ним теорію фотоефекту, що лягла в основу квантової оптики, він був удостоєний у 1921р. Нобелівської премії.

Квантова механіка - це теорія, що встановлює спосіб опису і закони руху мікрочастинок в заданих зовнішніх полях. Постійна Планка є тим масштабом природи, який відмежовує області явищ, що можна описувати в класичній фізиці, від областей, для правильного тлумачення яких необхідна квантова теорія.

Атомна фізика, що є одним з розділів квантової механіки, вивчає будову і стан атомів. Ядерна фізика - структуру і властивості атомних ядер, а також їх взаємоперетворення, що відбуваються в результаті радіоактивних розпадів і



ядерних реакцій. До неї тісно примикає фізика елементарних часток - найдрібніших виявлених до цього часу частинок фізичної матерії.

Квантова фізика твердого тіла і рідини виявила такі фізичні явища, як надпровідність (звернення в нуль електричного опору постійному струму і виштовхування магнітного поля) і надтекучість (властивість рідини протікати без внутрішнього тертя через вузькі щілини, капіляри і т.і.). Квантова механіка є найбільш вивченим розділом квантової фізики. Їй належить основна частина зроблених до теперішнього часу наукових відкриттів. Ці відкриття були удостоєні Нобелівських премій за 1945-1946, 1948-1952, 1954, 1956-1963, 1966-1973, 1976-1982, 1984-1985, 1987-1988, 1990-1992, 1994-1998, 2000-2003рр.

Квантова динаміка вивчає закони руху мікрочастинок. Електродинаміка - це квантова теорія електромагнітного поля і його взаємодії з зарядженими частками. Вона описує такі явища, як випускання, поглинання і розсіювання випромінювання речовиною, електромагнітну взаємодію між зарядженими частинками тощо. За створення теорії електрослабкої взаємодії американці **Ш. Глешоу**, **С. Вайнберг** і пакистанець **А. Салам** у 1979р. одержали Нобелівську премію з фізики.

Квантова хромодинаміка - це теорія взаємодії часток, що володіють колірними зарядами. Поняття "колір" було введено для U-кварків радянськими фізиками **Н. Н. Боголюбовим**, **Б. В. Струмінським**, **А. Н. Тавхелідзе** і японським ученим **Й. Намбу**. Об'єднання теорії електрослабкої взаємодії і квантової хромодинаміки стало головним тріумфом теоретичної фізики за останні десятиліття ХХ ст. Була створена узгоджена картина мікросвіту - стандартна модель частинок і фундаментальних взаємодій. Відкриття в галузі квантової динаміки удостоєні Нобелівських премій за 1955, 1965, 1975, 1999 та 2004рр.

Квантова статистика - це статистична фізика квантових систем, що складаються з великого числа часток. Дослідження в галузі квантової фізики ознаменувалися створенням кількісної теорії будови атома. Вона дозволила пояснити атомні спектри. При цьому були відкриті нові закони руху мікрочасток - закони квантової механіки. У розвитку фізики елементарних часток можна виділити три етапи.

Перший - від електрона до позитрона (1897 - 1932.). На цьому етапі електрон, протон і нейтрон вважали неподільними і незмінними. Другий етап - від позитрона до кварків (1932 - 1964гг.). З'ясувалося, що незмінних часток не існує, що жодна з елементарних часток не безсмертна навіть під час відсутності будь-якого впливу ззовні. Але всі елементарні частки мають свої античастки, при зіткненнях з якими відбувається анігіляція: обидві частинки зникають, перетворюючись на інші частки. Наприклад, при анігіляції пари електрон-протон виникають фотони, а анігіляція пари нуклон-антинуклон супроводжується народженням мезонів. Взаємні перетворення елементарних часток є головною формою їх існування. Таким чином, на другому етапі зникло уявлення про незмінність елементарних часток, але зберіглася ідея про їх нерозкладність. За сучасними уявленнями, елементарні частинки - це первинні частки, з яких побудована вся матерія (при цьому неподільність не означає, що у них відсутня

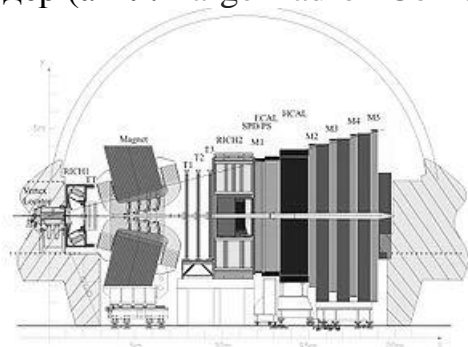
внутрішня структура). І хоча елементарні частинки вже й неподільні далі, вони невичерпні за своїми властивостями. Третій етап - від гіпотези про кварка до наших днів. У 60-і роки виникли сумніви в тому, що всі виділені до цього часу частки можна віднести до розряду елементарних.

Підставою для цих сумнівів стало те, що кількість цих часток значна. Тому в 1964р. Гелл-Манном була запропонована модель, згідно з якою всі частки, що беруть участь в сильних взаємодіях, побудовані з більш фундаментальних (первинних) часток - кварків, що мають дробовий електричний заряд. Протони і нейтрони складаються з трьох кварків. Взагалі ж кількість різних кварків - 6 (верхній, нижній, зачарований, дивний, справжній, гарний). Кварки позбавлені внутрішньої структури. У вільному стані кварки поки не виявлені, але досліді з розсіювання електронів дуже високої енергії на протонах і нейтронах доводять їх існування.

У 60-80 ті рр. ХХ ст. учені України зробили вагомий внесок у розвиток фізики та кібернетики. У 1964 р. у Харківському фізико-технічному інституті АН УРСР було збудовано найбільший у світі на той час прискорювач електронів потужністю 2 млрд. ЕВ, уведено в дію ядерний реактор у Києві, а також перший у СРСР протонний мікроскоп та ізохронний циклотрон "У-240".

Теоретичній фізиці поки що складно відповісти на низку питань, наприклад: як побудувати квантову теорію гравітації та об'єднати її з теорією інших взаємодій; чому існує тільки 6 типів кварків і 6 типів лептонів; чому маса нейтрино дуже мала та інше. Ці та багато інших питань потребують подальшого дослідження. Але стрімке проникнення в глиб матерії, нове розуміння простору, часу, причинно-наслідкових зв'язків, якими відрізняється фізика ХХ-ХХІ століття, докорінно змінило уявлення про навколишній світ.

Розв'язанню проблем фізики повинен допомогти Великий андронний колайдер (англ. Large Hadron Collider, LHC) (рис. 7.1)



**Рис. 7.1 - Схематичне зображення детектора LHC** **Рис. 7.2 - Великий андронний колайдер**

Говорячи про цю споруду, постійно доводиться використовувати слова "вперше" і "самий". Великий андронний колайдер (ВАК), прискорювач частинок, створено Європейською організацією ядерних досліджень за участі фізиків із багатьох країн. Він розташовується на кордоні Швейцарії та Франції. Проект був задуманий 1984 року, його реалізацію почали 2001-го (рис. 7.2).

Це кільце довжиною в двадцять сім кілометрів і діаметром у вісім кілометрів п'ятсот метрів, яке прокладено в тунелі глибоко в землі. Сам колайдер - це труба з глибоким вакуумом, по довжині якої розставлені потужні магніти

охолоджені до  $-271\text{ C}$ , які утримують протони в заданому місці і розганяють їх до швидкості світла. Протони будуть рухатися в протилежних напрямках і в певних місцях стикатися. Цією дією вчені хочуть імітувати умови після Великого Вибуху. Основне завдання - це виявлення бозону Гігса, частки, яка відповідальна за отримання маси такими елементарними частинками, як кварки й електрони.

Запуск ВАК спершу планували на 8 липня 2008 року, але відбувся він 10 вересня. Запуск вважають успішним - пучок частинок з енергією 450 гігаелектрон-вольт проведено по всьому кільцю колайдера. Офіційну церемонію відкриття Великого адронного колайдера було заплановано на 21 жовтня 2008 року. Але через аварію, яка сталася 19 вересня, ВАК запустили лише 20 листопада 2009 року.

30 березня 2010 року у Великому адронному колайдері вперше успішно здійснено зіткнення протонів, що рухалися зі швидкістю, наближеною до швидкості світла.

2012-го ВАК виявив сліди бозону Гігса, відомого як "частинка Бога",- останнього елементу, якого бракувало для теорії Стандартної моделі, що домінувала у фізиці елементарних частинок від 1970-го року.

Відкриття здійснили двоє професорів – **Пітер Гігс** та **Франсуа Енглерт** - які стали Нобелівськими лауреатами 2013 року.

ВАК призупинив роботу 2013-го у зв'язку з плановим ремонтом після трьох років інтенсивної роботи. За допомогою колайдера можна відтворити сценарій, схожий на той, який існував у перші секунди після Великого Вибуху. Це відкриває перед фізиками величезні можливості у дослідженні походження космосу.

Великий адронний колайдер заново запущений після дворічної перерви, розпочав надсилати дані, що відкриває нову сторінку у фізиці елементарних частинок.

Одна з цілей другого запуску ВАК - виявлення темної матерії яка становить 27 відсотків від загальної маси Всесвіту. Вважається, що пошук такої матерії допоможе розв'язати проблеми прихованої маси. Адже аномально високі швидкості обертання внутрішніх областей галактик не можна пояснити інакше, ніж існуванням прихованої маси. Це - надзвичайно важливий ключ для розуміння Всесвіту

Звісно, попереду - довгі роки наполегливої праці, ретельний збір і аналіз даних, проте в одному вчені впевнені вже сьогодні: вивчення нескінченно малих величин - шлях до розуміння нескінченно великих.

Відкриті фізиками величезні запаси внутріатомної енергії, спочатку використовувалися у військових цілях, привели до створення атомної та ядерної техніки, яка обслуговує мирні галузі господарства. Тепло, що знімається з уранових стрижнів атомного реактора, можна використовувати для нагріву води до високих температур, і отриманий таким чином пар застосовувати для виробництва електроенергії. Цей принцип ліг в основу будівництва атомних електростанцій. Перша в світі АЕС дала струм у 1954 році в підмосковному

Обнінську. На тому ж принципі були сконструйовані і ядерні двигуни для морських суден. Першим судном з таким двигуном став американський підводний човен "Наутилус", спущений на воду у 1955 році. А першим "мирним" судном - радянський криголам "Ленін", побудований у 1957 році.

У атомних електростанціях пара обертає турбіну, пов'язану з електрогенератором. Але дослідження плазми показали, що можна створити електростанції без турбін. При пропущенні плазми через магнітне поле, спрямоване перпендикулярно її руху, виникає сила, що розділяє електрони та позитивно заряджені іони плазми, і вони починають рухатися в протилежні один одному боки. Потрапляючи на електроди, вони створюють різницю потенціалів. На цьому принципі заснована дія плазмових генераторів електричного струму, які називаються магнітогідродинамічними, або МГД-генераторами. Їх головною перевагою є набагато більш високий коефіцієнт корисної дії.

Але найбільш широко плазма застосовується в світлотехніці - в газорозрядних лампах, які висвітлюють вулиці, в лампах денного світла, що використовуються у приміщеннях. А крім того, у різних газорозрядних приладах: випрямлячах струму, стабілізаторах напруги, плазмових підсилювачах тощо.

**Астрономія.** У ХХ ст. в астрономії відбулися справді радикальні зміни. Перш за все, значно розширився і збагатився теоретичний фундамент астрономічних наук. Починаючи з 20-30-х років, в якості теоретичної основи астрономічного пізнання стали виступати (поряд з класичною механікою) релятивістська і квантова механіка, що істотно розсувало "теоретичний горизонт" астрономічних досліджень. Загальна теорія відносності створила можливість модельного теоретичного опису явищ космологічного масштабу і по суті вперше поставила космологію - цю надзвичайно важливу галузь астрономії - на тверду теоретичну основу. А створення квантової механіки стало надзвичайно потужним імпульсом розвитку як астрофізики, так і космогонічного аспекту астрономії (зокрема, з'ясування джерел енергії і механізмів еволюції зірок, зоряних систем і ін); забезпечило переорієнтацію завдань астрономії з вивчення в основному механічних рухів космічних тіл (під впливом гравітаційного поля) на вивчення їх фізичних і хімічних характеристик.

Висування на перший план астрофізичних проблем супроводжувалося також інтенсивним розвитком таких галузей астрономічної науки, як зоряна і позагалактична астрономія.

Поряд з цим суттєво удосконалювалися і емпіричні методи астрономічного пізнання. Астрономія стала всехвильовою, тобто астрономічні спостереження проводяться на всіх діапазонах довжин хвиль випромінень (радіо, - інфрачервоний, оптичний, ультрафіолетовий, рентгенівський і гамма - діапазони). З'явилася також можливість безпосереднього дослідження за допомогою космічних апаратів і спостережень космонавтів навколоземного космічного простору, Місяця і планет Сонячної системи. Все це привело до значного розширення спостереження області Всесвіту і відкриття цілого ряду незвичайних (і, як правило, несподіваних і багато в чому непояснених) явищ.

Найбільшими в світі оптичними телескопами є два телескопи, що розташовані на Гавайях. КЕСК-I і КЕСК-II введено в експлуатацію у 1993 і 1996 роках відповідно; вони мають ефективний діаметр дзеркал 9,8 м. Телескопи розташовані на одній платформі і можуть використовуватися разом в якості інтерферометра, забезпечуючи при цьому кутову роздільну здатність (по одній координаті), яка відповідає дзеркалу з діаметром 85 м. Після 2005 року в експлуатацію було введено телескоп Gran Telescopio Canarias на Канарських островах з діаметром дзеркала 10,4 м, а Southern African Large Telescope (SALT) в ЮАР має діаметр дзеркала 11 м.

**Космічні телескопи.** "Хаббл" - автоматична обсерваторія на орбіті Землі, яку назвали на честь відомого астронома Едвіна Хаббла. Цей телескоп є спільним проектом NASA і Європейського космічного агентства ESA (рис. 7.3).

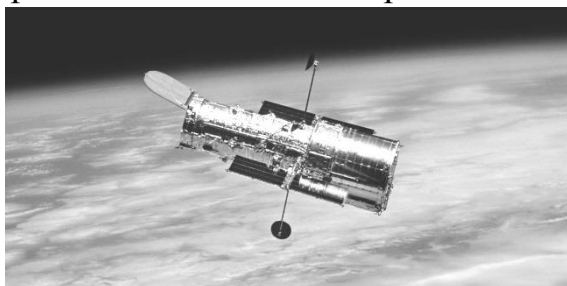


Рис. 7.3 - Телескоп "Хаббл"

Розміщення телескопа в космосі дає можливість реєструвати електромагнітне випромінювання у тих діапазонах, для яких земна атмосфера непрозора, у першу чергу в інфрачервоному діапазоні. Через відсутність впливу атмосфери роздільна здатність телескопа у 7-10 разів більша, ніж у аналогічного телескопа,

розташованого на Землі.

Космічний інфрачервоний телескоп "Spitzer" було запущено 25 серпня 2003р. (рис. 7.4). "Spitzer" отримує зображення і спектри в інфрачервоному діапазоні. Більшість з цього інфрачервоного випромінювання блокується земною атмосферою, що унеможливило спостереження у цьому діапазоні з поверхні Землі. "Spitzer" має діаметр 0,85м. Це найбільший інфрачервоний телескоп, що його було коли-небудь запущено у космос. Його високочутливі інструменти надають нам унікальний вид Всесвіту в невидимому діапазоні довжин хвиль, прихованому від оптичних телескопів.

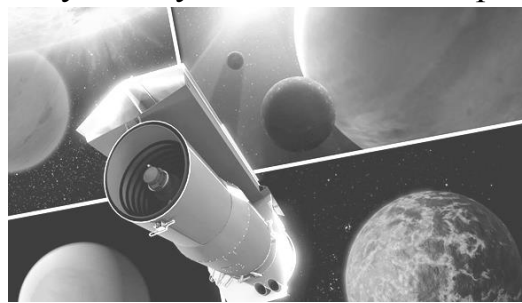


Рис. 7.4 - Телескоп "Spitzer"

Обсерваторія NASA "Compton" була найважчим астрофізичним інструментом з тих, які коли-небудь літали в космос. Її було виведено на орбіту 5 квітня 1991 р. космічним човником Атлантіс і повернуто на Землю 4 червня 2000 р. "Compton" мав чотири інструменти, які досліджували електромагнітний спектр у гамма-діапазоні (рис.7.5). Обсерваторію було названо на честь Артура Комптона, лауреата Нобелівської премії з фізики, який досліджував розсіювання фотонів високих енергій електронами.

Науковці анонсували революційний прорив в астрономії, який можна порівняти з відкриттям обертання планет Галілео Галілеєм. Виявлення гравітаційних хвиль ознаменувало появу нового способу спостереження за Всесвітом.

Гравітаційні хвилі - це коливання, що виникають при прискоренні будь-якого об'єкта і розходяться Всесвітом зі швидкістю світла, як кола на поверхні води після кинутого каменю. Найгучніші події у Всесвіті - вибухи супернових зірок, зіткнення нейтронних зірок і злиття чорних дір - утворюють найпотужніші хвилі, одну з яких і було зафіксовано.



Рис. 7.5 - Обсерваторія NASA "Compton"

Подія, що породила цю гравітаційну хвилю, відбулася в далекій галактиці 1,3 мільярда років тому, задовго до того, як на Землі з'явилися

якісь багатоклітинні організми.

Дві чорні діри - екстраординарно щільні космічні об'єкти - взялися зближуватися і обертатися по спіралі одна щодо одної. У підсумку вони розігналися до половини швидкості світла, зробили 250 обертів на секунду і за п'яту частину секунди злилися воедино у сферичну форму, випустивши потік особливо потужних гравітаційних хвиль.

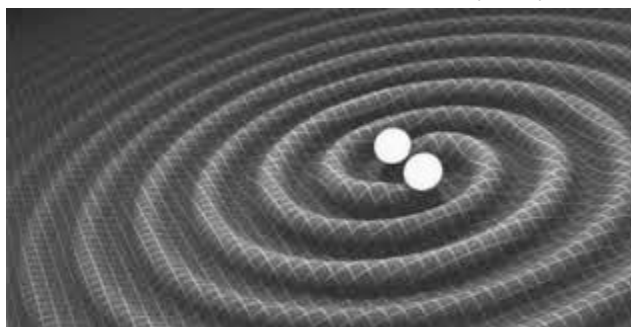


Рис. 7.6 - Народження гравітаційних хвиль

Ці хвилі долетіли до нашої планети 14 вересня 2015 року і струснули Землю, змусивши її розтягуватися і стискатися, як желейну масу. Значимість виявлення гравітаційних хвиль, існування яких 100 років тому передбачив Альберт



Рис. 7.7 - Ейнштейн та гравітаційна хвиля

Ейнштейн, можна порівняти з перетворенням німого кіно у звукові фільми, адже гравітаційні хвилі - це звукові доріжки подій, які відбуваються в космосі. Складність виявлення гравітаційних хвиль така велика, що навіть Ейнштейн, який уперше описав їх 1916 року, висловлював сумніви в тому, що дослідники зможуть колись їх почути. Більше того, видатний науковець XX століття в 1930-х роках поставив під питання власне відкриття, засумнівавшись у тому, що ці хвилі існують насправді. 1979 року Каліфорнійський інститут технології та Массачусетський технологічний інститут запропонували спосіб виявлення гравітаційних хвиль, і Національний

науковий фонд США погодився профінансувати експеримент.

1999 року інститути приступили до будівництва двох детекторів LIGO (Лазерно-інтерферометричної гравітаційно-хвильової обсерваторії) і 2001 року ввели їх в експлуатацію. Проте після дев'яти років безуспішних спостережень

науковці зрозуміли, що необхідно створити чутливішу систему, яку було ввімкнено у вересні 2015 року.

За словами науковців, сигнали гравітаційних хвиль допоможуть доповнити модель Всесвіту, розповівши про ті його об'єкти, які астрономи не могли побачити, і навіть не здогадувалися про їхнє існування. Зокрема, вони дадуть можливість астрономам підрахувати кількість чорних дір і нейтронних зірок, визначити їхню точну масу і розташування.



Рис. 7.8 - LIGO

### Провідні астрономи ХХ- початку ХХІ століття.



Рис. 7.9 -Е. Герцшпрунг

**Ейнар Герцшпрунг** (1873-1967) данський астроном (рис. 7.9). Е. Герцшпрунг вперше побудував діаграму залежності видимої зоряної величини від показника кольору для зірок у скупченнях Плеяди і Гіади. Після того як Г. Н. Рессел побудував аналогічну діаграму для усіх зір з відомими на той час відстанями, цю діаграму назвали діаграмою Герцшпрунга-Рессела. Ця діаграма стала наріжним каменем досліджень еволюції зірок.

**Харлоу Шеплі** (1885-1972) американський астроном (рис. 7.10) Спираючись на особливості отриманого ним просторового розподілу кулястих скупчень, Шеплі запропонував модель Галактики. Згідно з цією моделлю, зорі й туманності утворюють плоску лінзоподібну систему діаметром у 300 000 св.р. і в 30 000 св. р. завтовшки. Центр Галактики лежить у напрямку сузір'я Стрільця, а кулясті скупчення утворюють навколо площини Молочного Шляху майже сферично концентричну до нього систему такої ж протяжності. Сонце за цією моделлю перебуває на відстані 50 000 світлових років від центра Галактики. Відкриття Шеплі стало



Рис. 7.10 - Харлоу Шеплі

революційним в уявленнях про Галактику і про місце в ній Сонячної системи.



Рис. 7.11 - Карл Кінан Сейферт

**Карл Кінан Сейферт** (1911-1960) американський астроном (рис.7.11). Головні наукові праці Сейферта присвячені вивченню галактик і зоряній астрономії. В обсерваторії Маунт-Вілсон виконав детальні дослідження галактик, у спектрах ядер яких є емісійні лінії. Ці галактики згодом було названо сейфертівськими.

**Сергій Всехсвятський** (1905-1984) радянський астроном (рис. 7.12). У 1955 р. разом з учнями він



розробив динамічну теорію корони Сонця. Також багато часу приділяв вивченню комет. Зокрема, він висунув ідею про утворення комет внаслідок еруптивних процесів на супутниках планет-гігантів. Ця космогонічна гіпотеза привела до висновку про існування кілець для всіх планет, з якими пов'язані сімейства комет. Ознаки кільця у Юпітера було знайдено самим Всехсвятським. Остаточно висновки гіпотези С.К.Всехсвятського та його пріоритет у цьому питанні підтверджено місіями космічних апаратів "Вояджер-1" і "Вояджер-2".



**Рис. 7.12 - Сергій Всехсвятський**

**Стівен Вільям Гокінг** (1942-2018) англійський астрофізик (рис. 7.13). Внесок Гокінга у фізичні, астрономічні й космологічні дослідження дуже



**Рис. 7.13 - Стівен Вільям Гокінг**

суттєвий. Його наукові зусилля зосереджені головним чином на спробах пояснити фізичні основи теорії Великого Вибуху (із застосуванням законів квантової фізики), вивченні чорних дір і властивостей простору й часу усередині них. Вчений відомий застосуванням термодинаміки до опису чорних дірок. У 1975 році розробив теорію про те, що чорні діри "випаровуються" за рахунок явища, що отримало назву випромінювання Хокінга. Більш того, в 1971 році в рамках теорії Великого вибуху

Хокінг припустив поняття мікроскопічних чорних дір, маса яких могла б становити мільярди тонн і при цьому займати об'єм протона. Ці об'єкти знаходяться на стику теорії відносності (через величезну маси і гравітацію) і квантової механіки (через їх розміри).

Можна сказати, що сучасна астрономія утримується на трьох "китах": по-перше, це потужна світлоприймальна техніка, тобто телескопи з найрізноманітнішими допоміжними приладами та світлореєструвальними пристосуваннями; по-друге, вся сукупність законів, ідей і методів теоретичної фізики, встановлених і розроблених за останні триста років; по-третє, весь складний і різноманітний математичний апарат у поєднанні з можливостями сучасної обчислювальної техніки.

Сучасна астрономія є настільки розвиненою наукою, що поділяється на понад десять окремих дисциплін, в кожній з яких використовуються лише її властиві методи досліджень, типи інструментів, понятійний апарат. Так, астрометрія розробляє методи вимірювання положень небесних світил і кутових відстаней між ними, вона ж розв'язує проблеми вимірювання часу. Небесна механіка з'ясовує динаміку руху небесних тіл. Астрофізика вивчає фізичну природу, хімічний склад і внутрішню будову зірок. Зоряна астрономія досліджує будову нашої Галактики та інших зоряних систем. Питаннями походження і розвитку небесних тіл займається космогонія, а розвитком Всесвіту в цілому - космологія (від грец. "космос" - "Всесвіт", "гоне" - "походження", "логос" - "вчення").



**Хімія.** Відкриття у галузі хімії привели до її спеціалізованого поділу і виникнення нових напрямів. Як наука про матерію, її перетворення і використання, хімія стала повсюдною, проникла за межі фізики, біології. Утворилися її нові галузі - фізична хімія, електрохімія, фотохімія, радіохімія, хімія високих енергій. На сьогодні хіміки відкрили близько трьох мільйонів органічних сполук і понад п'ятдесят тисяч неорганічних. Відкриття у галузі хімії дають можливість створювати матеріали із запрограмованими властивостями, які значно перевищують своїми якісними характеристиками природні матеріали.

Хімія внесла і вносить істотний внесок у дослідження космічного простору. Без ракетного палива і сучасних матеріалів, здатних витримати величезний тиск, високу температуру й інтенсивне космічне випромінювання, без електрохімічних джерел енергії, без різноманітних хімічних засобів для забезпечення харчування космонавтів ми сьогодні дивилися б на Місяць з нашого прекрасного далека. Космос з давніх пір став об'єктом хімічних досліджень. На стику хімії та астрофізики зародилася нова галузь природознавства - космохімія, що вивчає склад космічних тіл, закони поширеності елементів у Всесвіті тощо.

Перші дані про хімічний склад небесних тіл отримані за допомогою спектрального аналізу. У хімічних лабораторіях, крім того, досліджувався склад метеоритної речовини. Пряма геологічна розвідка небесних тіл почалася 21 липня 1969 р., коли людина вперше ступила на поверхню Місяця і взяла проби місячного ґрунту.

Результати аналізу показали, що за винятком кілька підвищеного вмісту тугоплавких сполук титану, цирконію, хрому і заліза, місячні породи за своїм складом дуже схожі на земні. Деякі відмінності виявилися у властивостях. Так, місячне залізо іржавіє повільніше, ніж земне. У верхньому шарі місячного ґрунту виявлено дивовижний мінерал, який отримав назву реголіт. Він має порівняно низьку теплопровідність. Дослідження космохімії носять переважно пізнавальний характер, але не можна виключати, що в майбутньому вони знайдуть практичну значимість.

Плазмохімія дозволяє синтезувати металобетон, в якому в якості сполучних матеріалів використовують сталь, чавун і алюміній. Металобетон утворюється при сплаві частинок гірської породи з металом і по міцності перевершує звичайний бетон: на стиск - в 10 разів і на розтяг - в 100 разів. У нашій країні розроблено плазмохімічний спосіб перетворення вугілля в рідке паливо без застосування високих тисків і викиду золи і сірки.

Одне з найважливіших досягнень хімії надвисоких тисків - синтез алмазів. Перші штучні алмази синтезовані в 1954 р. (після тривалої, п'ятдесятирічної пошукової роботи) майже одночасно в США і Швеції. Синтез здійснювався при тиску 50 000 атм. і температурі 2000° С.. В останні десятиліття щорічно виробляються тонни синтетичних алмазів, які за своїми властивостями незначно відрізняються від природних. Частка штучних алмазів на світовому ринку перевищує 75% від обсягу всієї алмазної продукції. До теперішнього часу налагоджено промислове виробництво не тільки штучних алмазів, а й інших

дорогоцінних каменів: корунду (червоного рубіна і синього сапфіра), смарагду тощо.

У 1985 р. були синтезовані фулерени - новий різновид багатоатомних молекул вуглецю, що складається з великого числа (від 32 до 90) атомів вуглецю і має сферичну форму. З таких молекул можна створювати матеріали небувалої міцності, елементи комп'ютерів XXI ст.

**Створення синтетичних матеріалів.** Для кожного виробу потрібні свої матеріали з цілком певними властивостями, до яких пред'являються високі вимоги. Масове виробництво пластмас почалося в другій половині XX ст. У 1900 р. світове виробництво пластмас складало близько 20 тис. т, а в 1970 р. - вже 38 млн. т. На сьогодні обсяг виробництва пластмас можна порівняти з обсягом випуску сталі - сотні мільйонів тонн на рік. Синтетичні тканини з'явилися в другій половині XX ст., тепер хімія легко відтворює кращі властивості льону, бавовни, вовни.

Асортимент матеріалів різного призначення постійно розширюється. Велика увага приділяється розробці композиційних матеріалів (композитів) - матеріалів, що складаються з компонентів з різними властивостями. Цілеспрямоване дослідження властивостей композитів почалося в 60-ті роки XX ст., Коли нові волокнисті неорганічні матеріали з бору, карбїду кремнію, графіту, оксиду алюмінію та інші, стали поєднувати з органічними або металевими. Композиційні матеріали з волокнистої структурою мають дивовижну міцність, проте такий матеріал повинен бути не тільки надміцним, але і стійким до агресивного середовища.

Таким чином, можна виділити основні риси сучасної хімії, що відрізняють її від класичної хімії XIX століття.

Перш за все, створення надійного теоретичного фундаменту призвело до значного зростання можливостей прогнозування властивостей речовини. Сучасна хімія немислима без широкого використання фізико-математичного апарату і різноманітних розрахункових методів. Прогностичні можливості хімії поширюються не тільки на природні властивості речовини, а й на умови синтезу цієї речовини.

Ще однією особливістю хімії в XX столітті стала поява великої кількості нових аналітичних методів, насамперед фізичних та фізико-хімічних. Широке поширення одержали рентгенівська, електронна та інфрачервона спектроскопія, магнітохімія і мас-спектрометрія, рентгеноструктурний аналіз тощо. Нові дані, отримані за допомогою фізико-хімічних методів, змусили переглянути цілий ряд фундаментальних понять і уявлень хімії. Сьогодні жодне хімічне дослідження не обходиться без залучення фізичних методів, які дозволяють визначати склад досліджуваних об'єктів, встановлювати найдрібніші деталі будови молекул, відстежувати перебіг складних хімічних процесів.

Неминучим наслідком вдосконалення хімічної теорії з'явилися нові успіхи практичної хімії. З видатних досягнень хімії XX століття досить згадати хоча б такі, як каталітичний синтез аміаку, одержання синтетичних антибіотиків і полімерних матеріалів. Успіхи хіміків в справі отримання речовини з бажаними

властивостями в числі інших досягнень прикладної науки до кінця ХХ століття привели до корінних перетворень в житті людства. Хіміки знайшли ліки від невиліковних раніше хвороб, отримали речовини і матеріали, використання яких істотно поліпшило умови життя людей.

**Енергетика.** Для другої половини ХХ та початку ХХІ століття характерні швидке зростання споживання різних видів енергії, широкий розвиток засобів зв'язку і транспорту. Завдяки успіхам геологічних наук і створенню більш досконалих засобів пошуку корисних копалин відкриваються нові родовища нафти і природного газу. Досягнення фізичної науки дозволяють широко використовувати для потреб людства принципово новий енергетичний ресурс - внутрішньоатомну енергію (ядерне паливо), ведуться роботи з використання енергії керованих термоядерних реакцій. Внаслідок швидкого зростання споживання енергетичних ресурсів, особливо електроенергії, в енергетичному господарстві промислово розвинених країн складається якісно нова ситуація. Для неї характерні: підвищення складності одержання нафти і деякою мірою природного газу, що супроводжується зростанням цін на ці види палива; поява широких можливостей використання ядерного пального; наростання економічних труднощів у розвитку енергетики.

Усе це призводить до того, що період переважного забезпечення приросту енергетичного балансу рідким паливом і природним газом змінюється швидким зростанням атомної енергетики, новим піднесенням вугільної промисловості, розгортанням активної енергозберігаючої політики, а також поступовим зростанням використання нетрадиційних поновлюваних джерел енергії (НПДЕ).

На початку III тисячоліття понад 60 % електроенергії вироблялося на теплових електростанціях. Ці електростанції як паливо використовують мазут, вугілля, газ, біомасу та деякі інші види палива. Теплові станції, які крім електроенергії виробляють і тепло для централізованого опалення житлових і виробничих приміщень, називаються теплоелектроцентралями (ТЕЦ). Така практика поширена не лише в Україні, а й за її межами, зокрема у Данії. У більшості розвинених країн світу виробництво електроенергії і теплопостачання будинків не взаємопов'язані.

Друге місце за обсягом виробленої електроенергії посідають у світі гідроелектростанції (ГЕС), які забезпечують виробництво п'ятої частини електроенергії. ГЕС бувають різної потужності - від невеликих до величезних. Розвинені країни світу освоїли для використання 50 % своїх гідроресурсів, держави Східної Європи та колишнього СРСР - 20 %, країни, що розвиваються, - 7 %. У розвинених країнах подальший розвиток гідроенергетики стримується соціальними та іншими міркуваннями, а в країнах, що розвиваються, - відсутністю інвестицій. Спорудження гребель порушує встановлений природою водообмін і спричиняє інші негативні наслідки.

Атомні електростанції стоять на третьому місці за обсягом виробленої світової електроенергії. Нині у світі діє приблизно 140 атомних реакторів. Упродовж 80-90-х років ХХ ст. вони виробляли 10-11 % світової електроенергії. Привабливість атомної енергетики різко впала після Чорнобильської катастрофи

(квітень 1986 р.), втім, у ряді країн атомні електростанції і далі виробляють левову частку електроенергії (Литва та Франція - 3/4, Бельгія - 56 %, Швеція - 51 %). Німеччина повністю відмовляється від використання атомної енергії і поступово виводить з експлуатації свої 18 АЕС. Франція ж і далі використовує свої 58 ядерних реакторів.

Для одержання електроенергії також використовують невеликі дизельні електростанції. Їх, як правило, споруджують у важко-доступних місцевостях, наприклад, у горах. Вони можуть розташовуватися й у добре обжитих місцях як резервне джерело електроенергії на випадок аварії в електромережах.

У світі є також геотермальні електростанції, які використовують внутрішнє тепло Землі. Їхні турбіни перетворюють енергію гарячих пароводяних джерел на електричну енергію. Наприклад, у Новій Зеландії 10 % електроенергії виробляється на геотермальних станціях. Такі станції є також в Італії, Японії, Ісландії та США. Сумарна визначена потужність геотермальних станцій у світі на початку XXI ст. становила 6,0 ГВт.

Джерелом енергії для людства продовжує бути біомаса. Наприклад, у Непалі, Ефіопії, Танзанії та деяких інших країнах близько 90 % спожитої енергії забезпечує біомаса. Оскільки біомаса належить до відновлюваних джерел енергії, то фахівці прогнозують помітне її місце у майбутньому енергобалансі людства.

Отже, основні електростанції, які людство нині використовує, - це теплові, гідро- та атомні. Інші види станцій у структурі виробленої електроенергії відіграють невелику роль.

Незважаючи на підвищення інтересу до НПДЕ, традиційні джерела енергії, такі, як вугілля, нафта, природний газ і атомна енергія, ще досить тривалий час пануватимуть на енергоринку як основні енергетичні джерела. Причому справа не тільки у відносній дорожнечі енергії з НПДЕ порівняно з традиційними джерелами, недосконалої технології одержання такої енергії, але й в екологічних проблемах, що виникають при одержанні енергії з НПДЕ.

Вважають, що енергія з НПДЕ є більш екологічно чистою порівняно з традиційною енергетикою, що виправдує її високу собівартість (на 5-300% вище собівартості енергії за традиційними технологіями). Однак якщо негативні екологічні наслідки традиційної енергетики достатньо вивчені, добре прогнозовані і можуть бути деякою мірою нейтралізовані за допомогою існуючих природоохоронних технологій, то наслідки впливу НПДЕ на навколишнє середовище потребують ретельних наукових досліджень.

Наприклад, енергія вітру є зовсім не ідеальною для використання, оскільки передбачає використання великих територій. При сучасних технологіях, щоб досягти потужності вітроелектростанції в 1 тис. МВт, потрібно вкрити вітрогенераторами декілька десятків квадратних кілометрів. Для порівняння: один енергоблок на Запорізькій або Південноукраїнській АЕС такої ж потужності займає площу в кілька сотень квадратних метрів. Однак основним недоліком вітроенергетики є те, що на території, зайнятій вітрогенераторами, будь-яка господарська діяльність стає неможливою. Вітрові турбіни мають

максимальний ККД при частоті обертання ротора 10-20 разів за секунду. Це частота інфразвукових коливань, які вкрай негативно впливають на все живе, особливо на людський мозок. А традиційний трилопатевий пропелер вітротурбіни є ідеальним генератором інфразвуку. Крім того, генеровані пропелером коливання поширюються так, начебто вони вийшли з гігантського рупора, а отже, загасають не пропорційно квадрату відстані, а значно повільніше.

Механізм впливу інфразвукових коливань на живі організми ще недостатньо вивчений, проте відомо, що ці коливання є резонансними для клітинних мембран. Таким чином, при впливі інфразвуку на клітину її розвиток пригнічується, а через певний час вона гине. У людини найбільш чутливими до інфразвуку є нейрони головного мозку.

Таким чином, вітроенергетика насправді не є екологічно чистою. Її масове використання можливе тільки на територіях, де протягом життя декількох наступних поколінь не планується ведення будь-якої господарської діяльності (наприклад, територія Чорнобильської зони в Україні).

Проблеми одержання сонячної енергії обумовлені її низькою концентрацією, внаслідок чого масове використання сонячної енергії є економічно недоцільним. Традиційний спосіб одержання електроенергії із сонячної полягає у нагріванні сонцем води і перетворенні її в пару, яка обертає ротор турбіни. Однак для нагрівання в такий спосіб 1 л води за 1 секунду необхідно сконцентрувати сонячний промінь у середньому на площі в 2 кв. км. Вартість необхідної кількості високоякісних дзеркал значно перевищить кошторисну вартість ядерного реактора. Крім того, найкращі дзеркала, які використовуються в сучасній техніці, відбивають 94% світла, тобто 6% таки поглинається, внаслідок чого відбувається нагрівання. Оскільки дзеркала вкриваються срібно-ртутною амальгамою, то при їх нагріванні різко зростає концентрація ртутної пари в навколишньому повітрі.

Ще один недолік такого способу концентрації сонячної енергії - необхідність комплектування дзеркал автоматичною системою спостереження за сонцем, що в кілька разів підвищує вартість сонячної електростанції. В іншому разі сонячні відблиски, відбиваючись від дзеркал, випалюватимуть усе навколо на досить значні відстані.

Технологія одержання електроенергії з енергії сонця за допомогою фотоелементів також має ряд недоліків: низький ККД фотоелементів (до 30%), необхідність залучення великих територій, висока концентрація парів миш'яку і селену (складові фотоелементів) на цих територіях.

У деяких країнах здійснюються спроби використання тепла земної кори для одержання електроенергії. Цей спосіб є досить привабливим, але може бути застосований в основному в районах підвищеної вулканічної активності. На більшій частині території України для одержання електроенергії за такою, технологією необхідно бурити свердловини глибиною до 15-20 км, що перевищує можливості сучасної техніки.

Застосування геотермальної енергії передбачає дві можливості. Перша - використання енергії гарячих джерел і гейзерів. Однак цей метод може бути

застосований лише там, де є гейзери. Крім того, як правило, вода в гарячих джерелах має невисоку температуру, тому без додаткового нагрівання одержати електроенергію з її допомогою важко.

Друга можливість полягає в закачуванні води в надра землі, де вона перетворюється на пару, яка обертає енерготурбіни. Але й тут є недоліки. У зонах вулканічної активності, де передбачається використовувати таку технологію, із земних надр просочуються на поверхню досить активні гази, такі, як сірководень, оксиди сірки, аміак, оксиди азоту тощо. Реагуючи з водою (причому при підвищених температурах), вони перетворюються в досить сильні кислоти, які інтенсивно роз'їдають металеве устаткування. Відповідно доводиться вживати спеціальних заходів для очищення від них водяної пари, що значно збільшує собівартість такої енергії, не усуваючи цілком небезпеки аварій.

Таким чином, жоден з розглянутих методів видобутку електроенергії з НПДЕ не є екологічно чистим, крім того, за останніми підрахунками, поновлювані джерела можуть забезпечити потреби лише 1,5 мільярда людей на планеті. Отже, у найближчі кілька десятків років основним джерелом одержання досить дешевої енергії залишиться традиційна енергетика. За прогнозами експертів, у XXI столітті в забезпеченні енергією не очікується революційних змін, подібних до швидкого незапланованого і різкого самообмеження в забезпеченні енергією або раптового відкриття нового екологічно чистого та легкодоступного джерела енергії. Водночас передбачається, що людство здатне поступово поліпшувати споживання енергії

**Біологія та медицина.** До середини XX століття на одне з перших місць у природознавстві висунулася біологія, де здійснені такі фундаментальні відкриття: значення стоволових клітин людини; пріони; встановлення молекулярної структури ДНК та відкриття генетичного коду; клонування.

У біологію термін "стовбурова клітина" ввів російський вчений Олександр Максимов в 1908 році в Берліні на з'їзді гематологічного товариства. Наступною значною віхою в дослідженні цього наукового питання стало відкриття радянськими фахівцями Олександром Фріденштейном та Йосипом Чертковим в 60-70-ті роки минулого століття стовбурових клітин крові. І за великим рахунком, саме їм належить авторство у створенні вчення про стовбурові клітини. Проте інтенсивний розвиток цієї науки почався з 1998 року, коли американські вчені Д. Томпсон і Д. Герхард виділили ембріональні стовбурові клітини. Стовбурові клітини - це та основа, з якої розвивається весь організм. Так, зародок цілком складається зі стовбурових клітин, які починають поступово диференціюватися в клітини майбутніх органів і тканин. У разі пошкодження будь-якого органу стовбурові клітини прямують до вогнища лиха і перетворюються в клітини хворого органу, сприяючи його відновленню. Саме ця властивість стовбурових клітин лягла в основу розробки методів їх застосування в терапевтичних цілях. Зараз одним з основних показань до застосування стовбурових клітин є стан хворого після променевої або хіміотерапії.

Друге найбільше відкриття біології XX століття - пріони. Виявив їх американський біохімік Стенлі Прузінер. У 1997 році він був заслужено

удостоєний Нобелівської премії. Відкриття С. Прузінера змусило вчених говорити про новий тип спадковості - пріонної, білкової спадковості, тобто передача інформації може відбуватися не тільки через хімічну структуру генів. В даний час існування такої спадковості доведено як вітчизняними, так і зарубіжними вченими.

Після публікації Дж. Уотсоном і Ф. Криком в 1953 році моделі дезоксирибонуклеїнової кислоти (ДНК) пройшло більше 60 років. Це відкриття визначило розвиток біології другої половини ХХ століття. Питання про те, що і як записано в ДНК, прискорило розшифрування генетичного коду. Усвідомлення того, що гени - це ДНК, універсальний носій генетичної інформації, привело до появи генної інженерії. Проект розшифрування генома, головною причиною якого було визначити послідовність нуклеотидів, які складають ДНК і розпізнати 25 000 генів у людському геномі, стартував ще в 90-х роках. Розшифрування геному - це, мабуть, найкоротший шлях до нових успіхів в медицині і біотехнології. Вже в 2003 році вченими було оголошено про розпізнання всієї структури геному, однак і сьогодні додатковий аналіз деяких ділянок ДНК ще не закінчений. Більше того, треба визнати, що робота над інтерпретацією даних геному знаходиться в своїй початковій стадії. Але ті результати, які є сьогодні, лише підтверджують очевидний факт: на шляху дослідження ДНК людини на нас чекають неймовірні успіхи в лікуванні людських хворіб. Очікується, що інформація про геном людини допоможе пошуку причин виникнення раку, хвороби Альцгеймера та інших областей клінічного значення і, ймовірно, в майбутньому може привести до значних успіхів в їх лікуванні. Крім очевидної фундаментальної значущості, визначення структури людських генів є важливим кроком для розробки нових медикаментів і розвитку інших аспектів охорони здоров'я.

Клонування - ряд наступних один за одним поколінь спадково однорідних організмів, що утворюються в результаті безстатевого або вегетативного розмноження від одного загального предка. Проблема клонування тварин була вирішена групою Яна Вільмута у 1997 році, коли народилася вівця на ім'я Доллі - перша тварина, отримана з ядра соматичної клітини дорослої тварини. Надалі були проведені успішні експерименти з клонування різних ссавців з використанням ядер, взятих з дорослих соматичних клітин тварин (миша, коза, свиня, корова).

Поява технології клонування тварин викликала не тільки великий науковий інтерес, але і привернула увагу великих компаній і фінансового бізнесу в багатьох країнах. У цілому технологія клонування тварин ще знаходиться в стадії розвитку. У великій кількості отриманих таким чином організмів спостерігаються різні патології, що призводять до внутрішньоутробної загибелі або загибелі відразу після народження. Частка вдалих дослідів становить 0,3-0,5%.

Клонування - велика етична проблема. У великому числі країн використання даної технології стосовно до людини офіційно заборонено і переслідується за законом (США, Франція, Німеччина, Японія), причому у

Франції, наприклад, за експерименти з клонування людини передбачено тюремне ув'язнення терміном до 20 років.

У медицині є перспективною клітинна терапія на основі використання клонованих клітин. Такі клітини повинні компенсувати недолік і дефект власних клітин організму і, головне, не відторгатимуться при трансплантації. Технологія клонування тварин дозволить здійснювати і широкомасштабну ксенотрансплантацію органів, тобто заміну окремих органів людини на відповідні клоновані органи.

У медицині видатних успіхів досягнула фізіологія. Нарівні з вивченням фізіології нервової діяльності були продовжені дослідження з фізіології дихання, крові і кровообігу, травлення, м'язевої діяльності, органів внутрішньої секреції та інші. Теорія м'язевого скорочення розроблена англійським фізіологом А. Хіллом (1886-1977 рр.). Згідно з нею, м'яз і нерв в спокійному стані споживають кисень, виділяючи тепло.

Фізіологія відіграла значну роль у встановленні та розвитку нової науки - космічної медицини. В її практиці використовується цілий ряд фізіологічних тестів, розроблених для відбору та підготовки космонавтів, пов'язаних з вивченням серцево-судинної системи, водно-сольового обміну, вестибулярного апарату. Микола Сиротинін (1896-1977 рр) запропонував практичні рекомендації при гіпоксії в космічній медицині (1973 р.).

Космічною медициною, завдяки глибокому пізнанню фізіології, відкриті значні внутрішні людські резерви, нагромаджений великий досвід активного управління процесами адаптації організму і стабілізації здоров'я людини в різних екстремальних умовах, що має значний інтерес для теорії і практики медицини.

Протягом десятиліть продовжувались багаточисельні дослідження, внаслідок яких з'являються нові факти, розкриваються нові закономірності фізіологічних функцій живого організму. В Массачусетському технологічному інституті створено пристрій, який може виконувати функцію підшлункової залози, підтримуючи нормальний вміст цукру в крові при діабеті шляхом виділення виробленого ним інсуліну. Значні досягнення фізіології сприяли розвитку фармакології, біохімії, патології, імунології, клінічних дисциплін та гігієни.

На відкриття радикальних лікувальних засобів витрачається багато років і інколи вони розпочинались і завершувались різними дослідниками. Відкриття стрептоміцину належить Зіновію Ваксману (1888-1973 рр.). Він, починаючи з 1939 р., дослідив понад 500 мікроорганізмів і в 1942 р. виділив стрептоміцин, що став могутньою зброєю в боротьбі з інфекціями, які викликаються гнильними бактеріями. Завдяки стрептоміцину вдалося досягнути значних успіхів у лікуванні туберкульозу.

До 1946 р. грибки-продуценти антибіотиків вирощували на поверхні рідких середовищ в сотнях тисяч пляшок з-під молока. Тепер грибки вирощують в спеціальних котлах, що вміщують 10 000 літрів середовища. Завдяки новій технології зросли кількість і якість отриманих антибіотиків. Надалі були внесені



зміни в їхню хімічну структуру, розпочався синтез антибіотиків. Сім'я природніх пеніцилінів поповнилась низкою препаратів (ампіцилін, оксацилін, метицилін тощо). Тепер медицина щороку отримує на озброєння нові антибіотики.

Поруч з хіміопрепаратами та антибіотиками на основі досягнень науки були розроблені комплекси лікувальних засобів рослинного походження. Сучасна фітотерапія широко використовується для лікування серцево-судинних захворювань, зокрема, гіпертонічної хвороби. Ефективність фітолікування підвищується комплексним використанням рослин. Розроблені різні композиції, що збагатили клінічну фармакологію.

В ХХ сторіччі німецькі вчені створили препарат проти інфаркту. Завдяки його застосуванню вдалося в 70 % хворих відкрити закупорені артерії серця. Цей препарат назвали активатором тканинного плазміногену (АТП).

Болгарська фірма "Фармахізм" розробила препарат (пірамам), що добре стимулює нервово-психічну діяльність і дає можливість значно прискорити лікування порушень при крововиливах. Постійне кількісне зростання ліків, підвищення їхньої ефективності є характерною рисою фармації ХХ століття.

Продовжувалось дослідження збудників хворіб - дрібних внутрікліткових паразитів, що отримали назву вірусів. Розвиток вірусології тісно пов'язаний з відкриттям електронного мікроскопа. Вірусологами відкрито низку збудників хворіб, розроблені специфічні методи профілактики вірусних інфекцій, створені вакцини з живих або вбитих збудників проти поліомієліту та жовтої лихоманки.

Арсенал діагностичних засобів і методів лікування в кардіології суттєво розширився. З'явилося нове покоління електрокардіографів з мікропроцесорним управлінням, комплексні системи для поліклінік і стаціонарів, які дозволяють проводити ехокардіографію з автоматичним розрахунком показників. Створені кардіомоніторна техніка, комп'ютери для оцінки роботи серця, магнітнорезонансна томографія, що дозволяє бачити серце, його стінки, перетинки і порожнини. Нові обрії в діагностиці відкрили ехокардіографія, радіонуклідні методи тощо.

В ХХ ст. була вирішена проблема очищення крові та інших рідин організму від токсичних речовин, які через паталогію нирок і печінки не могли бути нейтралізовані. Цьому сприяло відкриття і синтез т. з. сорбентів, які поглинають токсичні речовини. Сконструйована та удосконалюється спеціальна апаратура, яка виконує функції печінки або нирки ("штучні печінка і нирка").

Знайшов застосування новий діагностичний метод - тепlobачення. З допомогою спеціальних оптико-електронних приладів - тепловізорів – можна вловити навіть початкові стадії запальних процесів, пухлин і судинних ушкоджень. Це обумовлено тим, що, залежно від підвищення чи пониження місцевої температури, на фоні звичайних обрисів органа чи кінцівки, посилюється чи, навпаки, ослаблюється яскравість світіння на місці патологічного процесу. Цей метод наближається до ідеального, оскільки він нешкідливий, безкровний і неболючий. Тепlobачення дозволяє одночасно отримати анатомо-топографічні та функціональні дані про уражену зону.

Велике розповсюдження в клінічній медицині отримав метод гіпербаричної оксигенації, тобто утримання хворого в атмосфері з підвищеним тиском кисню. Тоді в крові пацієнта кисень переносять не тільки звичайні носії - еритроцити, але й сама плазма. Це зменшує кисневе голодування тканин, властиве багатьом захворюванням, особливо серцево-судинним. В окремих випадках такі операції, як реконструкція клапанів чи судин серця, виконуються в бароопераційній. При цьому насиченість киснем організму хворого настільки може бути високою, що дозволяє проводити операцію з припиненням кровообігу протягом певного часу.

Останні десятиріччя також характеризуються широким впровадженням в практику ендоскопічних методів діагностики, зокрема, з використанням гнучких фіброендоскопів. Зростає і лікувальна роль фіброендоскопії в зупинці кровотеч, видаленні патологічних утворень. У 1972 р. Годфрі Гаупсфілд сконструював перший комп'ютерний осьовий томограф.

В ХХ ст. досягла розвитку педіатрія - наука про здорову дитину, дитячі захворювання та заходи щодо боротьби з ними. Відкрито спеціальні лікарні для дітей. Була створена потужна система охорони здоров'я дітей. Особливих успіхів у зниженні смертності немовлят досягли Японія та скандинавські країни.

Видатних успіхів в ХХ ст. досягла хірургія. Удосконалення наркозу, антисептики і асептики, застосування штучного знекровлення, дозволили проникати в різні ділянки людського тіла, подовжити оперативне втручання. Розвинулась оперативна хірургія. Микола Амосов (1913-2002 рр.) ввів застосування механічних швів в грудну хірургію (1957), запровадив медичну кібернетику (1960 р.), удосконалив апарат штучного кровообігу (1962 р.), сконструював двохстулкові клапани для мітрального положення (1962 р.) У 1968 році Ш. Ікеда ввів волоконно-оптичну бронхоскопію.

Епохальною подією стала пересадка серця від померлої людини іншій з тяжким ураженням серця, яку здійснив в 1968 р. південноафриканський хірург Х. Бернард (1922-2001 рр.). Тепер пацієнти з пересадженими серцями живуть десятки років. Однак ця операція не отримала етико-юридичного обґрунтування і її проведення залежить від випадку і дозволу видалити серце у загиблої людини. Подальше впровадження в практику цієї операції пов'язується зі штучним серцем, перше з яких пересаджено пацієнту в США в 2001 р. Правда, поки що результати пересадки штучного серця невтішні. Подолання бар'єру несумісництва є важливим завданням сучасної світової медицини. Для цього хімія та фармакологія мають відкривати відповідні засоби та речовини.

Відгалуження мікрохірургії створило нові можливості оперативного втручання, перш за все, в травматології. Це реплантація (приживлення на пошкодженому місці) пальців, всієї кінцівки тощо. Серцево-судинна хірургія, трансплантація органів і тканин, пластична і щелепно-лицева хірургія, урологія, гінекологія сьогодні не можуть існувати без мікрохірургії. Довгий час заповітною мрією хірургів була безкровна операція. Це сталося з впровадження в хірургію винаходу ХХ ст. - лазерного променя.

Лазерний скальпель розсікає тканину і одночасно зупиняє кровотечу. Крім того, промінь забезпечує ідеальну стерильність розрізу, чим виключає можливість виникнення набряків і запалень. Лазерний промінь виявився перспективним в хірургії паренхіматозних органів завдяки його здатності "запаювати" кровоносні та лімфатичні судини, жовчні протоки і протоки підшлункової залози.

Невирішеною проблемою на початку XXI ст. залишається проблема раку, що не мала собі рівних за складністю. Онкологічні захворювання займають друге місце серед причин смертності в розвинених країнах. Наступ на рак іде багатьма шляхами. Один із ключових - рання діагностика захворювань. Створено десятки методів, багато з яких володіють високою точністю (до 80 %) виявлення пухлин на ранній стадії. Для лікування використовуються хірургічні методи, променева терапія і, певною мірою, ефективні ліки. Значна роль в боротьбі з пухлинами належить створенню нових ефективних ліків. Одна із ідей для їхнього пошуку - це ідея використання згубних для ракових клітин речовин. Співпрацею хіміків, біологів та фармацевтів створені нові препарати рослинного походження: ханерол, хризомалін, антибіотик дактиноміцин тощо.

Можливо, XXI століття нового тисячоліття стане вирішальним у розв'язанні проблеми раку. Особливі перспективи пов'язуються з генною інженерією. Вже сьогодні розроблені "генетичні" методи лікування раку. Французські вчені ввели в уражені тканини клітини-вбивці, які знищують генноносії хвороби. Потім спеціальний вірус, який не порушує здорової тканини, доставляє клітини-відновлювачі.

З'являються ліки для паралізованих внаслідок травм хребта. Вони впливають на ген, який паралізує клітини спинного мозку, надаючи можливості їм відновлюватися.

Метод клітинної терапії має велике майбутнє у лікуванні захворювань. Він дає позитивні результати навіть тоді, коли діагноз звучить як вирок: цироз печінки, хвороба Дауна, СНІД, рак. Клітинна терапія буде використана як засіб відновлення життєво важливих функцій організму, зокрема, для продовження молодості. Вчені вважають, що ця технологія збереже життя мільйонам людей третього тисячоліття.

### **7.3. Розвиток техніки і технологій другої половини XX початку XXI століття.**

**Енергетика та електротехніка. Теплоенергетика.** За прогнозами МЕА ("World Energy Outlook 2006", IEA) світова потреба в електроенергії до 2030 року більш ніж у 2 рази перевищить сучасний рівень і досягне 30116 млрд. кВт·год. При збереженні існуючих тенденцій помірному розвитку атомної енергетики, передбаченого в прогнозі МЕА, частка ТЕС у загальному виробництві електроенергії дещо перевищить сучасний рівень. Здійснення прогнозу МАГАТЕ передбачає ренесанс атомної енергетики зі збільшенням її частки у світовому виробництві електричної енергії у 2030 р. до 25% проти 11,7% за

прогнозом МЕА, ТЕС забезпечать покриття більше половини потреб людства в електричній енергії.

Розвідані запаси викопної органіки достатні для сталої роботи теплової енергетики протягом багатьох десятиліть. За сучасними даними забезпеченість потреб світу в нафті й природному газі, виходячи з доведених видобувних ресурсів, оцінюється у 50–70 років, вугілля – більш ніж у 200 років. В останні 20–30 років ці терміни постійно коригуються у бік збільшення у результаті випереджаючих темпів геологорозвідки, вдосконалення технологій вилучення розвіданих запасів.

Найбільш важливими проблемами перспективного розвитку теплової енергетики світу залишається, як і колись, подальше технологічне вдосконалення ТЕС з метою підвищення економічності, надійності та екологічної чистоти виробництва електричної та теплової енергії.

Безпосередню екологічну небезпеку на локальному й регіональному рівнях створюють атмосферні викиди шкідливих речовин з продуктами згорання органічних палив. Певну екологічну небезпеку становлять ТЕС і як масштабні забруднювачі водних басейнів. Не можна не відзначити також істотного впливу теплової енергетики на прямі й непрямі зміни місцевих ландшафтів у процесах поховання золи та шлаків, видобутку, транспортування і зберігання палива.

Практично всі перераховані впливи ТЕС можуть і повинні бути знижені до екологічно безпечного рівня як за рахунок підвищення к.к.д., так і в результаті здійснення відомих та нових природоохоронних технологій, зокрема технологій уловлювання шкідливих речовин в технологічних процесах підготовки палива, його спалювання та видалення газових і твердих продуктів згорання, безреагентних технологій підготовки води тощо.

Поряд з локальними впливами ТЕС світу все збільшує свій внесок в глобальні екологічні процеси, що ведуть, зокрема, до зміни клімату планети. Теплова енергетика служить одним з основних джерел викиду в атмосферу водяної пари, вуглекислого газу, пилу та інших компонентів - поглиначів довгохвильового інфрачервоного випромінювання земної поверхні. Підвищення концентрації поглинаючих компонентів атмосфери викликає так званий парниковий ефект - розігрів поверхні Землі короткохвильовим сонячним випромінюванням внаслідок погіршення умов її радіаційного охолодження через екрануючу дію поглинаючих компонентів атмосфери.

Перспективні технології ТЕС на природному газі, орієнтовані на застосування у великій енергетиці, найбільш інтенсивно розвиваються за такими основними напрямками: високотемпературні газотурбінні установки (ГТУ); комбіновані або парогазові установки (ПГУ), що поєднують газотурбінний і паротурбінний цикли; високотемпературні паливні елементи; гібридні установки на основі поєднання ПГУ з високотемпературними паливними елементами.

До числа напрямів екологічно чистого використання твердого палива, що інтенсивно розробляються, передбачуваних до промислового впровадження у найближчій й довгостроковій перспективі, відносяться: паротурбінні ТЕС із

супернадкритичними параметрами пари (СКТ); парогазові ТЕС на вугіллі; гібридні парогазові ТЕС.

Перспективні розробки парогазових установок на вугіллі проводяться багатьма країнами. Найбільший прогрес очікується за двома напрямками робіт: газифікації вугілля і прямого спалювання вугілля під тиском. Вважається, що технологія газифікації вугілля забезпечує найбільш універсальний і чистий спосіб перетворення вугілля в електричну енергію, водень та інші цінні енергетичні продукти. Саме газифікація може стати основою для створення електростанцій нового покоління на найближчі десятиліття.

Повна екологічна чистота теплової енергетики може бути забезпечена шляхом уловлювання та зберігання вуглекислого газу.

Можливості створення відповідних технологій вже в даний час інтенсивно вивчаються в багатьох країнах світу. Технології уловлювання являють собою третій, найрадикальніший шлях боротьби з потеплінням клімату разом з двома іншими - підвищенням к.к.д. і видаленням вуглецю з органічного палива.

Крім того, інтенсивно розробляються схеми нових установок, де вуглекислий газ використовується в якості робочого тіла, перетворюючись у результаті в рідину, що підлягає захороненню.

Важливими напрямками науково-технічного прогресу в теплоенергетиці є: створення нових поколінь енергоустановок; реконструкція і модернізація діючого обладнання; перехід від концепції продовження терміну служби обладнання до концепції управління ресурсом на базі сучасних комбінованих методів і критеріїв зі спільним урахуванням показників його надійності та ефективності; забезпечення необхідного рівня промислової безпеки енергетичного обладнання; високоефективне виробництво електроенергії і тепла на основі застосування парогазових і газотурбінних установок, технічне переозброєння і подальший розвиток теплових електростанцій для підвищення їх економічної та екологічної ефективності, надійності, маневреності та керованості; розробка екологічно чистих вугільних технологій на основі застосування котлів з циркулюючим киплячим шаром, використання водовугільних суспензій, різних схем газифікації вугілля та ынше; створення ефективних газоочисних систем; комплексна автоматизація устаткування блоків і електростанцій; вирішення науково-технічних проблем, пов'язаних з розробкою обладнання на суперкритичні параметри пари, технологій отримання дешевого обладнання для паливних елементів, систем акумулювання електричної енергії; створення невеликих установок з комбінованого виробництва електричної енергії і тепла (когенерація) з використанням поршневих двигунів, газових турбін (ТЕЦ малої та середньої потужності, міні-ТЕЦ).

**Гідроенергетика.** Сучасний етап розвитку гідроенергетики характеризується широким будівництвом великих ГЕС із водосховищами комплексного призначення у багатьох країнах світу, значним збільшенням використання гідроенергетичних і водних ресурсів, що пов'язано з необхідністю задоволення різко зростаючих потреб в електроенергії та воді міст, промисловості та сільського господарства, що швидко розвиваються, а також

захисту від паводків. Крім того, в умовах збільшення частки електроенергії, що виробляється великими базисними ТЕС та АЕС, гідроелектростанції служать їх оптимальним доповненням як маневрені потужності.

Однак створення водосховищ, виявляючись активним втручанням в екологічні умови, що склались, справляючи значний вплив на них, може призвести до негативних наслідків для навколишнього природного середовища та умов життя населення. Багато негативних наслідків при створенні водосховищ (особливо у 50–70-ті роки ХХ ст.) мають історичні корені, обумовлені відомими труднощами соціально-економічного та політичного розвитку суспільства, а також недооцінкою впливу техногенної дії на навколишнє природне та соціальне середовище, недостатністю природоохоронних та компенсаційних заходів, порушенням режимів експлуатації. Крім того, оцінки впливу водосховищ на навколишнє середовище у багатьох випадках мали поверховий обмежений характер.

В останні десятиріччя ХХ ст. проблеми впливу ГЕС та водосховищ на навколишнє середовище стали предметом глибокого вивчення, найважливішого значення набувають комплексні роботи по вивченню та прогнозуванню наслідків їх спорудження. Практично у всіх країнах законодавчі акти, державна політика особливу увагу приділяють захисту навколишнього середовища, обов'язковою стає експертиза впливу об'єкту на навколишнє середовище, висновки якої стають визначальним фактором при прийнятті рішення щодо будівництва ГЕС.

Практика тривалої експлуатації багатьох ГЕС з великими водосховищами комплексного призначення, де в повному обсязі були виконані природоохоронні та компенсаційні заходи, показала можливість мінімізації негативних наслідків та збереження екологічної рівноваги.

Широкомасштабне спорудження ГЕС із водосховищами комплексного призначення відіграло важливе значення в економічному розвитку багатьох країн, у підвищенні добробуту людей, покращенні якості життя населення, особливо в країнах, що розвиваються, за рахунок збільшення споживання електроенергії, забезпечення питною водою, розширення зрошувальних площ, захисту від паводків та іншого.

При подальшому розвитку електроенергетики на базі гармонічного поєднання атомної і вугільної електроенергетики, гідроенергетики та інших відновлювальних джерел гідроенергетика відіграватиме найважливішу роль в оптимізації структури генеруючих потужностей ОЕС України, забезпечуватиме її необхідну маневреність, гнучкість і надійність. Сприятливе геополітичне становище України, а також наявність потужних електричних зв'язків дозволяють ОЕС України стати "енергетичним мостом" між об'єднаними енергосистемами країн ЄС, здійснювати експорт і транзит електроенергії із забезпеченням якості електроенергії у відповідності з вимогами, що існують у країнах ЄС.

**Атомна енергетика.** Двадцять століття пройшло під знаком освоєння енергії нового виду, зосередженої в ядрах атомів, й стало століттям ядерної

фізики. Ця енергія багатократно перевищує енергію палива, яка використовувалась людством протягом всієї його історії.

Із введенням в експлуатацію у 1954 році в СРСР першої у світі промислової атомної електростанції потужністю 5 МВт у м. Обнінськ розпочалась ера атомної енергетики. Джерелом виробництва електроенергії стало розщеплення ядер урану.

Досвід експлуатації перших АЕС показав реальність і надійність ядерно-енергетичної технології для промислового виробництва електроенергії. Розвинуті індустріальні країни приступили до проектування та будівництва АЕС з реакторами різних типів. Уже до 1964 року сумарна потужність атомних електростанцій у світі зросла до 5 млн. кВт.

З цього часу розпочався стрімкий розвиток атомної енергетики, яка, роблячи все більш значний вклад у загальне виробництво електроенергії у світі, стала новою багатообіцяючою енергетичною альтернативою. Розпочався бум замовлень на будівництво АЕС у США, пізніше у Західній Європі, Японії, СРСР. Темпи росту атомної енергетики досягли близько 30% за рік. Вже до 1986 року в світі працювали на АЕС 365 енергоблоків сумарною встановленою потужністю 253 млн. кВт. Практично за 20 років потужність АЕС збільшилась у 50 разів. Будівництво АЕС здійснювалось у 30 країнах світу.

Атомна енергетика дозволяла зменшити споживання органічного палива й різко скоротити викиди забруднюючих речовин у навколишнє середовище від ТЕС.

Проблема енергетичної безпеки, що загострилась у 70-ті роки ХХ ст. у зв'язку з енергетичною кризою, викликаною різким підвищенням цін на нафту, залежністю її постачання від політичних обставин, змусила багато країн переглянути свої енергетичні програми. Розвиток атомної енергетики, зменшуючи споживання органічного палива, знижує енергетичну залежність країн, які не мають або мають обмежені власні паливноенергетичні ресурси, від їх ввезення й зміцнюють енергетичну безпеку цих країн.

У процесі швидкого розвитку атомної енергетики із двох основних типів енергетичних ядерних реакторів – на теплових та швидких нейтронах – найбільше розповсюдження в світі одержали реактори на теплових нейтронах.

Високі темпи розвитку атомної енергетики не відповідали рівню її безпеки. На основі досвіду експлуатації об'єктів атомної енергетики, зростаючого науково-технічного розуміння процесів та можливих наслідків виникла необхідність перегляду технічних вимог, що викликало збільшення капіталовкладень й експлуатаційних витрат.

Серйозного удару розвитку атомної енергетики було завдано важкою аварією на АЕС "Три Майл Айленд" в США у 1979 році, а також на інших об'єктах, що привело до радикального перегляду вимог безпеки, посиленню діючих нормативів й перегляду програм розвитку АЕС у всьому світі, спричинило величезну моральну й матеріальну шкоду атомній енергетиці. У США, які були лідером в атомній енергетиці, з 1979 р. припинились замовлення на будівництво АЕС, скоротилось також їх будівництво в інших країнах.

Важка аварія на Чорнобильській АЕС в Україні у 1986 р., яка класифікується за міжнародною шкалою ядерних інцидентів як аварія найвищого сьомого рівня й яка викликала екологічну катастрофу на величезній території, загибель людей, переселення сотень тисяч людей, підірвала довіру світової спільноти до атомної енергетики.

У багатьох країнах були призупинені програми розвитку атомної енергетики, а в деяких країнах взагалі відмовились від накреслених раніше планів щодо її розвитку.

Не дивлячись на це, до 2000 р. на частку АЕС, які працювали у 37 країнах світу, припадало 16% світового виробництва електроенергії.

Здійснені безпрецедентні зусилля щодо забезпечення безпеки АЕС, що експлуатувалися, дозволили на початку XXI ст. відновити довіру суспільства до атомної енергетики. Настає час "ренесансу" у її розвитку.

Енергетичною стратегією України передбачається розвиток національного паливного циклу. Так, добування урану має збільшитись з 0,8 до 6,4 тис. т у 2030 році, одержить подальший розвиток вітчизняне виробництво цирконію, цирконієвих сплавів й комплектуючих для тепловиділяючих збірок, а в перспективі створення замкнутого паливного циклу, а також участь у міжнародній кооперації з виробництва ядерного палива. Передбачається корпоративна участь України у створенні потужностей з виробництва тепловиділяючих збірок для реакторів ВВЕР, входження України у запропонований США Міжнародний банк ядерного палива.

Забезпеченість паливом атомної енергетики має найважливіше значення для перспективи її розвитку. Сучасні потреби у природному урані у світі складають порядку 60 тис. т при загальних запасах біля 16 млн. т.

У XXI ст. різко збільшується роль атомної енергетики у забезпеченні зростаючого виробництва електроенергії у світі з використанням більш сучасних технологій. Атомна енергетика поки що не має серйозного конкурента на далеку перспективу. Щоб реалізувати її розвиток у широких масштабах, вона, як вже вказувалось, має володіти наступними властивостями: високою ефективністю; забезпеченістю ресурсами; енергонадмірністю; безпекою; приємливістю щодо екологічного впливу.

Важливими проблемами в атомній енергетиці є: поводження з відпрацьованим ядерним паливом, небезпека можливих аварій з викидом радіотоксичних елементів у біосферу, а також відносно низький к.к.д., який складає 31–34%.

Загальний шлях підвищення ефективності АЕС – удосконалення конструкцій деяких елементів активної зони ядерних реакторів й скорочення часу простою на перевантаження ядерного палива.

Реакторні технології досягли високого рівня зрілості. Вдосконалені реактори третього покоління, що використовують властивості пасивної або "внутрішньої властивої безпеки", яка не вимагає втручання з боку обслуговуючого персоналу у разі виникнення несправностей, матимуть: стандартизований проект кожного типу реактора, що полегшує і прискорює



ліцензування; вищий коефіцієнт заводської готовності, що дозволяє скоротити час будівництва і зменшити капітальні витрати; тривалий термін експлуатації, рівний 60 рокам; зменшену вірогідність аварій з плавленням активної зони; низьку потребу в ядерному паливі за рахунок інтеграції в нього поглиначів нейтронів й вищого рівня вигорання; мінімальну дію на навколишнє середовище; знижену кількість відпрацьованого палива ВЯП (тобто радіоактивних відходів).

Створення ядерних реакторів цього покоління, що володіють властивістю самозахисності, забезпечує стійкість їх експлуатації у відношенні до відмов устаткування та помилок персоналу й обмежує радіаційні наслідки найважчих аварій, вірогідність яких знижена у 100–1000 разів. Значне спрощення конструкцій ядерно-енергетичних блоків за рахунок використання пасивних систем безпеки, економічні паливні цикли, блочність та висока якість заводського виготовлення, відпрацьованість і високі ресурсні характеристики устаткування дають можливість продовжити термін служби енергетичних блоків до 60 років, поліпшити економічні показники АЕС з такими блоками, забезпечити високу безпеку АЕС.

Враховуючи становище в ядерній енергетичній галузі, що змінилося, і природний інтерес до найновіших ядерних технологій у вересні 2000 р. МАГАТЕ запропонувала постачальникам і споживачам ядерних технологій об'єднати зусилля в реалізації інновацій в ядерному реакторобудуванні й структурі паливних циклів. У травні 2001 р. МАГАТЕ заснувало міжнародну програму з інноваційних циклів INPRO (Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles Programme), учасниками якої стали 14 країн–членів МАГАТЕ. В липні 2001 р., за пропозицією Міністерства енергетики США була створена програма з розвитку інноваційних ядерних реакторів 4-го покоління, яка набула міжнародного статусу, об'єднавши 10 країн у рамках Міжнародного форуму створення реакторів 4-го покоління GIF-IV (Generation IV International Forum).

До реакторів 4-го покоління були віднесені 6 ядерно-енергетичних технологій, здатних забезпечити вироблення електроенергії, виробництво водню й технологічної теплоти:

- GFR – реактори на швидких нейтронах з газовим теплоносієм (гелій), із замкнутим паливним циклом;
- LFR – реактори на швидких нейтронах з рідкометалевими свинцевими сплавами як теплоносій (теплообмін за схемою розплавлених свинець/свинцево-вісмутова евтектика, замкнений паливний цикл з ефективним відтворенням ядерного палива на основі урану і спалюванням актиноїдів);
- MSR – реактори з теплоносієм у вигляді розплавів солей, епітепловий енергетичний спектр нейтронів, з циркуляцією ядерного палива в розплаві солей, повна переробка актиноїдів в паливному циклі;
- SFR – реактори на швидких нейтронах з теплоносієм із рідкого натрію (замкнений паливний цикл, ефективне спалювання актиноїдів, відтворення ядерного палива на основі урану);

- SCWR – реактори з водою надкритичних параметрів на теплових і швидких нейтронах (тиск води 25 МПа, температура води більше 500°C);
- VHTR – надвисокотемпературний реактор, теплоносій – гелій, температура 1000–1200°C, сповільнювач – графіт, одноразовий урановий цикл.

Програми INPRO і GIF-IV вважають, що ядерно-енергетичні системи повинні забезпечити глобальне споживання енергії в XXI столітті до початку вичерпання непоновлюваних енергетичних ресурсів.

**Розвиток комп'ютерної техніки та техніки зв'язку.** 1951 року в Києві під керівництвом С. Лебедєва незалежно було створено МЕОМ (Мала Електрична Обчислювальна Машина). 1952 року ним же було створено ШЕОМ (Швидкодіюча Електрична Обчислювальна Машина), яка була на той час кращою в світі та могла виконувати близько 8 тисяч операцій за секунду.

У 1951 році компанія Джона Моучлі та Дж. Преспера Еккерта створила машину UNIVAC (Universal Automatic Computer — універсальна автоматична обчислювальна машина). Перший екземпляр ЮНІВАКа було передано в Бюро перепису населення США. Потім було створено багато різних моделей ЮНІВАКа, які почали застосовуватися у різних сферах діяльності. Таким чином, ЮНІВАК став першим серійним комп'ютером. Крім того, це був перший комп'ютер, в якому замість перфострічок та карток було використано магнітну стрічку.

Перше покоління комп'ютерів. Такі комп'ютери, як ЕНІАК, ЕДСАК, ШЕОМ та ЮНІВАК, являли собою лише перші моделі ЕОМ. Упродовж десятиріччя після створення ЮНІВАКа було виготовлено та введено в експлуатацію в США близько 5000 комп'ютерів. Гігантські машини на електронних лампах 50-х років склали перше покоління комп'ютерів.

Друге покоління комп'ютерів з'явилося на початку 60-х років, коли на зміну електронним лампам прийшли транзистори. Винайдені 1948 р. транзистори, як виявилось, були спроможні виконувати всі ті функції, які до цього часу виконували електронні лампи. Але при цьому вони були значно менші за розмірами та споживали набагато менше електроенергії. До того ж транзистори дешевші, випромінюють менше тепла та більш надійні, ніж електронні лампи. І все ж таки найдивовижнішою властивістю транзистора є те, що він один здатен виконувати функції 40 електронних ламп та ще й з більшою швидкістю, ніж вони. В результаті швидкодія машин другого покоління виросла приблизно в 10 разів порівняно з машинами першого покоління, обсяг їх пам'яті також збільшився. Водночас із процесом заміни електронних ламп транзисторами вдосконалювалися методи зберігання інформації. Магнітну стрічку, що вперше було використано в ЕОМ ЮНІВАК, почали використовувати як для введення, так і для виведення інформації. А в середині 60-х років набуло поширення зберігання інформації на дисках.

Поява інтегрованих схем започаткувала новий етап розвитку обчислювальної техніки - народження машин третього покоління. Інтегрована схема, яку також називають кристалом, являє собою мініатюрну електронну

схему, витравлену на поверхні кремнієвого кристала площею приблизно 10 кв. мм. Перші інтегровані схеми (ІС) з'явилися 1964 року. Поява інтегрованих схем означала справжню революцію в обчислювальній техніці. Одна така схема здатна замінити тисячі транзисторів, кожний з яких у свою чергу уже змінив 40 електронних ламп. Інакше кажучи, один крихітний, але складний кристал має такі ж самі обчислювальні можливості, як і 30-тонний ЕНІАК. Швидкодія ЕОМ третього покоління збільшилася приблизно в 100 разів порівняно з машинами другого покоління, а розміри набагато зменшилися. Першим персональним комп'ютером можна назвати міні-комп'ютер PDP-8. Його випустили в березні 1965 року, зробила це корпорація Digital Equipment Corporation. Треба зауважити, що коли ми називаємо PDP-8 міні-комп'ютером, то маємо на увазі, що він не займав усю кімнату. PDP-8 був не більшим за звичайний холодильник, що для нашого часу звучить доволі дико. Його ціна складала 18 500 \$, однак це не завадило комп'ютерним ентузіастам купувати диво техніки. Тому PDP-8 став не лише першим домашнім ПК, але й першим



**Рис. 7.14 - Altair 8800**

комерційно успішним домашнім ПК. Наступний "прорив" зробила компанія MITS (Micro Instrumentation and Telemetry Systems), коли в 1975 році випустила комп'ютер Altair 8800 (рис. 7.14).

Він вважається одним із "революціонерів" домашніх ПК, а також першою ланкою становлення компаній-виробників персональних комп'ютерів.

Він був компактним, продуктивним і недорогим. Altair 8800 мав мікропроцесор Intel 8080 з тактовою частотою 2 МГц, міг адресувати 64 кілобайт пам'яті, а також опрацьовувати 8-та 16-розрядні числа.

Біл Гейтс розпочав кар'єру саме завдяки Altair 8800. У тому ж 1975 році він і Пол Аллен написали інтерпретатор мови BASIC для Altair 8800, а потім вирішили заснувати компанію, яка займалася б розробкою програмного забезпечення - Micro-Soft.

У той ж час ще два комп'ютерних ентузіаста - Стів Джобс і Стів Возняк – вирішили створити компанію, яка займалася б розробкою комп'ютерної техніки. Їхнім дійсно революційним проектом можна назвати Apple II, який з'явився у 1977 році (рис. 7.15).

Інтегрована клавіатура, кольорова графіка, звук і пластиковий корпус - Джобс і Возняк продемонстрували, яким повинен бути комп'ютер загального використання. З того часу технікою могли користуватися не лише ентузіасти чи радіолюбители, але й звичайні громадяни.



**Рис. 7.15 - Apple II**

Четверте покоління - ЕОМ на великих інтегрованих схемах. Розвиток мікроелектроніки дав змогу розміщати на одному кристалі тисячі інтегрованих схем. Так, 1980 р. центральний процесор невеликої ЕОМ вдалося розташувати на кристалі площею 1,6 см<sup>2</sup>. Почалася епоха мікрокомп'ютерів.

У 1981 році компанія ІВМ випустила персональний комп'ютер ІВМ РС 5150 який мав процесор Intel 8088 із тактовою частотою 4,77 МГц і об'ємом ОЗУ (оперативної пам'яті) від 16 до 256 кілобайт (рис. 7.16).



**Рис. 7.16 - ІВМ РС 5150**

Популярність ІВМ РС 5150 на ринку була обумовлена його відкритою архітектурою, яка дозволяла стороннім фірмам здійснювати ремонт, обслуговування, а також виробництво периферійних засобів.

Commodore 64 вважається одним із найуспішніших домашніх ПК у світі. Усього було продано 20 мільйонів пристроїв (рис. 7.17).

Комп'ютер був обладнаний процесором MOS 6510 із тактовою частотою 0,9 або 1,02 МГц та ОЗУ в 64 кілобайта. Також його можна було підключити до телевізора й використовувати як ігрову приставку.

Наступним успішним продуктом компанії Apple став Macintosh, який остаточно визначив вигляд персонального комп'ютера. Основними нововведеннями, якими хизувався продукт, були маніпулятор типу "миша" та повністю графічний інтерфейс (рис. 7.18).



**Рис. 7.17 - Commodore 64**

ІВМ РС Convertible - це перший у світі ноутбук, який у 1986 році презентувала компанія ІВМ. Він мав процесор Intel 80C88 із тактовою частотою 4,77 МГц та об'ємом ОЗУ 256 кілобайт, яку можна було розширити до 512 кілобайт. Також ноутбук міг похвалитися двома дисковими та модемом.

Однак ІВМ РС Convertible продавався дуже погано. Він був важким, недостатньо швидким, а з рідкокристалічного монітору було непросто читати. Однак ІВМ РС Convertible усе одно залишається першим ноутбуком, який було випущено у

масове виробництво та який впливав на подальший розвиток індустрії (рис. 7.19).

Отже, основний період зародження домашнього персонального комп'ютера припав на 70-ті й 80-ті роки. Потім більшість компаній перестала приділяти увагу дизайну й зосередилася на розробці операційних систем і



**Рис. 7.18 - Apple Macintosh**



**Рис. 7.19 - ІВМ РС Convertible**

програмного забезпечення. У березні 1993 року фірма Intel оголосила про початок промислових постачань 66- і 60-МГц версій процесора Pentium. Системи, побудовані на базі Pentium, цілком сумісні з персональними комп'ютерами, що використовують мікропроцесори I8088, i80286, i80386, i486. Нова мікросхема містила біля 3,1 мільйони транзисторів і мала 32-розрядну адресну і 64-розрядну зовнішню шину даних.

Швидкодія сучасної ЕОМ в десятки разів перевищує швидкодію ЕОМ третього покоління на інтегральних схемах, в 100 разів - швидкодію ЕОМ другого покоління на транзисторах та в 10 000 разів швидкодію ЕОМ першого покоління на електронних лампах.

Нині створюються та розвиваються ЕОМ п'ятого покоління — ЕОМ на надвеликих інтегрованих схемах. Ці ЕОМ використовують нові рішення у архітектурі комп'ютерної системи та принципи штучного інтелекту.

**Становлення мережі Інтернет.** У 1969 році Міністерство оборони США започаткувало розробку проекту, котрий мав на меті створення надійної системи передачі інформації на випадок війни. Агентство передових досліджень США (англ. ARPA) запропонувало розробити для цього комп'ютерну мережу. Її розробка була доручена Каліфорнійському університетові Лос-Анджелеса, Стенфордському дослідному центрові, Університету штату Юта та Університету штату Каліфорнія в Санта-Барбарі.

Ця мережа була названа ARPANET (англ. Advanced Research Projects Agency Network — Мережа Агентства передових досліджень). В рамках проекту мережа об'єднала названі заклади; всі роботи по її створенню фінансувались за рахунок Міністерства оборони США. Потім мережа ARPANET почала активно рости й розвиватись; її дедалі ширше почали використовувати вчені із різних галузей науки. Перший сервер ARPANET було встановлено 1 вересня 1969 року у Каліфорнійському університеті в Лос-Анджелесі. Комп'ютер "Honeywell 516" мав 12 кілобайт оперативної пам'яті.

До 1971 року була розроблена перша програма для відправки електронної пошти по мережі, котра відразу стала дуже популярною.

У 1973 році до мережі через трансатлантичний кабель були підключені перші іноземні організації з Великобританії та Норвегії; мережа стала міжнародною.

У 1970-х роках мережа в основному використовувалась для пересилки електронної пошти, тоді ж появились перші списки поштових розсилок, групи новин та дошки оголошень. Але в ті часи мережа ще не могла легко взаємодіяти з іншими мережами, котрі були побудовані на інших технічних стандартах. До кінця 1970-х років почали активно розвиватись протоколи передачі даних, що були стандартизовані у 1982—1983 роках.

1 січня 1983 року мережа ARPANET перейшла з протоколу NCP на протокол TCP/IP, який досі успішно використовується для об'єднання мереж.

Саме у 1983 році за мережею ARPANET закріпився термін "Інтернет".

У 1984 році була розроблена система доменних назв (англ. Domain Name System, DNS). Тоді ж у мережі ARPANET появилвся серйозний суперник —

Національний науковий фонд США (NSF) заснував міжуніверситетську мережу NSFNet (англ. National Science Foundation Network), котра була сформована з дрібніших мереж, включаючи відомі на той час Usenet та Bitnet і мала значно більшу пропускну здатність, аніж ARPANET. До цієї мережі за рік під'єдналось близько 10 тисяч комп'ютерів; звання "Інтернет" почало плавно переходити до NSFNet. У 1988 році було винайдено протокол Internet Relay Chat (IRC), завдяки якому в Інтернеті стало можливим спілкування в реальному часі (чат).

У 1989 році в Європі, в стінах Європейського центру ядерних досліджень (франц. Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire, CERN) народилась концепція тенет. Її запропонував знаменитий британський вчений Тім Бернерс-Лі, він же протягом двох років розробляв протокол HTTP, мову гіпертекстової розмітки HTML та ідентифікатори URI.

У 1990 році мережа ARPANET припинила своє існування, програвши конкуренцію NSFNet. Тоді ж було зафіксовано перше підключення до Інтернету по телефонній лінії (т. зв. "дозв'ювання" англ. Dial-up access).

У 1991 році тенета стали доступні в Інтернеті, а в 1993 році появився знаменитий Веб-браузер (англ. web-browser) NCSA Mosaic. Всесвітня павутина ставала дедалі популярнішою.

У 1995 році NSFNet повернулась до ролі дослідницької мережі; маршрутизацією всього трафіку Інтернету тепер займались мережеві провайдери (постачальники послуг), а не суперкомп'ютери Національного наукового фонду.

В тому ж році тенета стали основним постачальником інформації в Інтернеті, обігнавши по об'єму трафіку протокол передачі файлів FTP; було сформовано Консорціум всесвітньої павутини (англ. WWW Consortium, W3C). Можна сказати, що тенета перетворили Інтернет і створили його сучасний вигляд. З 1996 року Всесвітнє павутиння майже повністю підмінило собою поняття "Інтернет".

Протягом 1990-х років Інтернет об'єднав у собі більшість існуючих на той час мереж (хоча деякі, як, наприклад, Фідонет, залишились відособленими). Завдяки відсутності єдиного керуючого центру, а також завдяки відкритості технічних стандартів Інтернету, що автоматично робило мережі незалежними від бізнесу чи уряду, об'єднання виглядало неймовірно привабливим. До 1997 року в Інтернеті нараховувалось близько 10 мільйонів комп'ютерів і було зареєстровано більше мільйона доменних назв. Інтернет став дуже популярним засобом обміну інформацією.

У 1998 році папа римський Іоанн Павло II заснував Всесвітній день Інтернету 30 вересня.

На даний момент Інтернет став доступним не лише через комп'ютерні мережі, але й через супутники зв'язку, радіосигнали, кабельне телебачення, телефонні лінії, мережі стільникового зв'язку, електропроводи і навіть водопроводи. Всесвітня мережа стала невід'ємною часткою життя у розвинутих країнах, та країнах, котрі розвиваються.

**Стільниковий зв'язок.** Ідея створення мобільних апаратів для зв'язку виникла у військових в середині ХХ століття. Ідеєю розробки мобільного

телефону був ознаменований 1947 рік. Особливість такого пристрою була в тому, що його можна було розмістити тільки в автомобілі. Звичайно, інженерів можна зрозуміти, адже тягати апарат вагою в 40 кг навряд чи хтось погодився б.

Але прогрес не стоїть на місці. І до 70-х років минулого століття такі мобільні телефони значно "скинули вагу" і зупинилися на позначці 12-14 кг. Але їх живлення все так же було прив'язане до бортових систем автомобіля. У 50-х роках Моторолла славилася своїми переносними радіостанціями, але про стільникові телефони навіть мова не йшла. Але в 1954 році в компанію прийшов молодий інженер - Мартін Купер. І в 1967 році відділ під його керівництвом випустив перші портативні рації, які почала використовувати поліція Чикаго. А через майже 20 років з початку кар'єри в Моторолла Мартін Купер зрозумів, що може створити порівняно невеликий стільниковий телефон. Протягом року, поки йшла розробка пристрою, компанія намагалася переконати Федеральну Комісію з комунікацій в необхідності виділення вільних частот для стільникового зв'язку. Влада пішла на компромісне рішення: Моторолла повинна була на практиці продемонструвати саму можливість створення таких мереж.

Випробування першого стільникового телефону відбулося 3 квітня 1973 року. Для цього на 50-поверховому будинку в Нью-Йорку була змонтована перша базова станція. Вона могла обслужити до 30 абонентів. Сам перший стільниковий телефон, створений Мартіном Купером, називався DynaTAC і важив 1,15 кг. На його передній панелі розташовувалися 12 клавіш, 10 з яких були цифровими, а дві - для виклику і припинення розмови. Ні дисплея, ні додаткових функцій не було (рис. 7.19).



**Рис. 7.19 - М. Купер з першим стільниковим телефоном**

Тільки після випробування і прес-конференції розробники та інженери зрозуміли, що ними була здійснена справжня революція в сфері комунікацій. Після успішного експерименту вже в 1974 році Федеральною Комісією були виділені частоти для приватних компаній.

Масове виробництво і комерційні продажі DynaTAC 8000X почалися через 10 років після здійснення першого дзвінка. Апарат важив 800 г, працював на одному заряді акумулятора близько 1 години, мав одну мелодію, міг зберігати до 30 телефонних номерів. Його вартість становила 4000 доларів.

У 1990 р. у США компанія Qualcomm розпочала дослідження нового виду зв'язку, який заснований на технології кодового поділу сигналів за частотою - CDMA (Code Division Multiple Access). У 1992 році розпочалась ера цифрового зв'язку. Перший телефон покоління 2G представила компанія Motorola – "Motorola International 3200". 1996 року у продаж з'явився перший телефон з кольоровим дисплеєм Siemens S10 (3 кольори, 8 відтінків) та комунікатор Nokia Communicator, який мав багато функцій, серед яких були факс і електронна пошта.

Лише в одному 2000 р. з'явилися перший сотовий телефон з підтримкою технології Internet Times (Swatch) – Ericsson T20; телефон з GPS-приймачем – Benefon ESC; сотовий телефон з поліфонією (Sony IS); перший телефон з MP3-плеєром і підтримкою карт пам'яті Multi Media Card Siemens SL45; Sharp разом з J-Phone випустила телефон з вбудованою камерою (Sharp J-SH04)

Так поступово стільникова індустрія видозмінювала форму та розмір телефону, збільшувала кількість його функцій, одним словом, робила мобільний телефон невід'ємною частиною повсякденного життя.

Революційним стрибком став вихід смартфона від Apple у 2007 році. Можливо він не був новинкою, але запропонував легкий функціонал для користувачів і став основою розвитку 3G-технологій. Сьогодні розробники планують і надалі збільшувати кількість функцій телефону, розширюючи його можливості.

**Розвиток транспорту.** Особливо інтенсивно розвивається повітряний транспорт в післявоєнні роки.

У 1947 р. був створений реактивний винищувач МІГ-15 конструкції А. І. Мікояна та М. І. Гуревича. У тому ж році в повітря піднявся вертоліт МІ-1 конструкції М. Л. Міля. Наприкінці 50-х років почали випускатися літаки другого покоління (із турбінними двигунами).

У 1952 році до Києва переїздить Олег Антонов разом зі своїм конструкторським бюро. Першим державним замовленням київського конструкторського бюро стало створення транспортного літака з двома турбогвинтовими двигунами, і вже за два роки в небо піднявся Ан-8.

У жовтні 1959 року розпочав польоти пасажирський Ан-24, що згодом встановив 71 світовий рекорд за льотно-технічними показниками. На ньому вперше використовувалася новітня на той час технологія зварювання склеєних елементів конструкції.

Створення літака Ан-22 "Антей" ознаменувало новий крок у світовому авіабудуванні, відкривши шлях широкофюзеляжним літкам нового покоління. 27 лютого 1965 року "Антей" здійснив перший політ, а вже в червні за кордоном його назвали "сенсацією ХХ століття". Ан-22 побив 12 рекордів, зокрема швидкості, висоти польоту і вантажопідйомності. Літак робив небачене: доставляв на Крайню Північ газотурбінні станції, роторні екскаватори, вагони та інші великогабаритні вантажі. У 1970-х КБ Антонова створює транспортні літаки з турбореактивними двигунами - Ан-72 та Ан-74, які й сьогодні є незамінними у віддалених районах, де немає бетонованих аеродромів. А в 1982 році київське конструкторське бюро запропонувало світу нову сенсацію: суперважкий дальній військово-транспортний літак-богатыр Ан-124 "Руслан", який згодом встановив 30 світових рекордів. "Руслан" став останнім літаком, що був розроблений під безпосереднім керівництвом Олега Антонова.

Ан-225 "Мрія" - найбільший та найпотужніший у світі транспортний літак, створений київським КБ імені Антонова. У листопаді 2004 Міжнародна федерація повітроплавання внесла Ан-225 у Книгу рекордів Гіннеса за його 240 рекордів. Розробка літака почалась у 1985 році й тривала 3,5 роки. "Мрію"



побудували на Київському механічному заводі. Перший політ літак здійснив 21 грудня 1988 року. Наразі це єдиний екземпляр. На заводі "Антонов" ще минулого століття почали конструювати другий літак, але наразі він готовий десь на 50%.

Перший комерційний політ "Мрія" здійснила 31 січня 2002 року зі Штутгарта до королівства Оман із вантажем 187,5 тон продуктів харчування для американських військових, розташованих у країні. У травні 2016 року Ан-225 здійснив комерційний рейс до Австралії, перевізши з Праги в місто Перт генератор з обладнанням загальною масою 130 тон.

З 1956р почалося масове виробництво реактивних літаків ТУ-104. Це машина 3 - го покоління.

Реактивні двигуни через свою велику потужність дозволили значно підвищити швидкість літаків, місткість і дальність польотів. Якщо літаки з поршневыми двигунами мали граничні швидкості до 500 км/год, то реактивні двигуни легко перейшли надзвукову швидкість і можуть сягати швидкостей 1000 км/год. На авіалініях почали курсувати комфортабельні турбогвинтові літаки АН-10, ІЛ-18, ТУ-144.

З 70-х років найкращим у цивільній авіації вагався дальній магістральний літак ІЛ-62 з дальністю польоту 9000-11000 км.; брав на борт 186-198 пасажирів. З'являється більш економічний магістральний 3-х моторний реактивний літак ТУ-154, який розрахований на 158 місць, дальність польоту - 7000 км., ТУ-134, ЯК-40 та ін.

У 1980 р. на повітряні траси вийшли нові літаки: широкофюзеляжний літак ІЛ-86, розрахований на перевезення 350 пасажирів і літак ЯК-42, що перевозить 120 пасажирів.

Протягом багатьох років найбільшим у світі вертольотом був МІ-6 з вантажепідйомністю 11 т. У 1971 р. на виставці в Парижі був показаний вертоліт МІ-12, фюзеляж вертольота завдовжки 28 м і заввишки 4,4 м може приймати будь-яку громіздку техніку; МІ-26 з вантажепідйомністю 20т та швидкістю 295 км/год.

Літаючі над поверхнею землі поїзди - це вже давно не фантастика. Потяг на магнітній подушці, магнітоплан або маглев (скороченно від "магнітна левітація") утримується над полотном дороги, рухомий і керований силою електромагнітного поля (рис.7.20).

На відміну від звичайних поїздів, в процесі руху маглев не торкається поверхні рейок, що дозволяє уникати тертя. Це дає можливість розвивати майже таку швидкість, як у літака.

Такі поїзди доволі давно їздять в Китаї. Наприклад в Шанхаї в 2004 році введена в експлуатацію перша в світі комерційна залізнична лінія на магнітному підвісі. Вона з'єднує станцію шанхайського метро Лун'ян Лу з міжнародним аеропортом Пудун.

Швидкість шанхайського потяга така, що 30 кілометрів шляху, він долає за сім хвилин і 20 секунд (розганяється до 431 кілометри на годину).

А нещодавно рекорд швидкості побив маглев з Японії, що розігнався до 590 кілометрів. Попередній найвищий показник був встановлений в 2003 році і становив 581 кілометр на годину.

Поки що поїзди на електромагнітній подушці не дуже популярний вид транспорту через високу вартість і необхідність побудови спеціальних шляхів. Але це дуже перспективний спосіб подорожувати - через високу швидкість і надійність.

Нещодавно в Китаї завершилися чергові випробування так званих екранопланів. Це морські кораблі з гвинтами, що ширяють над поверхнею води на висоті до чотирьох метрів.

Головна сила - екранний ефект - це повітряна подушка, тільки тут вона утворена шляхом нагнітання повітря не спеціальними пристроями, а динамічно набігаючим потоком повітря між поверхнею води та судном (рис.7.21).

Китай покладає великі надії на новий транспортний засіб, як на кращий від звичайних кораблів або літаків: з більшою вантажопідйомністю, надійністю і комфортом для пасажирів.

Відсутність розхитування та висока швидкість (до 210 кілометрів на годину) робить екраноплани ідеальними кораблями для екскурсій та подорожей на невеликі відстані.

Найближчим часом в Піднебесній відкриють два туристичних маршрути - між китайськими населеними пунктами Хайкоу і Санья, а також Санья і Саньша.



**Рис. 7.21 - Кораблі - екраноплани**

До речі, екраноплани моделі CYG-11 розраховані на 12 осіб і спроможні транспортувати до 1200 кілограмів вантажу.

Гірокоптер (або автожир, гвинтолїт) – невеличкий транспортний засіб на одну або дві людини, що літає за допомогою гвинтів (рис. 7.22). Останнім часом ці невеличкі літальні апарати користуються великою популярністю в США та Росії. До того ж,

автожир займає зовсім мало місця – як звичайний автомобіль.

Засновник автокомпанії Tesla Motors та аерокосмічного бюро SpaceX Елон Маск заявив про ідею створити новий вид громадського транспорту, що буде безпечніший, швидший та кращий від метро.

Провідні інженери Tesla Motors та SpaceX розробили концепцію Hyperloop – мережі "капсул" всередині герметичних трубоподібних тунелів, що рухаються без будь-яких рейок, а



**Рис. 7.20 - Поїзд маглев**



**Рис. 7.22 - Гірокоптер**

лише за допомогою електротяги. Швидкий рух створюється завдяки повітряній подушці і підтримці всередині транспортних труб зниженого тиску.

За словами мільярдера Маска, наразі є плани побудувати першу таку систему між Лос-Анджелесом і Сан-Франциско. "Капсули" Hyperloop рухатимуться зі швидкістю до 1220 кілометрів на годину і виключно на поверхні.

До того ж, електродвигуни системи додатково підживлюватимуться за рахунок сонячних панелей, які встановлять вздовж тунелів.

Цікаво, що перший зразок Hyperloop буде побудовано за кошти компаній Маска. Наразі розробка йде повільно, але вже відомо, що для будівництва революційної транспортної системи знадобилося б сім років і 6 млрд. доларів.

В останні роки провідні технологічні підприємства розпочали справжню війну за перспективний вид транспорту - безпілотні машини. Це доволі звичайні автомобілі, але вони керуються не шофером, а системою управління зі штучним інтелектом.

Не дивлячись на те, що перші тести показали можливість реальної експлуатації цих видів авто, ще є багато невирішених проблем. Наприклад, щоб випустити на дорогу самохідні машини, потрібно бути впевненими в надійності програмного забезпечення, адекватній реакції штучного "пілота" на передбачувані ситуації та в безпеці для пішоходів.

Найбільші конкуренти, що йдуть майже пліч-о-пліч - Google та Uber. Саме вони ведуть активну боротьбу за можливо нову нішу на ринку особистого транспорту.

Також існують кілька великих програм з розробки безпілотного автомобіля. Намагаються створити власні "безпілотними" і найбільші автовиробники світу - General Motors, Volkswagen, Audi, BMW, Volvo та інші.

До речі, в лондонському аеропорту Хітроу ще з 2011 року запущені автоматичні маршрутні таксі, що перевозять пасажирів зі швидкістю 40 кілометрів на годину.

**Біотехнологія** - сукупність промислових методів, у яких використовують живі організми або біологічні процеси. Людина з давніх-давен застосовує біотехнологічні процеси для виробництва різних речовин і харчових продуктів (сирів, молочних продуктів, тіста, пива тощо), але сам термін "біотехнологія" (від грец. біос - життя, технос - мистецтво і логос - учення) запровадили лише в 70-х роках ХХ століття.

У наш час різні види бактерій і грибів використовують у мікробіологічній промисловості для виробництва антибіотиків, вітамінів, гормонів, ферментів, кормових білків тощо. У харчовій промисловості високопродуктивні штами мікроорганізмів дають змогу збільшити випуск високоякісних продуктів харчування (кисломолочних, сирів, пива), кормів для тварин (силос, кормові дріжджі) тощо.

Біотехнологічні процеси застосовують і для очищення навколишнього середовища, зокрема стічних вод і ґрунту від побутового і промислового забруднення. Методи біологічного очищення ґрунтуються на здатності певних видів бактерій розкласти органічні сполуки, які потрапляють у довкілля.

Завдяки селекційній роботі створено штами мікроорганізмів, здатних розкладати ті сполуки, які природні види не можуть мінералізувати. Для очищення стічних вод, природних водойм і ґрунту застосовують властивості деяких організмів накопичувати органічні та неорганічні сполуки або певні хімічні елементи у своїх клітинах (деякі види бактерій, водоростей, найпростіших).

Біотехнологічні процеси враховують і під час розроблення біологічних методів боротьби зі шкідниками сільського і лісового господарств, а також паразитичними і кровосисними видами. Використовуючи штами певних видів мікроорганізмів (бактерій, грибів), виготовляють препарати, які ефективно знижують чисельність шкідливих видів, не забруднюючи при цьому довкілля токсичними сполуками. Необхідною умовою використання біологічних препаратів у біологічному методі боротьби є їхня безпечність для корисних видів організмів.

Останнім часом у розробці біотехнологічних процесів все ширше застосовують методи генетичної і клітинної інженерії, які дають можливість одержати різноманітні сполуки і препарати.

Генетична (генна) інженерія - прикладна галузь молекулярної біології, яка розробляє методи перебудови геномів організмів вилученням або введенням окремих генів чи їхніх груп. Генна інженерія здійснює: синтез генів поза організмом, видалення з клітин і перебудову окремих генів; копіювання і розмноження виділених або синтезованих генів; введення генів або їхніх груп у геном інших організмів; експериментальне поєднання різних геномів у одній клітині.

Для перенесення синтезованих або виділених генів, крім вірусів, використовують і плазміди (переважно одержані з клітин бактерій). З клітин, які містять у своєму геномі певний ген, виділяють молекулу іРНК, на якій, як на матриці, синтезують комплементарний ланцюг ДНК. Так виникає ДНК-РНК-комплекс, з якого іРНК вилучають, а на ланцюзі ДНК, що залишився, за принципом комплементарності синтезують другий. Створену таким чином молекулу ДНК вбудовують у молекулу ДНК плазміди, яка слугує переносником.

Іншим способом є фрагментація молекули ДНК, яка підлягає перенесенню. Утворені фрагменти молекули ДНК сполучають з молекулою ДНК переносника, яку перед цим переводять у лінійну форму. Крім того, переносять із клітини в клітину еукаріотів метафазні хромосоми. Такі хромосоми звичайно розпадаються на фрагменти, одні з яких втрачаються, а інші вбудовуються у хромосому клітини-хазяїна і там функціонують.

Об'єктами досліджень генетичної інженерії є переважно прокаріоти, хоча вчені працюють і з генами еукаріотів. Наприклад, у геном бактерій було введено гени пацюка і людини, які відповідають за синтез гормону інсуліну, і бактерії почали синтезувати цей гормон. Методами генетичної інженерії одержані білки-інтерферони, які захищають організм людини і тварин від вірусних інфекцій, гормон росту тощо. Щорічно зростає перелік медичних препаратів, одержаних за допомогою методів генетичної інженерії.

Перед генетичною інженерією, незважаючи на її молодість, відкриваються значні перспективи. Крім розв'язання перелічених вище питань, у майбутньому генетична інженерія буде здатна вирішувати і глобальніші завдання. Серед них: видалення дефектних алелей на найраніших етапах індивідуального розвитку і заміна їх нормальними, поєднання в одному геномі генів різних організмів тощо.

Наприклад, перенесення з клітин азотфіксуючих бактерій генів, які відповідають за фіксацію атмосферного азоту, в клітини вищих рослин, значно скоротило б витрати на виробництво і внесення в ґрунт нітратних добрив.

Результати досліджень генетичної інженерії мають виняткове значення і для теоретичної біології. Завдяки їм зроблено важливі відкриття щодо тонкої будови генів, їхнього функціонування, структури геномів різних організмів. Подальший розвиток генетичної інженерії пов'язаний зі створенням банків генів, тобто колекцій генів різноманітних організмів.

Робота з геномами вищих організмів, крім технічних труднощів, пов'язана і з етичними проблемами. Втручання в генотип хребетних тварин і особливо людини, навіть із найкращими намірами, може спричинити непередбачувані наслідки.

Клітинна (тканинна) інженерія - галузь біотехнології, в якій застосовують методи виділення клітин з організму і перенесення їх на поживні середовища, де вони продовжують жити і розмножуватися. Крім того, клітинна інженерія здійснює гібридизацію соматичних клітин організмів різних видів, родів, родин тощо. Тобто здійснює схрещування організмів, яке неможливо зробити іншим способом (людини і миші, людини і моркви, курки й дріжджів тощо). Гібридизація нестатевих клітин дає змогу створювати препарати, які підвищують стійкість організмів проти різних інфекцій, а також лікують ракові захворювання.

Наприклад, гібридизацією клітин, здатних виробляти певні антитіла, з раковими одержано гібридні клітини. Найпродуктивніші з цих клітин перенесли на поживні середовища і вирощували культури, які виробляли антитіла.

Завдяки вирощуванню нестатевих клітин певних видів організмів на поживному середовищі створюють культуру клітин (тканин) для отримання цінних речовин, що значно знижує собівартість лікарських препаратів (наприклад, препарати лікарської рослини женьшеню). Оскільки нестатеві клітини, як правило, містять усю спадкову інформацію про організм, то існує можливість вирощувати з них значну кількість організмів з однаковими спадковими властивостями.

Перспективним напрямом клітинної інженерії є клонування організмів. Клон (від грец. клон - гілка, нащадок) - сукупність клітин або особин, які виникли від спільного предка нестатевим способом. Отже, клон складається з однорідних у генетичному відношенні клітин або організмів.

При клонуванні з незаплідненої яйцеклітини видаляють ядро і пересаджують у неї ядро нестатевої клітини іншої особини. Таку штучну зиготу пересаджують у матку самки, де зародок і розвивається. Ця методика дає

можливість одержувати від цінних за своїми якостями плідників необмежену кількість нащадків, які є їхньою точною генетичною копією. Методом клонування вирощують різні організми

Нові технологічні досягнення медицини можуть надати зображення живих людських тканин. Ультразвук, томографічний і магнітний резонанс надали діагностичний ресурс, надавши тривимірні зображення. Ці досягнення значно поліпшили можливості лікаря використовувати профілактику здоров'я, покращуючи діагностику і готуючи матеріали для хірургії. Багато видів раку можуть лікуватися сьогодні. Для цього променева терапія і хірургія були доповнені різними формами лікарської терапії.

Завдяки прогресу в області молекулярної біології почала розвиватися молекулярна медицина. Багато функцій імунної системи, які були раніше невідомі, тепер можуть бути пояснені.

Наномедицина по своїй суті - це спеціальне лікування за допомогою мікропристроїв - нанороботів, або, інакше кажучи, машин для ремонту клітин. Медичні нанороботи повинні вміти діагностувати хвороби, циркулюючи у кровоносних і лімфатичних системах людини і внутрішніх органів, доставляти ліки і навіть робити хірургічні операції. Поки це здається науковою фантастикою. За деякими оцінками, досягнення наномедицини стануть широко доступні тільки через 40-50 років. Однак ціла низка останніх відкриттів, розробок та інвестицій в нано-галузі призвела до того, що все більше аналітиків зрушують цю дату на 10-15 років у бік зменшення. Крім того, вже зараз у світі вже створено низку технологій для наномедичної галузі. До них відносяться: адресна доставка ліків до хворих клітин, лабораторії на чіпі, нові бактерицидні засоби.

Секвенування генома людини - одна з найзначніших проривів людства в галузі медицини. Сам проект розшифрування генома, головною причиною якого було визначити послідовність нуклеотидів, які складають ДНК і розпізнати 25 000 генів у людському геномі, стартував ще в 90-х роках. Розшифрування геному - це, мабуть, найкоротший шлях до нових успіхів в медицині і біотехнології. Вже в 2003 році вченими було оголошено про розпізнання всієї структури геному, однак і сьогодні додатковий аналіз деяких ділянок ДНК ще не закінчений. Більше того, треба визнати, що робота над інтерпретацією даних геному знаходиться в своїй початковій стадії. Але ті результати, які є сьогодні, лише підтверджують очевидний факт: на шляху дослідження ДНК людини на нас чекають неймовірні успіхи в лікуванні людської хвороби.

Вже зараз деякі компанії почали пропонувати прості способи проведення генетичних тестів, які можуть показати схильність до різних захворювань, включаючи рак грудей, порушення згортання крові, кістозний фіброз, захворювання печінки та багато інших. Також очікується, що інформація про геноми людини допоможе пошуку причин виникнення раку, хвороби Альцгеймера та інших областей клінічного значення і, ймовірно, в майбутньому може привести до значних успіхів в їх лікуванні. Крім очевидної фундаментальної значущості, визначення структури людських генів є важливим

кроком для розробки нових медикаментів і розвитку інших аспектів охорони здоров'я. Так, очікується безліч корисних для біологів результатів. Наприклад, дослідник, що вивчає певну форму раку, може звузити свій пошук до одного гена. Відвідавши базу даних людського геному в мережі, цей дослідник може перевірити, що інші вчені написали про ці гени, включаючи (потенційно) тривимірну структуру похідного білка, його функції, його еволюційний зв'язок з іншими людськими генами або з генами в мишах, або дріжджах, або дрозофілі, можливі згубні мутації, взаємозв'язок з іншими генами, тканинами тіла, у яких ген активується, захворюваннями, пов'язаними з цим геном, або інші дані.

**Кіборгізація та трансгуманізм.** Це вже реальність, з якою ми живемо давно. А крім того, по суті, самий гуманний спосіб продовжити людині повноцінне здорове життя, замінивши йому природні тканини, органи або навіть частини тіла на штучні. І хоча цей термін дещо лякає "кіборгізація", все-таки ця сфера медицини давно стоїть на служінні людству. Мова йде і про перше, придумане більше 70 років тому і пересажене дещо пізніше штучне серце, і про горезвісні силіконові груди, використання яких набуло масового характеру серед жінок всього світу. Сьогодні ще більш високими темпами розробляються інші штучні органи. Це, насамперед, механічні аналоги клапанів серця. Нещодавно американець Теджал Десаї випробував на щурах штучну підшлункову залозу. У Массачусетсі почалися випробування синтетичних кісток, які майже нічим не відрізняються від натуральної кісткової тканини. Сьогодні більше 100 000 глухих людей повернулися до нормального життя, завдяки так званім кохлеарним імплантатам - приладам, що перетворюють звук в електричні імпульси і відправляють їх безпосередньо до мозку глухої людини.

Варто згадати перших в світі людей, які використовували біонічні протези, що справно служать своїм власникам. Так, Тумми Олафсон з Ісландії став першим володарем "інтелектуальної" ноги Proprio Foot. Вона аналізує рельєф місцевості, вибирає положення стопи, наприклад, при підйомі по сходах, підлаштовується під особливості ходи свого власника і може навіть виправити її дефекти. Американка Клаудія Мітчелл втратила руку в ДТП і отримала взамін "розумний" протез, який керується силою думки. Комп'ютер розпізнає сигнали мозку і за допомогою шести сервомоторів приводить протез в дію. Дії протеза настільки точні, що Клаудія може, наприклад, швидко нашинкувати овочі або почистити банан.

Розвиток цього напрямку медицини не стоїть на місці. Вчені наблизилися до рівня створення та успішного використання синтетичних м'язів, які не тільки зрівняються з людськими за своїми характеристиками, але і перевершать їх. Те ж саме можна сказати про різного роду протезування та успішну заміну органів, що для наших правнуків стане настільки ж буденною справою, наскільки звична для наших бабусь купівля звичайних окулярів або слухового апарату.

Прорив в технічній і протезній медицині став серйозною основою для такої філософської і світоглядної течії, як трансгуманізм. В основі цього культурологічного руху лежить припущення, що людина не є останньою ланкою еволюції, а значить, може вдосконалюватися до нескінченності. Це і є його

головною метою, а саме - нескінченне вдосконалення людини з використанням усіх можливих для цього способів, таких, як технічний прогрес, досягнення науки, техніки і медицини. Трансгуманісти підтримують розробку нових технологій; особливо перспективними вони вважають нано-технологію, біотехнологію, інформаційні технології, розробки в галузі штучного інтелекту, завантаження свідомості в пам'ять комп'ютера і крионику. Багато трансгуманістів вважають, що технічний прогрес вже до 2050 років дозволить створити постлюдину, здібності якої будуть принципово відрізнятися від здібностей сучасних людей. Особливо в цьому допоможуть генна інженерія, молекулярна нанотехнологія, створення нейропротезів і прямих інтерфейсів "комп'ютерний мозок".

**Розвиток ракетної техніки.** З 1945 р. у різних ракетних установах США працював В. фон Браун. У березні 1946 р. на полігоні у штаті Нью-Мехіко він почав нові випробування вивезених з Німеччини ракет Фау-2, у 1950 р. з групою ракетників з Пенемюнде на полігоні в штаті Алабама - роботу над ракетою "Редстоун", яка була прямим розвитком Фау-2. Її перший політ відбувся 20 серпня 1953 р., вага становила близько 27 т, дальність польоту - 600 км.. Вона перебувала на озброєнні в США у 1958–1964 рр. У 1956 р. В. фон Браун працював над створенням ракети-носія "Юпітер", яка вивела на орбіту 1 лютого 1958 р. перший американський штучний супутник Землі "Експлорер-1". У 1961 р. він став одним з керівників програми "Аполлон" для розробки та запусків на Місяць космічних апаратів з використанням ракети носія серії "Сатурн" власної розробки.

В кінці сорокових років ХХ ст. радянська ракетна техніка стояла на роздоріжжі. Принципово, таких шляхів було два. Перший, еволюційний, полягав у подальшому поліпшенні експлуатаційних характеристик ракет, аналогів Фау-2, на вже звичному паливі кисень і спирт. Другий, революційний шлях, полягав у створенні балістичних ракет на нових двигунах. Історичний вибір шляху розвитку ракетної техніки зробив Головний конструктор КБ "Південне" М. К. Янгель, який сприяв впровадженню в практику ракетобудування висококиплячих компонентів палива та послідовної реалізації всіх переваг, які вони мали, а саме: істотне спрощення і здешевлення обслуговування ракетного комплексу, підвищення його захищеності і, отже, надійності. Саме цей шлях вів до того, що балістична ракета (згодом - міжконтинентальна) могла перетворитися на справжню грізну зброю. Саме такими, революційними, і стали перші ракети М.К. Янгеля - Р-11 і Р-12. Ракета Р-11 вийшла легше аналога Р-1 (Фау-2) в 2,5 рази при тій же дальності, надійніше, простіше в обслуговуванні і дешевше. Вона стала основою подальших тактичних мобільних комплексів, що стоять на озброєнні Радянської Армії. Саме дешевизна, невибагливість і простота обслуговування дозволили потім продавати їх у величезних кількостях дружнім країнам азіатського і африканського континентів. Таким чином, 1960-ті роки стали періодом самого бурхливого розвитку як космічної, так і бойової ракетної техніки. Радянському



Союзу вдалося домогтися паритету в галузі ракетно-ядерної зброї. Основну роль у цій справі зіграли ракети, що розроблялися і будувалися в Дніпропетровську. Однак така найважливіша складова ракетної зброї, як системи управління, створювалися в Харкові – одному з провідних наукових і промислових центрів СРСР.

Під керівництвом С. П. Корольова (1907-1966 рр.), як Головного конструктора, було створено багато балістичних ракет, першу міжконтинентальну балістичну ракету ракету-носій "Восток" та її модифікації, запущено перший штучний супутник Землі та низка інших супутників, здійснено польоти космічних кораблів "Восток" і "Восход", перші космічні апарати серії "Луна", "Венера", "Марс" та інші. Є засновником практичної космонавтики (рис. 7.23).



Рис. 7.23 - С.П. Корольов



Рис. 7.24 - В.П. Глушко



Рис. 7.25 - М.К. Янгель

Під керівництвом В.П. Глушко (1908-1989 рр.) розроблено чимало потужних ракетних двигунів для радянських бойових ракет і ракет-носіїв "Восток", "Протон", "Енергія" (рис. 7.24).

Під керівництвом М. К. Янгеля (1911-1971 рр.) створено чимало стратегічних бойових ракет, зокрема Р-5, Р-7, Р-11, Р-12, Р-14, Р-16, Р-36, а також космічних ракет-носіїв і космічних апаратів "Космос", "Космос-2", "Циклон-2", "Циклон-3", "Інтеркосмос" тощо (рис. 7.25).

Накопичений досвід дав можливість радянським інженерам побудувати до 1957 р. першу в світі міжконтинентальну ракету Р-7. Саме ця бойова ракета стала головним засобом мирного освоєння космосу в СРСР. Перший вдалий старт цієї ракети було здійснено в серпні 1957 р., а вже 4 жовтня з космодрому Байконур (Казахстан) Радянський Союз запустив перший у світі штучний супутник Землі, який ознаменував вступ людства до історії його космічної ери. Шлях першого супутника Землі до космосу був доволі драматичним. Спочатку радянські фахівці розробили важкий апарат, вагою понад 1300 кг. Однак його виготовлення затягувалося, а тим часом з Америки постійно надходили звістки про підготовку до запуску американського супутника. За таких обставин С. П. Корольов наказав швидко виготовити інший, зовсім простий і легкий супутник. Саме ця блискуча металева кулька з чотирма антенами діаметром 60 см, що проіснувала на земній орбіті 92 доби, стала переломною віхою в історії космонавтики. З того моменту космонавтика почала перетворюватися на реальний дієвий фактор людського буття і розвитку нашої цивілізації.

Доки світ обговорював сенсаційну появу на земній орбіті першого штучного супутника, радянські вчені на чолі з С. П. Корольовим у листопаді 1957 р. запустили у космос другий штучний супутник Землі. Він важив більше 500 кг, до того ж це був перший в історії космічний апарат з живою істотою на борту - дворнягою Лайкою. У жовтні 1959 р. радянська станція "Місяць-2" стала першим космічним апаратом, що досяг іншого небесного тіла. Станція "Місяць-3" вперше в історії дозволила людям побачити зворотний бік земного супутника.

Справжнє освоєння космосу виявлялося неможливим без виходу до космічного простору людини. Саме тому день 12 квітня 1961 року та ім'я першого космонавта Землі Юрія Олексійовича Гагаріна і назва космічного корабля "Восток" назавжди увійшли в історію людства. Потім протягом лише півтора року відбулися добовий політ другого космонавта Землі Германа Титова, груповий політ космічних кораблів Андріяна Ніколаєва та Павла Поповича і політ першої жінки-космонавта Валентини Терешкової.

18 березня 1965 року радянський космонавт Олексій Леонов вперше в історії вийшов із космічного корабля "Восход-2" у відкритий космос. Незабаром почалися польоти на космічних кораблях "Союз", які в модифікованому вигляді і досі використовуються у світовій космонавтиці.

У 1966 р. чергова радянська станція "Місяць-9" здійснила першу м'яку посадку на місячну поверхню, а станція "Місяць-10" стала першим штучним супутником Місяця.

Тим часом 20 лютого 1962 р. відбувся політ першого американського космонавта Джона Гленна на космічному кораблі "Меркурій". Великий об'єм інформації про Місяць був отриманий у 60-ті роки американськими космічними апаратами "Рейнджер", "Сервейор", "Лунар орбітер". Запуски автоматичних станцій підготували здійснення США пілотованих польотів на Місяць за програмою "Аполон". Протягом 1969-1972 рр. американські експедиції шість разів висаджувалися на місячну поверхню і проводили там численні наукові експерименти. Для того, щоб дістатися Місяця, американці використали схему польоту, запропоновану у свій час ще Ю. В. Кондратюком. Успішний політ на Місяць влітку 1969 р. космічного корабля "Аполон-11" з космонавтами Н. Армстронгом, Е. Олдріном та М. Коллінзом став не тільки величезним науково-технічним досягненням усього людства, але й подією великого історичного значення. Експерименти, проведені космонавтами на Місяці, були суттєво доповнені радянськими автоматичними станціями "Місяць- 16, 20, 24" та тривалою роботою на Місяці дистанційно керованих апаратів - знаменитих радянських "Місяцеходів". Наступними після Місяця об'єктами вивчення для вчених засобами ракетно-космічної техніки стали найближчі до Землі планети – Венера та Марс. У дослідженнях Венери зіграли велику роль, насамперед, радянські автоматичні станції серії "Венера 1-16". Кульмінаційним моментом цієї програми був політ станцій "Венера 9 та 10". Вони вперше стали штучними супутниками цієї планети та вивчали Венеру за допомогою спускових апаратів. Марс став об'єктом пильної уваги вчених з початку 70-х років. Його ретельні дослідження проводилися американським апаратом "Марінер-9", який став

першим супутником Марса, а також радянськими марсіанськими супутниками "Марс-2, 3, 5, 6". Ще більш детальне вивчення Червоної планети здійснюється в останні роки у рамках американських проєктів "Марс-пассфайндер", "Марс-орбитер", "Марс-спирит". Нещодавно вперше поверхнею Марсу пересувалися дистанційно керовані з Землі марсоходи.

У 80-ті роки сприятливе розташування планет дозволило американцям здійснити дослідження з прольотних траєкторій Юпітера, Сатурна, Урана та Нептуна. Космічні станції "Вояджер-1, 2" вперше дослідили далекі планети з близької, в космічному масштабі, дистанції.

Німецький проєкт "Зільберфогель", що розроблявся Ойген Зенгером, був першим, який передбачав багаторазовість. Саме від нього ведуть своє походження американський Dyna-Soar (і пізніший "Шаттл") і радянська "Спіраль" (пізніше згорнута на користь подібного з "Шаттлом" "Бурана"). Великим досягненням пілотованої космонавтики стало створення в 70-ті роки в Америці космічних кораблів багаторазового використання за програмою "Спейс Шаттл" ("Космічний човник").

З боку Радянського Союзу неоціненний внесок у розвиток пілотованої космонавтики був зроблений під час тривалих польотів на орбітальних космічних станціях "Салют" та "Мир". У ході цих експедицій визначився оптимальний термін перебування людини в умовах космічного польоту, розроблені методики підтримання у космосі здоров'я та працездатності космонавтів. Радянський досвід тривалих космічних польотів усі космічні держави з успіхом використали в XXI ст. під час будівництва та експлуатації орбітальної станції нового покоління Міжнародної Космічної Станції. На разі у космосі вже побувало більш ніж 400 осіб – представників трьох десятків країн. 15 жовтня 2003 р. повноцінною космічною державою, що здатна самостійно здійснювати польоти людини у космос, став Китай.

Космічні дослідження Місяця, Венери та Марса поступово сформували передумови для нового якісного ривка в розвитку світової космонавтики - створення постійної бази на Місяці і пілотованого польоту на Марс.

Найбільший переполох у космічній галузі нашого часу зробила досить молода компанія Space Exploration Technologies Corporation (SpaceX), засновником якої стала дуже амбіційна людина з нестандартним мисленням - Ілон Маск. Він дослідив причину низької вартості російських ракет у порівнянні з новими американськими. Так народилася ідея виробляти власні ракети і зробити їх дешевше російських. Розробляв ракети Маск на свої гроші, а запуски оплачувала держава. За чотири роки компанія SpaceX створила легку ракету Falcon 1, а ще через чотири роки успішно стартує Falcon 9 - середня ракета, порівнянна за характеристиками з російським "Союз-2". До цього часу NASA закриває програму Space Shuttle і залишається без пілотованих космічних кораблів. Для ліквідації відставання від Росії і Китаю, в США оголошуються конкурси на створення вантажних і пілотованих космічних кораблів.

На хвилі успіху, Маск заявляє свої наступні амбітні цілі: багаторазова ракета, надважка ракета і колонія на Марсі. Тим часом SpaceX продовжує

розвиватися, модернізує двигуни і сам Falcon 9, тобто претендує на ринок не тільки "Союзу", але і "Протона".

Українські вчені і фахівці А. С. Шевченко і В. І. Кукушкін пропонують створювати новий напрямок - повітряно-космічні польоти. Мета – повне освоєння орбітального простору, відхід від примітивного запуску "одноразових" космічних апаратів. Це багаторазова техніка. Вона передбачає повну автоматизацію, що виключає людський фактор. Тобто, політ у космос літака із використанням енергетики атмосфери, який літає і в атмосфері і у космосі. Отже, сучасний розвиток ракетобудування пов'язаний із вирішенням завдань забезпечення невисокої вартості ракет-носіїв та пускових послуг, можливості багаторазового використання (нові інноваційні технології у конструкції, двигунах, матеріалах), високий рівень інформаційних технологій, що забезпечує безпеку та успіх польотів.

**Робототехніка.** Сучасна робототехніка виникла в другій половині ХХ століття, коли в процесі розвитку виробництва з'явилася реальна потреба в універсальних маніпуляційних машинах-автоматах, і одночасно виникли необхідні для їхнього створення науково-технічні передумови й, насамперед, кібернетика й обчислювальна техніка.

Сучасними попередниками роботів є різного роду пристрої для маніпулювання на відстані об'єктами, безпосередній контакт людини з якими небезпечний або неможливий. Це маніпулятори з ручним або автоматизованим керуванням. Перші пристрої такого роду були пасивними, тобто механізмами без приводів, і служили для повторення на відстані рухів руки людини цілком за рахунок його мускульної сили. Потім були створені маніпулятори із приводами й керовані людиною різними способами аж до біоелектричного.

Уперше такі маніпулятори були створені в 1940-1950 р. для атомних досліджень, а потім і для атомної промисловості. Подібні пристрої стали застосовуватися в глибоководній техніці, металургії та інших галузях промисловості. В 1962 р. на ринку США з'явилися перші роботи марки "Версатран", призначені для промислового застосування.

Перші повністю автоматично діючі, маніпулятори були зроблені в США у 1960—1961 р. В 1961 році був розроблений такий маніпулятор, керований від ЕОМ та оснащений захватним пристроєм і різного типу датчиками - контактними та фотоелектричними. Цей маніпулятор МН-1 одержав назву "рука Ернста" на прізвище його творця Ернста. Відповідно до сучасного визначення, це був прообраз робота з адаптивним керуванням, що дозволило йому, наприклад, знаходити й брати довільно розташовані предмети.

Одночасно виник термін "промисловий робот" (Industrial Robot). У той же час у США з'явилися роботи "Юнимейт-1900", які одержали перше застосування в автомобільній промисловості на заводах фірм "Дженерал мотор", "Форд" і "Дженерал електрик".

За останні 10 років ХХ сторіччя вартість промислових роботів упала в 5 разів при одночасному поліпшенні їхніх технічних характеристик. У результаті зросла економічна ефективність використання роботів.

Перше місце у світі по виробництву й застосуванню роботів упевнено займає Японія, де зосереджена більша частина світового парку роботів. Далі впливають США, Італія, Франція, Швеція. Більша частина цього парку використовується в промисловості, приблизно половина - для виконання основних технологічних операцій, де потрібні найбільш складні роботи. Частка таких роботів неухильно зростає.

Перші промислові роботи з розвиненою сенсорною системою і мікропроцесорним керуванням з'явилися на ринку й набули практичного застосування у 1980-1981 роках, насамперед на зборці, дуговому зварюванні, контролі якості для узяття неорієнтованих предметів, наприклад, з конвеєра. До їх числа відносяться обладнані системами технічного зору роботи "Пума", "Юнимейт", "Аутоплейс", "Цинциннати мила крон", складальні робототехнічні системи фірм "Хитачи", "Вестингауз", "Дженерал мотор" (система "Консайт"). Частка таких пристроїв у загальному парку роботів неухильно зростає й наближається до 50% незважаючи на те, що вони в кілька разів дорожче роботів із програмним керуванням і значно складніші в обслуговуванні. Однак це окупається незмірно більшими функціональними можливостями, а, отже, і більш широкою сферою застосування.

Технічний прогрес у розвитку роботів спрямований, насамперед, на вдосконалювання систем керування. Перші промислові роботи мали програмне керування, в основному запозичене у верстатів із числовим програмним керуванням (ЧПК). Ці роботи одержали назву роботів першого покоління. Друге покоління роботів - це роботи, оснащені сенсорними системами, головними з яких є системи технічного зору (СТЗ).

В 1967 році у США (Стенфордський університет) був створений лабораторний макет робота, оснащеного технічним зором і призначеного для дослідження й відпрацьовування системи "око-рука", здатної розпізнавати об'єкти зовнішнього середовища й оперувати ними відповідно до завдання.

В 1968 р. у СРСР (Інститутом океанології Академії наук СРСР разом з Ленінградським політехнічним інститутом і іншими вузами) був створений телекерований від ЕОМ підводний робот "Манта" з захватним пристроєм, оснащеним сенсорною системою, а в 1971 р. - наступний його варіант із технічним зором і системою показу цілей на телевізійному екрані.

В 1969 р. у США (Стенфордський науково-дослідний інститут) у рамках робіт зі штучного інтелекту був розроблений експериментальний макет рухливого робота "Шейки" з розвинутою системою сенсорного забезпечення, яка мала технічний зір, та елементи штучного інтелекту, що дозволило йому цілеспрямовано пересуватися в заздалегідь невідомій ситуації, самостійно приймати необхідні для цього рішення.

В 1971 році у Японії також були розроблені експериментальні зразки роботів з технічним зором і елементами штучного інтелекту: робот "Хивип", здатний самостійно здійснювати механічну зборку простих об'єктів по кресленню, і робот ЕТЛ-1.

У цей же період і в ряді інших країн створюються подібні експериментальні установки так званих інтегральних роботів, що включають маніпулятори, які керуються від ЕОМ, різні сенсорні системи та засоби спілкування з людиною-оператором, які призначені для проведення досліджень в області штучного інтелекту й створення інтелектуальних роботів.

Одночасно були розгорнуті роботи в новій специфічній області робототехніки, що займається побудовою крокуючих машин як принципово нового транспортного засобу підвищеної прохідності, зразком для якого є ноги тварин і людини. Були створені експериментальні зразки чотирьох і шестиногих транспортних машин, а також протезів ніг людини, так званих екзоскелетонів, для паралізованих і важкохворих.

Наприкінці ХХ в. відродився інтерес до роботів-андроїдів. На відміну від їхніх перших реалізацій останні досягнення робототехніки уможливили створення подібних пристроїв для забезпечення цілком реальних потреб.

Одночасно роботи починають усе більш широко проникати й в інші галузі господарства, включаючи гірничу справу, металургію, будівництво, транспорт, легку й харчову промисловість, сільське господарство, а також у медицину, сферу обслуговування, освоєння океану й космосу, військову справу.

В останні роки усе більше швидкими темпами росте частка парку роботів, зайнятих поза промисловістю - у сфері обслуговування, у побуті, (сервісні роботи-прибиральники, продавці, вахтери, іграшки й т.і.), вона вже наближається до 50% парку роботів.

На початку ХХІ ст... робототехніка підійшла до наступного етапу свого розвитку - створенню інтелектуальних роботів. Це стало природним етапом удосконалення роботів, що відповідають вихідній ідеї появи подібних пристроїв, як заміників людей у їхній професійній діяльності. Інтелектуальний робот - це робот конкретного призначення, в основних функціональних системах якого використовуються методи штучного інтелекту, що дозволяє поширити сферу застосування робототехніки практично на всі області людської діяльності. Поки такі роботи - в основному ще предмет наукових досліджень і лабораторних випробувань, однак перші їхні зразки вже починають з'являтися на ринку.

Майже у всіх технічно розвинених країнах створені національні асоціації по робототехніці. У ряді країн є фінансовані державою національні програми щодо цієї проблеми. Розвиваються такі програми на міжнародному рівні.

**Нанотехнології.** З розвитком технологій людство все більше і більше прагне до автоматизації і оптимізації всього навколо себе. Багато в чому оптимізація зачіпає форму, матеріал і розміри оптимізованих об'єктів. Комп'ютери стають все компактніше, екрани все тонше, а деякі пристрої навіть неможливо розгледіти неозброєним оком. Відповідно, чим менше сам пристрій, тим менше і його складові. І вже тут ми торкаємося області, яку ми сміливо можемо назвати областю нанотехнологій.

Існує безліч описів даного терміну. Одним з таких описів є: використання і маніпулювання процесами і матеріалами об'єктів в нанометровому масштабі (нанометр - це одна мільярдна частка метра або, що те ж саме, одна мільйонна

частка міліметра). Перша згадка про схожі з описом процесів часто приписують Річарду Фейнману. Він описував свою ідею, як створення безлічі нанороботів розміром з атоми, за допомогою яких стануть можливими як багато звичних і затребуваних нами маніпуляцій, так і абсолютно нові екзотичні і раніше неймовірні. Сам термін "нанотехнологія" вперше було виголошено японським фізиком Норіо Танігуті в 1974 році, коли він описував цим терміном процес створення об'єктів розміром у кілька нанометрів. Починаючи з 2000-х років нанотехнології вже щільно вкоренилися в умах багатьох вчених, змусивши їх усвідомити, що маніпуляції з наночастинками не тільки можливі, але, можливо, є ключем до колосального прориву, новому етапу нашого розвитку.

Уряди розвинених країн просто не могли проігнорувати подібні заяви і з цього моменту починають надавати кошти на розвиток даної галузі науки і техніки, а також на підготовку майбутніх фахівців у вищих навчальних закладах. На даний момент нанотехнології настільки поширені в нашому житті, що іноді ми навіть і уявити не можемо, де нам зустрінуться їх сліди. Звичайно, найяскравішим і популярним прикладом використання наночасток і нанотехнологій є смартфони, планшети і різні кишенькові комп'ютери. Куди менш відомі приклади, але не менш вражаючі: фарба, здатна змінювати свій колір, зубна паста з ефектом відновлення зубної емалі, лейкопластир з найтоншим срібним покриттям для кращого і швидшого загоєння ран і багато інших.

Використання нанотехнологій настільки перспективні, що їх дослідження не припиняється ані на день. А в процесі проектування нових ідей та інновацій вже давно задіяні найкращі фахівці в цій галузі. З найостанніших відкриттів в наносфері можна назвати створення крихітного пристрою для передачі голографічного зображення, створення наноплівки для використання в гнучких сонячних батареях і в якості провідника струму, створення нанороботів, здатних переміщуватися в рідині і в перспективі стати новим словом в наномедицині, створення нанороботів, здатних самостійно лагодити пошкодження в своїх електроланцюгах.

Список можливостей, що надаються людством нанотехнологіям, можна називати нескінченно. Головне, ми усвідомили, що рухаючись в цьому напрямку, ми зможемо досягти неймовірних висот і результатів. І для того, щоб наблизитися до розуміння роботи такої дивної галузі, не обов'язково вирушати на край світу в найвідоміші в світі університети. Основу розуміння і роботи з мікро- і наноелектронікою можна отримати і зовсім поруч, в Харківському національному університеті радіоелектроніки. Тоді світ, можливо, отримає ще кількох відомих учених, а ми ще на крок наблизимося до світлого майбутнього.

#### **7.4 Підсумки та перспективи розвитку науки і техніки другої половини XX - початку XXI століття**

Для технологічних переворотів XX ст., епохи занепаду індустріального суспільства і зародження постіндустріального, притаманне дуже тісне

переплетення двох головних рушійних сил оновлення матеріально-технічної бази суспільства - наукового інтелекту і його матеріалізації у нових поколіннях техніки. Це дало підставу вести мову про науково-технічний прогрес та його втілення у періодичних хвилях перетворень - науково-технічних революціях (НТР).

В історії ХХ ст. простежуються дві науково-технічні революції. Перша НТР розгорнулася у розвинених країнах світу у 50 — 60-х рр. минулого століття. Треба зазначити, що її вихідну наукову базу було створено в результаті великих наукових відкриттів і винаходів кількома десятиліттями раніше. Її джерелом були видатні відкриття у фізиці (структури і ділення атомного ядра, що торувало шлях до керованої атомної реакції; квантова теорія, яка заклала основи електроніки), а також у хімії, біології, технічних науках. Ця революція базувалася на трьох головних науково-технічних напрямках: освоєнні енергії атома, застосуванні радіоактивності у різних галузях техніки; квантовій електроніці, створенні лазерної техніки, електронних перетворювачів енергії; кібернетиці та обчислювальній техніці, створенні генерацій нових ЕОМ.

Однак це - лише верхівка айсбергу науково-технічного перевороту. Для його реалізації потрібні були докорінні перетворення по всій його глибині, аж до самих підвалин. Були створені верстати з числовим програмним управлінням і оброблювальні центри, автоматичні лінії та автоматизовані системи управління виробництвом і підприємствами. Атомна енергетика почала доповнювати або тіснити теплову. Бурхливого розвитку набули синтетичні матеріали - синтетичні смоли, пластмаси, хімічні волокна. Освоєно реактивні двигуни, що привело до перевороту в авіації. Найвищим науково-технічним досягненням ХХ ст. стало освоєння людиною космічного простору.

Значними були успіхи хімії. Вони виявилися у відкритті нових шляхів цілеспрямованого впливу на структуру речовини, синтезі матеріалів із заздалегідь завданими властивостями, відкритті гербіцидів і пестицидів тощо. Розвиток хімії поєднувався з досягненнями біологічних та медичних наук. У 1953 р. було з'ясовано структуру молекули ДНК, у 1961 р. - структуру генетичного коду. Одним із засобів практичного застосування цих відкриттів стала можливість на 100 % точно ідентифікувати людину.

Водночас досягнення науково-технічного прогресу активно використовувалися у військовій сфері. Створення атомної і термоядерної зброї величезної руйнівної сили, ракетних засобів їх доставки у будь-яку точку земної кулі, потаємна робота над хімічною і бактеріологічною зброєю, створення нових поколінь літаків, гелікоптерів, танків, артилерії, автоматичної стрілецької зброї, досконаліших класів військових кораблів, атомних підводних човнів - усі ці досягнення військово-технічної революції середини ХХ ст. поставили людство на межу самознищення. Гонка озброєнь перейшла розумні рамки: подальше накопичення смертоносної зброї втратило сенс, оскільки застосування її, навіть через фатальну випадковість або чиюсь злочинну авантюру могло закінчитися знищенням усього живого на Землі.



У 1970-х рр. у світі вибухнуло відразу кілька криз: технологічна, енергетична, екологічна, економічна, соціальна. Матеріальною основою подолання їх стала друга НТР. Вона розгорнулася в останній чверті ХХ ст. і ознаменувала початок переходу до постіндустріального технологічного способу виробництва. Її ядром стали мікроелектроніка, біотехнологія, інформатика. Створення інтегральних схем відкрило шлях для мікропроцесорної техніки, мініатюризації і підвищення автономності технічних систем у всіх галузях господарства, ресурсозбереження. Можливість дешифрувати і змінити структуру спадкової речовини методами генної інженерії відкрило небувалі можливості. У 2002 р. повністю розшифровано геном людини. Нові інформаційні технології відкривають небачені можливості у всіх сферах людської діяльності. Базові напрями другої НТР виступають фундаментом якісних змін виробничої технології, відкриваючи шлях комплексній автоматизації.

Закінчується вік заліза, що панувало як основний конструкційний матеріал протягом майже трьох тисячоліть. Пріоритет віддається матеріалам, які мають задані властивості - композитам, кераміці, пластмасам і синтетичним смолам, а також виробам з металевих порошків. Опановуються принципово нові технології - геотехнології під час видобування сировини, маловідходні та безвідходні технології при її переробці, мембранні, плазмені, лазерні, електроімпульсні. Прикладом можливого застосування останніх є резонансна електроімпульсна комп'ютерна - через Інтернет - діагностика людей. Пацієнту достатньо взяти до рук два невеличких циліндри, з'єднаних із комп'ютером, і невдовзі одержати відомості про стан свого здоров'я. Зазначені технології дають змогу набагато менше витратити матеріалів та енергії, протягом меншого часу одержувати кінцевий продукт, уникати певних проміжних витратних операцій та процесів.

Докорінні зміни відбуваються у техніці зв'язку і транспорту. Волоконно-оптичні лінії зв'язку, космічний, факсимільний, стільниковий зв'язок викликали справжній переворот у цій сфері. Низка принципів новачій створюється на транспорті. Це, наприклад, судна на повітряній подушці, електромобілі і т. ін. Однак ці новачії запроваджуються повільно. Транспортна революція запізнюється. А це призводить, разом зі зростанням дорожнечі нафтопродуктів, до відносного подорожчання транспортних послуг. Насиченість великих міст автомобілями вже перевищила раціональні межі. Зростання цін на нафту і нафтопродукти тягне за собою подорожчання усього набору товарів і послуг, необхідних для життєзабезпечення людини.

У сільському господарстві після першої "зеленої революції" починається друга. На перший план в ній висувуються насамперед виробництво екологічно чистих продуктів з використанням методів біотехнології, а також використання інтенсивних технологій, які забезпечують програмовані врожаї. Але ці та інші досягнення другої НТР в аграрному секторі поширюються досить повільно. Мільйони людей у країнах, що розвиваються, щорічно вмирають від недоїдання.

Друга НТР зумовила радикальні зміни у формах організації виробництва. Місце гігантів займають малі і середні підприємства із виробництвом, яке гнучко

програмується і швидко перебудовується. Малий та середній бізнес у Японії, Італії, Іспанії, Франції та інших країнах виробляє більше половини валового національного продукту, забезпечує додаткові робочі місця, характеризується швидкою реакцією на інновації.

Головною відмінністю другої НТР ХХ ст. стала комп'ютеризація. На середину 2005 р. найбільш досконалий комп'ютер зроблено у США. Він здатен виконувати 70,7 трильйона операцій за секунду. Ера персональних комп'ютерів настала з початку 1980-х рр. Перший ПК випустила американська компанія "IBM", а "Microsoft" зайнялася програмним забезпеченням. Незабаром до апаратної конфігурації додалося підключення мережі. Роком народження Інтернету вважається 1969 р. В оцінках значення цього винаходу - широкий спектр думок: від переконання, що це – "диявольська мережа", до впевненості, що нарешті здійснилася мрія людства: багатовікові знання стали загальнодоступними. У 2004 р. розпочато сканування для Інтернету 50 млн. томів книг, виданих протягом останніх семи століть, які знаходяться у найбільших бібліотеках США і Великої Британії. У тому ж 2004 р. у Сполучених Штатах висунуто державну програму забезпечення Інтернетом кожної американської родини. В наш час усе більше професій не можуть бути реалізовані без застосування комп'ютерів.

Разом із тим комп'ютеризація створює чимало проблем. Зокрема, дослідники стурбовані поширенням нової хвороби - комп'ютероманії, що є особливо небезпечною у юному віці. Дослідження, здійснені у 2001 р. в Японії, свідчать, що в дітей, які впродовж багатьох годин знаходяться у комп'ютерному просторі, розвиваються тільки ті частини головного мозку, що відповідають за формування зорових образів та руху. В той час як лобні долі, відповідальні за навчання і пам'ять, майже не розвиваються. За результатами інших досліджень виявлено, що у людини, яка працювала за комп'ютером протягом 8 - 12 годин на добу, наприкінці роботи спостерігається дуже інтенсивний ефект Кірліана (фотографічно зафіксоване випромінювання пальців). Це свідчить про значну втрату людиною енергії. Водночас помічено відчутне зниження імунітету. У психологічному плані захоплення комп'ютером у молодих порушує здатність до соціалізації. Віртуальна реальність замінює реальне життя, в якому особа не може нормально себе почувати, налагоджувати контакти з оточенням, адекватно оцінювати ситуації, що виникають. Зокрема, за спостереженнями психологів, у молодого покоління сформувалося надто легке ставлення до смерті.

Характеризуючи в цілому результати двох науково-технічних революцій минулого століття, можна зазначити, що насамперед відбулася інтеграція двох, раніше в основному самостійних, хоча й тісно взаємодіючих елементів прогресу - наукового і технічного - у єдиний потік науково-технічного прогресу. Це помітно прискорило темпи перетворень, але й мало негативні риси, що виявилось у технологічній кризі ХХ ст. (військова небезпека, екологічна криза, загроза техногенних катастроф, психологічні впливи на людину тощо).

Важливо також підкреслити, що розширилася сфера ефективного застосування значних нововведень. На сучасну науково-технічну базу

переведено практично всі галузі матеріального виробництва і невиробничої сфери. Розвиток електронної побутової техніки і мережі телекомунікації змінив побут, дав змогу підключити багато родин у розвинених країнах до світового інформаційного простору. З іншого боку, інформація поступово набуває все більш важливої ролі у зростанні матеріального виробництва, ніж традиційні енергія та сировина.

Спостерігається потужне нарощування знань: період подвоєння обсягу наукової інформації і знань протягом останніх 40 років скоротився з 15 до 2 років і демонструє тенденцію до подальшого скорочення. Разом із тим безперервно скорочується час між появою нових наукових знань та їх використанням у інженерно-конструкторських розробках.

Перша НТР і наступна військово-технічна революція мали наслідком створення такої страшної зброї масового знищення, що стали очевидними безглуздість і надзвичайна небезпека її застосування. Вперше за тисячоліття були свідомо визначені межі науково-технічного прогресу в цій галузі (наприклад, це стосується клонування людини), а деякі класи озброєнь за взаємною згодою підлягають обмеженню або знищенню (біологічна, бактеріологічна, хімічна, ядерна зброя). Таким чином, потреби військової сфери перестають бути головним імпульсом науково-технічного прогресу, натомість такий імпульс створює потреба виживання людства.

Перша НТР стала основою тривалого періоду високих темпів економічного піднесення на базі масового використання у виробництві новітніх ідей і технологій, а також порівняно дешевих природних ресурсів.

Для другої НТР притаманний перехід до ресурсозбереження, екологічно чистих технологій. Фахівці висловлюють думку, що друга НТР вичерпає свій потенціал у 10 — 20-ті роки XXI ст.

На відміну від природничих, суспільні і гуманітарні науки у XX ст. переживали (і нині переживають) серйозну кризу. Людство так і не винайшло універсальної економічної і соціальної моделей суспільства, що викликало в світі болючі кризи. Існуючі економічні теорії не досконалі. Водночас застосування класових соціальних теорій призвело до глобальних катастроф: світових війн, революцій, тривалого перебування при владі тиранів, таких як Сталін, Гітлер, Мао Цзедун, Пол Пот.

У XX ст. сукупний випуск товарів та послуг був значно більшим, ніж їх кумулятивне виробництво за весь попередній період званої історії людства. Протягом 1900 - 2000 рр. світовий ВВП зростав із середньорічним темпом у 3 % (а з урахуванням появи нових виробів і покращання якості продукції - 3,7 % на рік). Це дозволяє говорити про 19-разове зростання ВВП за століття в абсолютних розмірах. Загальне зростання виробництва значно перевершує збільшення населення, що забезпечило майже 5-разове зростання середнього ВВП на одну особу протягом XX ст.

Технічний розвиток дуже прискорився. Причини такого значного прискорення технічного прогресу до кінця ще не розкриті. Це стосується насамперед проривних винаходів на противагу інноваціям, які поступово

покращують наявну технологію. Однак для неухильного підвищення продуктивності усіх факторів важливими є обидва типи.

Неабияку роль відіграють також рівень освіти і комунікаційна інфраструктура - як у появі нових винаходів, так і у здатності сприйняти технології, які знайшли застосування деінде.

Сьогоднішня технологічна революція має свої відмінні особливості, які визначають її унікальність в історії сучасного світу. Ці особливості полягають у тому, що інформаційні технології та Інтернет являють собою, за влучним виразом американських дослідників С. Делонга і Дж. Зусмана, "інструменти мислення, які збільшують інтелектуальні можливості людини точно так, як технології промислової революції збільшили її мускульну силу". Справді, під впливом інформаційних технологій виникає "нова економіка", у якій найважливішим активом виявляються інтелект, інформація, знання, тобто формується економіка постіндустріального суспільства.

Науково-технічний прогрес вітається тими, хто може користуватися його благами. Проте є люди, які не можуть або не хочуть цього внаслідок свого матеріального стану або негнучкості. Зрозуміло, що з віком людина втрачає частину своїх адаптивних здібностей, особливо тих, що стосуються пристосування до змін. А зміни відбуваються з небаченою швидкістю. Старша генерація не могла навіть собі уявити, що технології здатні розвиватися так швидко. З різними поколіннями людей важко говорити про одні й ті самі технології, наприклад про комп'ютерні. Багато хто із 60-річних людей не можуть навіть доторкнутися до ПК і ставляться до них як до чогось екстраординарного, в той час як нові генерації просто не можуть уявити собі життя без них. Технології розвиваються так швидко, що покоління розмовляють різними мовами. У них різне ставлення до багатьох речей і явищ, різне розуміння минулого, сучасного і майбутнього.

Суперечності між поколіннями були і будуть завжди. Проте вони надто загострюються за умов кризового стану суспільства. Особливо це стосується суспільств із перехідною економікою. Треба усвідомлювати, що базис сучасного цивілізованого суспільства неможливо створити без однієї фундаментальної умови - стрімкого, випереджального розвитку науково-технічного потенціалу і заснованих на ньому промисловості, сільського господарства та сфери послуг. Можливі скептичні зауваження, що в таких країнах питання побудови суспільства високих технологій не є актуальним, бо наявна безліч інших проблем. Насправді ж джерело наявних лих і труднощів полягає у тому, що деякі посткомуністичні країни стали на шлях соціальних перетворень, не виробивши моделі майбутнього.

Досвід історії нового і новітнього часів свідчить, що вихід кожної країни з тяжкого економічного і соціального становища полягає у переході до більш високого рівня технологізації та інформатизації суспільства. Так Японія, здійснюючи реформу Мейдзі-ісін у 1868 р., відмовилася від традиційних технологій, приступила до побудови економіки на основі найпередовішої для того часу технології і вже до початку ХХ ст. стала однією з розвинених

індустріальних країн. Після Другої світової війни, незважаючи на поразку, Японія до середини 60-х років закінчила відбудовний період і прийняла історичне рішення: зробити потужний ривок у напрямку постіндустріального суспільства. Попри те, що не всі настанови японської програми були реалізовані, сам рух у цьому напрямку зробив Японію другою індустріальною державою і однією з могутніх фінансових держав світу.

Інший приклад - Німеччина, яка після Другої світової війни спочатку відтворила свій технологічний потенціал і зробила ривок до четвертого технологічного укладу, а потім, у 1980-ті роки, з деяким запізненням перейшла до нарощування п'ятого технологічного рівня і почала успішно конкурувати в економічній, технологічній і фінансовій могутності із США та Японією.

Ще більше місце технології і технологічні інновації займають у житті США. Вирішальне значення тут має підтримка держави, яка вкладає гігантські кошти у розвиток науки і запровадження високих технологій. У цій країні на науку витрачається щорічно понад 1000 доларів на душу населення. Для порівняння: у Японії - понад 800, у Фінляндії - 800. Умовно кажучи, США — найбільш наукова держава світу.

Ще один приклад - Об'єднані Арабські Емірати. Емірат Дубай, найбільш розвинений в економічному плані, відомий як один із найбільших постачальників нафти. Однак могутність Дубая базується не на одержанні ним 500 млрд. доларів на рік від продажу нафти, а на тому, що ці надходження витрачаються на розвиток індустріальних структур, що спираються на технології четвертого і п'ятого рівнів. У наш час навколо космополітичного фінансового центру - міста Дубай — створюється сучасна індустріальна зона, заснована на використанні передових технологій. Мета полягає у тому, аби до періоду, коли нафтові ресурси Дубаю виявляться вичерпаними, країна змогла забезпечити собі високий рівень добробуту.

Як свідчить досвід історії сучасного світу, основою ефективного економічного розвитку виступає єдність науки, виробництва і комерції. В основі цієї єдності лежить саме наука, що в найбільш розвинених країнах світу забезпечує від 65 до 80 % зростання національного багатства. Проте в більшості посткомуністичних країн, особливо це стосується Росії та України, наука занепадає. Держави не в змозі надати достатнє фінансування. Правлячі еліти, представлені у владних колах, насамперед у парламентах, не зацікавлені в тому, аби перекидати фінансові потоки на її підтримку і належний розвиток.

Конкурентоспроможність локальних цивілізацій, а також національних економік на всесвітньому ринку визначається наявним в них науково-технічним потенціалом і ефективністю його використання. Слід вказати на тривожну тенденцію: протягом століття розрив між найбільш технологічно розвинутою (північноамериканською) і найбільш відсталою (африканською) цивілізаціями збільшився. Це свідчить про те, що науково-технічні досягнення індустріальної епохи монополізувалися західною цивілізацією, яка використала свою технологічну зверхність переважно для експлуатації цивілізацій, що відстали у своєму розвитку.

У перспективі ХХІ ст. можливі два крайніх варіанти розвитку глобального технологічного простору. Один з них - це продовження теперішніх тенденцій його монополізації групою розвинених цивілізацій і ТНК із поглибленням технологічної прірви між авангардними і відсталими (а то й деградуючими) країнами і цивілізаціями. Цей шлях провіщає глобальну катастрофу, яка відбудеться рано чи пізно. Другий варіант - поступовий перехід до відносин партнерства із скорочення технологічного розриву, підтягування відстаючих, забезпечення для них гідного місця у світовому просторі, можливостей великомасштабного засвоєння прогресивних, високих технологій.

Слід зазначити, що частина колишніх республік СРСР, серед яких особливе місце посідає Україна, мали розвинену технологічну базу, яка відповідала четвертому і частково п'ятому (в галузі ВПК) укладу. Науково-технологічний комплекс СРСР (особливо ВПК) являв собою єдине ціле і був зорієнтований на державні замовлення і внутрішній ринок. Коли в основному було згорнуто держзамовлення і фінансування інновацій багаторазово скоротилося або було припинено, а внутрішнім ринком високотехнологічної продукції заволоділи іноземні монополії і ТНК, науково-технічна база країн СНД виявилася підірваною і відкинутою на десятиріччя назад. Це стало найважливішим фактором втрати конкурентоспроможності продукції, поглиблення і затягування безпрецедентної за своїми масштабами для мирного часу економічної кризи.

У трясовині кризи опинилася економіка, підприємства, заводи і фабрики, які сформувалися ще в індустріальний період. Треба визнати, що навіть дуже освічені люди нашого суспільства не розуміють ані основ змін, які відбулися у виробництві й у суспільстві Заходу, ані тих шляхів і засобів, якими вони здійснювалися. Тільки сприйнявши позитивні й негативні уроки, можна торувати майбутні шляхи.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Афанасьев Ю. Н. История науки и техники [Текст]: конспект лекций / Ю. Н. Афанасьев, Ю. С. Воронков, С. В. Кувшинов; Российский гуманитарный университет [РГГУ], Российская академия наук [РАН]. Ин-т истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова. – М.: Рос. гуман. ун-т (РГГУ), 1999. – 265 с.
2. Бесов Л.М. Історія науки і техніки / Л.М. Бесов; 3-є вид., переробл. і доп. – Х.: НТУ "ХПГ", 2004. – 382 с.
3. Бесов Л.М. Історія суспільства. – 3-є вид., переробл. і доп. / Л.М. Бесов. – Х.: НТУ "ХПГ", 2010 – 276 с.
4. Вергунов В.А. Нариси історії аграрної науки, освіти та техніки / В.А. Вергунов. – К.: Аграрна наука, 2006. – 492 с.
5. З історії української науки і техніки: хрестоматія-посіб. / Співавт.- уклад.: В. І. Онопрієнко, А. А. Коробченко, О. Я. Пилипчук, С. П. Руда, Л. П. Яресько. – К.: Академія наук вищої школи України, 1999. – 171 с.

6. Колтачихіна О. Ю., Храмов Ю. О. Основні періоди та етапи в розвитку ракетно-космічної техніки України (до 60-річчя КБ "Південне" ім. М. К. Янгеля). Ч.1/ О. Ю. Колтачихіна, Ю. О. Храмов // Наука та наукознавство, 2014, № 1 С. 85-100
7. Михайличенко О. В. Історія науки і техніки: навчальний посібник / О.В. Михайличенко. – Суми : СумДПУ, 2013. – 346 с.
8. Огурцов А. П. Історія світової науки і техніки: навч. посіб. – 2-е вид., перероб. / А. П. Огурцов, Л. М. Мамаев, В. В. Заліщук, С. Х. Авраменко, В. А. Зінченко. – К., 2000. – 664 с.
9. Онопрієнко В.І. Історія української науки: курс лекцій / В. Онопрієнко, В. Ткаченко. – К.: Варта, 2010. – 652 с.
10. Ракеты и космические аппараты Конструкторского бюро "Южное" / под ред. С. Н. Конюхова. – Днепропетровск: ГКБ "Южное" им. М.К. Янгеля, 2000. – 240 с.
11. Шендеровський В. Нехай не гасне світ науки / В. Шендеровський. – К. : Вид-во "Рада", 2003. – 416 с.
12. Аллаби М. Энциклопедия изобретений и открытий: От колеса до коллайдера / Майкл Аллаби, Эми-Джейн Бир, Джон Клак / Перев. с англ.: А. Гришин, Е. Кац, М. Лукьянова. – М.: Изд. группа "Азбука-Аттикус", 2012. – 495 с.
13. Ахиезер А. И. Развивающаяся физическая картина мира / А. И. Ахиезер. – Х.: ННЦ ХФТИ, – 1998. – 340 с.
14. Балабанов О. С. Комп'ютерний інтелект : можливості і реальність / О.С. Балабанов // Вісник Національної Академії наук України. – 1997. – № 9-10. – С. 16 – 21.
15. Грабовский М. П. Атомный аврал / М. П. Грабовский. – М.: Научная книга, 2001. – 146 с.
16. Деркач В. П. "Кибернетика – любовь его": К 80-летию В. М. Глушкова / В. П. Деркач // Наука та наукознавство. – 2003. – № 3. – С. 10 – 50.
17. Кавецький В. Ставка – на енергію вітру / В. Кавецький, А. Симонов // Вісник Національної Академії наук України. – 1997. – № 7-8. – С. 26.
18. Кефели И.Ф. История науки и техники / И.Ф. Кефели. – СПб.: Балт. гос. техн. ун-т, 1995. – 171 с.
19. Кудря С. Альтернативна енергетика – вимога часу / С. Кудря / Вісник Національної академії наук України. – 1997. – № 7-8. – С. 18 – 25.
20. Храмов Ю. О. Фізика. Історія фундаментальних ідей, теорій та відкриттів / Ю. О. Храмов. – К.: Фенікс, 2012. – 816 с.
21. Белл Д. Третья технологическая революция и ее возможные социэкономические последствия: Пер. с англ. — М., 1990.
22. Назаретян А. Технология и психология: к концепции эволюционных кризисов // Общественные науки и современность. — 1993. — №3.
23. Орлова Т. В. Культура і суспільство Європи в епоху наукової революції. — К., 2000.
24. Орлова Т. В. Наукова революція // Історична наука: термінологічний і понятійний довідник. — К., 2002. — С. 258 — 260.

25. Орлова Т. В. Промислова революція // Історична наука: термінологічний і понятійний довідник. — К., 2002. — С. 309 — 311.

### **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ**

1. Характеристика періодів НТР.
2. Основні напрямки розвитку енергетики другої половини ХХ – початку ХХІ століття.
3. Вимоги до фахівців інформаційного суспільства.
4. Інформаційні технології.
5. Використання енергії атому.
6. Основні досягнення фізики другої половини ХХ – початку ХХІ століття.
7. Розвиток генетики у ХХ-ХХІ ст.
8. Використання лазера.
9. Освоєння Космосу.
10. Інтернет та його вплив на суспільство.
11. Розвиток робототехніки.
12. Основні напрямки розвитку нанотехнологій.
13. Альтернативні джерела енергії.
14. Основні напрями розвитку наукових досліджень у ХХІ ст.
15. Наука і техніка в духовно-культурному житті суспільства.
16. Екологічні наслідки розвитку науки і техніки.
17. Перспективи розвитку біотехнологій.

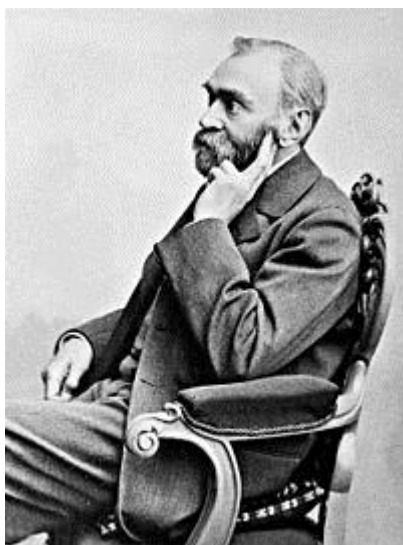


## ДОДАТКИ

### 1. Лауреати Нобелівської премії з фізики, хімії, медицини і фізіології.

Нобелівська премія - одна з найбільш престижних міжнародних премій, щорічно присуджується за видатні наукові дослідження, революційні винаходи або крупний внесок в культуру або розвиток суспільства.

**Альфред Нобель** народився 21 жовтня 1833 в Стокгольмі, Швеції, в сім'ї інженерів. Він був хіміком, інженером і винахідником. У 1894 р. Нобель придбав металургійний концерн Бофорс, який став найбільшим виробником озброєння. За своє життя Нобель накопичив значний статок. Велику частину прибутку він отримав від своїх 355 винаходів, серед яких найвідоміший - динаміт.



У 1888 році Альфреда Нобеля "поховали заживо". У Каннах помер брат Нобеля - Людвіг і, за помилкою репортерів, в газети помістили оголошення про смерть самого Альфреда Нобеля, а не його брата. Прочитавши у французькій газеті власний некролог під назвою "Торговець смертю мертвий", Нобель

задумався над тим, яким його буде пам'ятати людство. Після цього він вирішив змінити свій заповіт. 10 грудня 1896 Альфред Нобель помер на своїй віллі в Сан-Ремо (Італія) від крововиливу в мозок [5].

Заповіт Альфреда Нобеля, складений ним 27 листопада 1895 року, було оголошено у січні 1897 року:

"Все моє рухоме і нерухоме майно повинно бути обернене моїми повіреними в ліквідні цінності, а зібраний у такий спосіб капітал поміщений в надійний банк. Доходи від вкладень повинні належати фонду, який буде щорічно розподіляти їх у вигляді премій тим, хто протягом попереднього року приніс найбільшу користь людству ... Зазначені відсотки необхідно розділити на п'ять

рівних частин, які призначаються: одна частина - тому, хто зробить найбільш важливе відкриття або винахід в галузі фізики; інша - тому, хто зробить найбільш важливе відкриття або вдосконалення в галузі хімії; третя - тому, хто зробить найбільш важливе відкриття в області фізіології або медицини; четверта - тому, хто створить найбільш видатний літературний твір ідеалістичного



спрямування; п'ята - тому, хто вніс найбільший внесок у згуртування націй,

знищення рабства або зниження чисельності існуючих армій і сприяння проведенню мирних конгресів ... Моє особливе бажання полягає в тому, щоб при присудженні премій не бралася до уваги національність кандидатів ... "

Цей заповіт спочатку було сприйнято скептично. Численні родичі Нобеля вважали себе обділеними і вимагали визнати заповіт незаконним. Лише 26 квітня 1897 року заповіт було затверджено Стортингом Норвегії. Виконавці волі Нобеля, секретар Рагнар Сульман і адвокат Рудольф Лілеквіст, організували Фонд Нобеля, щоб піклуватися про виконання його заповіту і організовувати вручення премій .

Згідно з інструкціями Нобеля, відповідальним за присудження премії миру став Норвезький Нобелівський комітет, члени якого були призначені в квітні 1897 незабаром після вступу в силу заповіту. Через деякий час були визначені організації, які присуджували інші премії. 7 червня Каролінський інститут став відповідальним за присудження премії в галузі фізіології або медицини; 9 червня Шведська академія отримала право присуджувати премію з літератури; 11 червня Шведська королівська академія наук визнана відповідальною за присудження премій з фізики та хімії. 29 червня 1900 р. був заснований Фонд Нобеля з метою управління фінансами та організації Нобелівських премій. У Фонді Нобеля були досягнуті угоди про базові принципи вручення премій, і в 1900 році щойно створений статут фонду був прийнятий королем Оскаром II. У 1905 році Шведсько-норвезька унія була розірвана. З цього моменту Норвезький Нобелівський комітет відповідає за присудження Нобелівської премії миру, а шведські організації відповідальні за інші премії.

### Лауреати Нобелівської премії з фізики



1901	Рентген В.К.	Відкриття "рентгенівських промінів"
1902	Лоренц Х. А., Зеєман П.	Досліди впливу магнетизму на радіаційні явища.
1903	Беккерель А. А.	Відкриття спонтанної радіоактивності
1903	Кюрі П'єр Кюрі, Марія	Дослідження явищ радіації, відкритої професором Анрі Беккерелем
1904	Стретт Д. В.	За дослідження густини найбільш розповсюджених газів і за відкриття аргону
1905	фон Ленард Ф. Е. А.	За дослідну роботу з дослідження катодних промінів

- 1906 Томсон Д. Д. За теоретичні і експериментальні дослідження електропровідності в газах
- 1907 Майкельсон А. А. За створення точних оптичних інструментів і спектроскопічні і метрологічні дослідження
- 1908 Ліпман Г.. За створення методу фотографічного відтворення кольорів на основі явища інтерференції
- 1909 Марконі Г.,  
Браун К.Ф. За внесок в розвиток бездротового телеграфу
- 1910 Ван-дер Ваальс Я. Д. За роботу, присвячену рівнянням агрегатних станів газів та рідин
- 1911 Вин В. За відкриття, щодо законів, що керують тепловим випромінюванням
- 1912 Дален Н. Г. За винахід автоматичних регуляторів, що використовуються в поєднанні з газовими акумуляторами для джерел світла на маяках і буюх
- 1913 Камерлінг-Оннес Г. За дослідження властивостей речовин при низьких температурах, які привели до отримання рідкого гелію
- 1914 Фон Лауе М. За відкриття дифракції рентгенівських промінів у кристалах
- 1915 Вільям Генрі  
Брег, Вільям  
Лоренс Брег За дослідження структури кристалів за допомогою рентгенівських промінів
- 1917 Баркла Ч. Г. За відкриття характеристичного рентгенівського випромінювання елементів
- 1918 Планк М. К. Е. Л. За відкриття квантів енергії
- 1919 Штарк Й. За відкриття ефекту Доплера в канальних променях і розщеплення спектральних ліній в електричному полі
- 1920 Гільйом Ш. Е. За точні виміри в фізиці завдяки відкриттю аномалій у сплавах нікелю і сталі
- 1921 Ейнштейн А. За заслуги перед теоретичною фізикою і відкриття закону фотоелектричного ефекту
- 1922 Бор Н. За дослідження будови атомів і їх випромінювання
- 1923 Міллікен Р. Е. За визначення елементарного електричного заряду і вивчення фотоелектричного ефекту
- 1924 Сигбан М. За відкриття і дослідження в області рентгенівської спектроскопії
- 1925 Франк Д., Герц Г. Л. За відкриття законів зіткнення електрона з атомом
- 1926 Перрен Ж.Б.  
Комптон А. Х. За дослідження дискретної природи матерії і особливо за відкриття седиментаційної рівноваги  
За відкриття ефекту Комптона

- 1927 Вільсон Ч. Т.Р. За метод візуального виявлення траєкторій електрично заряджених частинок за допомогою конденсації пари
- 1928 Річардсон О.В. За роботи, з терміольних досліджень, і особливо за відкриття закону Річардсона
- 1929 Де Бройль Л. За відкриття хвильової природи електронів
- 1930 Раман Ч.В. За роботи по розсіюванню світла і за відкриття ефекту Рамана
- 1932 Гейзенберг В.К. За створення квантової механіки, що привело до відкриття алотропних форм водню
- 1933 Шреодінгер Е., Дірак П.А.М. За відкриття нових продуктивних форм атомної теорії
- 1935 Чедвік Д. За відкриття нейтрона
- 1936 Гесс В.Ф. За відкриття космічних промінів
- 1936 Андерсон К.Д. За відкриття позитрона
- 1937 Девіссон К.Д., Томсон Д.П. За експериментальне відкриття дифракції електронів в кристалах
- 1938 Фермі Е. За доказ існування нових радіоактивних елементів, отриманих при опроміненні нейтронами, і пов'язане з цим відкриття ядерних реакцій, що викликані повільними нейтронами
- 1939 Лоуренс Е.О. За винахід і створення циклотрона і за досягнуті з його допомогою результати, особливо щодо штучних радіоактивних елементів
- 1943 Штерн О. За розвиток методу молекулярних пучків і за відкриття магнітного моменту протона
- 1944 Рабі І.А. За резонансний метод виміру магнітних властивостей атомних ядер
- 1945 Паулі В. За відкриття принципу заборони Паулі
- 1946 Бриджмен П.В. За винахід апаратури, що дозволяє створити надвисокий тиск, і за відкриття, зроблені в зв'язку з цим, у фізиці високих тисків
- 1947 Еплтон Е.В. За дослідження фізики верхніх шарів атмосфери, особливо за відкриття так званого шару Еплтона
- 1948 Блекетт П.М. С. За вдосконалення методу камери Вільсона і зроблені у зв'язку з цим відкриття в області ядерної фізики й космічної радіації
- 1949 Юкава Х. За пророкування існування мезонів на основі теоретичної роботи з ядерних сил
- 1950 Павелл С.Ф. За розробку фотографічного методу дослідження ядерних процесів і відкриття мезонів
- 1951 Кокрофт Д.Д., Волтон Е.Т. С. За дослідницьку роботу з перетворення атомних ядер за допомогою штучно прискорених атомних частинок

- 1952 Блох Ф., Парселл Е.М. За розвиток нових методів для точних ядерних магнітних вимірів
- 1953 Церніке Ф. За обґрунтування фазово-контрастного методу, особливо за винахід фазово-контрастного мікроскопа
- 1954 Борн М. За фундаментальні дослідження з квантової механіки, особливо за статистичну інтерпретацію хвильової функції
- 1954 Боті В. За метод збігів для виявлення космічних променів і зроблені у зв'язку з цим відкриття
- 1955 Лемб В.Ю. За відкриття, що пов'язані з тонкою структурою спектру водню
- 1955 Куш П. За точне визначення магнітного моменту електрону
- 1956 Шоклі В., Бардін Д., Браттейн В.Х. За дослідження напівпровідників і відкриття транзисторного ефекту
- 1957 Чженьнін Я., Цзундао Л. За проникливе дослідження так званих законів парності, що привело до важливих відкриттів в галузі квантової механіки
- 1958 Черенков П.О., Франк І.М., Тамм І.Є. За відкриття і тлумачення ефекту Черенкова
- 1959 Сегре Е.Д., Чемберлен О. За відкриття антипротона
- 1960 Глазер Д.А. За винахід бульбашкової камери
- 1961 Хофштедтер Р. За основоположні дослідження розсіювання електронів на атомних ядрах, і за пов'язані з ними відкриття, що стосуються структури нуклонів
- 1961 Мессбауер Р.Л. За дослідження резонансного поглинання гамма-випромінювання і відкриття у зв'язку з цим ефекту Мессбауера
- 1962 Ландау Л.Д. За новаторські теорії конденсованих середовищ, особливо рідкого гелію
- 1963 Вігнер Ю. За внесок в теорію атомного ядра і елементарних частинок, особливо за допомогою відкриття додатка фундаментальних принципів симетрії
- 1963 Майер М.Г., Єнсен Г. За відкриття, що стосуються оболонкової структури ядра
- 1964 Таунс Ч.Х., Басов М.Г., Прохоров О.М. За фундаментальні роботи в області квантової електроніки, які привели до створення генераторів і підсилувачів на лазерно-мазерному принципі
- 1965 Томонага С., Швингер Д., Фейнман Р.Ф. За фундаментальні роботи з квантової електродинаміки, що мали глибокі наслідки для фізики елементарних частинок

- 1966 Кастлер А. За відкриття і розробку оптичних методів дослідження резонансів Герца в атомах
- 1967 Бете Г.А. За внесок у теорію ядерних реакцій, особливо за відкриття, що стосуються джерел енергії зірок
- 1968 Альварес Л.В. За винятковий внесок у фізику елементарних частинок, зокрема за відкриття великого числа резонансів, що стало можливим завдяки розробленій ним методики використання водневої бульбашкової камери й оригінальній обробці даних
- 1969 Гелл-Манн М. За відкриття, пов'язані з класифікацією елементарних часток і їх взаємодій
- 1970 Альфвен Г. За фундаментальні роботи і відкриття в магнітній гідродинаміці й плідні застосування їх у різних областях фізики плазми
- 1970 Неель Л.Е. . За фундаментальні праці і відкриття, що стосуються антиферромагнетизму і ферромагнетизму і які спричинили важливі застосування в галузі фізики твердого тіла
- 1971 Габор Д.  
Бардін Д.,  
1972 Купер Л.Н.,  
Шріффер Д.Р. За винахід і удосконалення голографічного методу
- 1973 Джозефсон Б.Д., За створення теорії надпровідності, яку зазвичай називають теорією БКШ.
- 1973 Леон Е.,  
Йевер І. За теоретичне пророкування властивостей струму надпровідності, що проходить через тунельний бар'єр, зокрема явищ, зазвичай званих ефектом Джозефсона
- 1974 Райл М. За експериментальне відкриття тунельних явищ в напівпровідниках і надпровідниках відповідно
- 1974 Хьюїш Е.і За піонерські дослідження в області радіофізики
- 1975 Бор О.Н.,  
Мотгельсон Б.Р.,  
Рейнуотер Л.Д. За його визначну роль в відкритті пульсарів
- 1975 Бор О.Н.,  
Мотгельсон Б.Р.,  
Рейнуотер Л.Д. За відкриття взаємозв'язку між колективним рухом і рухом окремої частки в атомному ядрі й розвиток теорії будови атомного ядра, заснованої на цьому взаємозв'язку
- 1976 Ріхтер Б.,  
Тінг С. За основний внесок у відкриття важкої елементарної частинки нового типу
- 1977 Андерсон Ф.В.,  
Мотт Н.Ф.,  
Флек Д.В. За фундаментальні теоретичні дослідження електронної структури магнітних і неупорядкованих систем
- 1978 Капіца П.Л., За фундаментальні винаходи і відкриття в області фізики низьких температур
- 1978 Пензіас А.А.,  
Вільсон Р.В. За відкриття мікрохвильового реліктового випромінювання

- 1979 Глешоу Ш.Л.,  
Салам А.,  
Вайнберг С. За внесок в об'єднану теорію слабких й електромагнітних взаємодій між елементарними частинками, в тому числі передбачення слабких нейтральних струмів
- 1980 Кронін Д.В.,  
Фітч В.Л. За відкриття порушень фундаментальних принципів симетрії у розпаді нейтральних К-мезонів
- 1981 Бломберген Н.,  
Шавлов А.Л. За вклад у розвиток лазерної спектроскопії
- 1981 Сігбан К. За внесок у розвиток електронної спектроскопії з високою розподільною здатністю
- 1982 Вільсон К. За теорію критичних явищ, у зв'язку з фазовими переходами
- 1983 Чандрасекар С. За теоретичні дослідження фізичних процесів, що грають важливу роль в будові і еволюції зірок
- 1983 Фаулер В.А. За теоретичні і експериментальні дослідження ядерних реакцій, що мають важливе значення для утворення хімічних елементів Всесвіту
- 1984 Руббіа К.,  
Ван дер Мер С. За вирішальний внесок у великий проект, здійснення якого призвело до відкриття квантів поля  $W$  і  $Z$  - носіїв слабкої взаємодії
- 1985 Клітцинг К. За відкриття квантового ефекту Хола
- 1986 Руска Е. За фундаментальну роботу по електронній оптиці і за створення першого електронного мікроскопу
- 1986 Бінніг Г.,  
Рорер Г.,  
Беднорц Г.,  
Мюллер О. За винахід скануючого тунельного мікроскопу
- 1987 Ледерман Л.,  
Шварц М.,  
Стейнбергер Д. За важливий прорив у фізиці, тобто відкриття надпровідності в керамічних матеріалах
- 1988 Шварц М.,  
Стейнбергер Д. За метод нейтринного променя й доказ двоїстої структури лептонів за допомогою відкриття мюонного нейтрино
- 1989 Рамзей Н. За винахід методу роздільних коливальних полів і його використання у водневому мазері й інших атомних годинниках
- 1989 Демельт Г.,  
Пауль В. За розробку методу втримання одиночних іонів
- 1990 Фрідман Д.,  
Кендалл Г.,  
Тейлор Р. За піонерські дослідження глибоко непружного розсіювання електронів на протонах і пов'язаних нейтронах, що мало велике значення для розвитку кваркової моделі у фізиці часток
- 1991 Де Жен П.Ж. За виявлення того, що методи, розвинені для вивчення явищ упорядкованості в простих системах, можуть бути узагальнені на більш складні форми матерії, зокрема рідкі кристали і полімери

- 1992 Шарпак Ж. За винахід і удосконалення детекторів частинок, в зокрема багатодієвий пропорційній камері
- 1993 Халс Р., Тейлор мол. Д. За відкриття нового типу пульсарів, що дало нові можливості у вивченні гравітації
- 1994 Брокгауз Б. За створення нейтронної спектроскопії
- 1994 Шалл К. За створення методу нейтронної дифракції
- 1995 Перл М. За відкриття тау-лептона
- 1995 Рейнс Ф. За експериментальне виявлення нейтрино
- 1996 Девід Лі, Ошеров Д., Річардсон Р. Чу С., За відкриття надплинності гелію-3
- 1997 Коен-Таннуджи К., Філіпс В. За створення методів охолодження й захоплення атомів з допомогою лазерного променя
- 1998 Роберт Лафлін, Штермер Х., Цуї Д. За відкриття нової форми квантової рідини (при низьких температурах і сильному магнітному полі) у частки з новими властивостями, що мають, зокрема, дробовий електричний заряд".
- 1999 Хоофт Г., Велтман М. За прояснення квантової структури електрослабких взаємодій
- 2000 Алфьоров Ж.І., Кремер Г. За розробку напівпровідникових гетероструктур, що використовуються в високочастотних схемах і оптоелектроніці
- 2000 Кілбі Д. За участь у винаході інтегральної схеми
- 2001 Корнелл Е., Кеттерле В., Віман К., За досягнення конденсації Бозе - Ейнштейна у розріджених газах лужних металів і за початкові фундаментальні дослідження властивостей конденсатів
- 2002 Девіс Р.мол., Косіба М. За піонерський внесок в астрофізику, зокрема за виявлення космічних нейтрино
- 2002 Джакконі Р. За дослідження в області астрофізики, які привели до відкриття космічних джерел рентгенівського випромінювання й винахід рентгенівського телескопу
- 2003 Абрикосов О.О., Гінзбург В.Л., Леггет Е., За піонерський внесок у теорію надпровідників і надплинності рідкого гелію – 3.
- 2004 Гросс Д., Політцер Д., Вільчек Ф. За відкриття асимптотичної свободи у теорії сильних взаємодій
- 2005 Глаубер Р. За внесок у квантову теорію оптичної когерентності
- 2005 Голл Д., Генш Т. За внесок у розвиток лазерної точної спектроскопії, включаючи техніку прецизійного розрахунку



- світлового зсуву в оптичних стандартах частоти (оптичних гребінок)
- 2006 Матер Д.,  
Смут Д. За відкриття чорнотільної форми спектру і анізотропії космічного мікрохвильового фонового випромінювання
- 2007 Фер А.,  
Грюнберг П. За відкриття ефекту гігантського магнетоопору
- 2008 Намбу Й. За відкриття механізму спонтанного порушення симетрії в субатомній фізиці
- 2008 Кобаясі М.,  
Маскава Т. За відкриття джерела порушення симетрії, яке дозволило передбачити існування в природі щонайменше трьох сімейств кварків
- 2009 Као Ч.К. За революційні досягнення, що стосуються передачі світла у волокнах для потреб оптичного зв'язку
- 2009 Бойл В.,  
Сміт Д. За винахід напівпровідникової схеми для отримання зображень - ПЗЗ-сенсора
- 2010 Гейм А.,  
Новоселов К.,  
Перлматтер С., За новаторські експерименти по дослідженню двомірного матеріалу - графену
- 2011 Шмідт Б.,  
Рісс А. За відкриття прискореного розширення Всесвіту за допомогою спостереження далеких наднових
- 2012 Серж А.,  
Вайнленд Д. За створення проривних технологій маніпулювання квантовими системами, які зробили можливими вимір окремих квантових систем і управління ними
- 2013 Енглер Ф.,  
Хіггс П. За теоретичне виявлення механізму, який допомагає нам зрозуміти походження маси субатомних частинок, підтвердженого останнім часом виявленням передбаченої елементарної частинки в експериментах ATLAS і CMS на Великому адронному колайдері в ЦЕРН
- 2014 Ісаму А.і,  
Хіроші А.,  
Сюдзі Н. За винахід ефективних синіх світлодіодів, що привело до появи яскравих і енергозберігаючих джерел білого світла
- 2015 Такаакі К.,  
Макдональд А. За відкриття нейтринних осциляцій, показуюче, що нейтрино має масу
- 2016 Таулесс Д.,  
Голдейн Д.,  
Костерліц Д. За теоретичне відкриття топологічних фазових переходів і топологічних фаз речовини
- 2017 Беріш Б.,  
Торн К.,  
Вайс Р. За вирішальний внесок у розробку детектора LIGO і спостереження гравітаційних хвиль

## Лауреати Нобелівської премії з хімії



1901	Вант-Гофф Я. Х.	Відкриття законів в області хімічної кінетики і осмотичного тиску
1902	Фішер Е. Г.	Роботи по синтезу сахароїдних і пуринових груп
1903	Арреніус С. А.	Теорія електролітичної дисоціації
1904	Рамзай У.	Відкриття благородних (інертних) газів і визначення їх місця в періодичній системі
1905	Байер А.	Синтез органічних барвників, гідроароматичних сполук
1906	Муассан А.	Отримання хімічно чистого фтору, створення електродугової печі
1907	Бюхнер Е.	Відкриття спиртового бродіння в дріжджових екстрактах, що довело можливість ферментативних реакцій без участі цілісних клітин
1908	Резерфорд Е.	Дослідження радіоактивного розпаду елементів і хімії радіоактивних речовин
1909	Оствальд В.	Роботи по каталізу і дослідженню принципів керування хімічною рівновагою і швидкостями реакцій
1910	Валлах О.	Досягнення в області розвитку органічної хімії (аліцикличні сполуки) і хімічної промисловості
1911	Склодовська-Кюрі М.	Відкриття радію і полонію, отримання чистого радію і дослідження його сполук
1912	Гріньяр В.	Відкриття реакції, що названа його ім'ям, - загального методу синтезу багатьох речовин
1912	Сабатьє П.	Метод гідрогенізації органічних сполук в присутності дрібнодисперсних металів в якості каталізаторів
1913	Вернер А.	За роботу про природу зв'язків атомів у молекулах в області неорганічної хімії
1914	Ричардс Т.У.	Точне визначення атомних мас ряду хімічних елементів
1915	Вільштеттер Р. М.	Дослідження рослинних пігментів, встановлення формули хлорофілу
1918	Габер [Хабер] Ф.	Синтез аміаку із складових елементів
1920	Нернст В.	Роботи в області термодинаміки
1921	Содді Ф.	Розвиток хімії радіоактивних речовин і дослідження природи ізотопів

- 1922 Астон Ф. У. Винахід мас - спектрографа і відкриття з його допомогою ізотопів великого числа нерадіоактивних елементів, формулювання правила цілих чисел
- 1923 Прегль Ф. Розробка методу мікроаналізу органічних сполук
- 1925 Зігмонді Р. Встановлення гетерогенної природи колоїдних розчинів
- 1926 Сведберг Т. За роботи по дисперсним системам
- 1927 Віланд Г. Дослідження будови жовчних кислот
- 1928 Віндаус А. Вивчення будови стеринів і їх зв'язки з вітамінною групою
- 1929 Гарден А.,  
Эйлер-Хельпін Х.  
Фон Дослідження ферментації бродіння цукрів і ферментів, що беруть участь в цьому процесі
- 1930 Фішер Х. Е. Дослідження будови молекул геміна і хлорофілу, синтез геміна
- 1931 Бергіус Ф.,  
Бош К. Створення і застосування методів високих тисків в хімії
- 1932 Ленгмюр І. Відкриття і дослідження в області хімії поверхневих явищ
- 1934 Юрі К. Г. Відкриття важкого водню (дейтерія)
- 1935 Жоліо-Кюрі І.,  
Жоліо-Кюрі Ф. Синтез нових радіоактивних елементів
- 1936 Дебай П. Дослідження структури молекул (дипольних моментів) і дифракції рентгенівських променів і електронів в газах
- 1937 Каррер П. Дослідження каротиноїдів і флавінів, а також вітамінів А і В<sub>2</sub>
- 1937 Говорт В. Н. Дослідження вуглеводів і вітаміну С
- 1938 Кун Р. Вивчення каротиноїдів і вітамінів
- 1939 Бутенандт А. Роботи по статевих гормонах
- 1939 Ружичка Л. Роботи по поліметиленах і вищих терпенах
- 1943 Хевеші Д. Застосування ізотопів в якості мічених атомів для вивчення хімічних реакцій
- 1944 Ган О. Відкриття розщеплювання ядер важкими атомами
- 1945 Віртанен А. І. Винахід методу консервації кормів
- 1946 Нортроп Дж.,  
Стенлі У. М. За отримання в чистому вигляді вірусних білків
- 1946 Самнер Дж. Б. Перше отримання ферменту (уреази) в кристалічному виді і доказ його білкової природи
- 1947 Робінсон Р. Дослідження рослинних алкалоїдів і інших біологічно важливих природних речовин
- 1948 Тіселіус А. Розробка методів електрофоретичного і адсорбційно-хроматографічного аналізу і їх застосування для розділення білків сироватки

- 1949 Джіок У. Ф. Внесок у розвиток хімічної термодинаміки, зокрема вивчення властивостей речовин при наднизьких температурах
- 1950 Альдер К., Дільс О. Відкриття і розвиток методу дієнового синтезу
- 1951 Макміллан Е. М., Сіборг Г. Т. Відкриття і вивчення трансуранових елементів
- 1952 Мартін А. Дж. П., Сінг Р. Л. М. Відкриття методу розподільної хроматографії, розробка теорії хроматографічних процесів
- 1953 Штаудінгер Г. Роботи в області хімії високомолекулярних речовин, теорії полімерів
- 1954 Полінг Л. К. Розвиток теорії про природу хімічних зв'язків
- 1955 Дю Віньо В. Перший синтез поліпептидних гормонів
- 1956 Семенов М. М., Гіншелвуд С. Н. Роботи в області механізму хімічних реакцій
- 1957 Тодд А. Синтез нуклеотидів і нуклеотидних коензимів
- 1958 Сенгер Ф. Визначення будови молекули інсуліну
- 1959 Гейровський Я. Відкриття і розвиток полярографічних методів аналізу
- 1960 Ліббі У.Ф. Розробка методу датування (визначення віку) в археології, геології і геофізиці за допомогою вуглецю - 14
- 1961 Калвін М. Відкриття послідовності хімічних перетворювань діоксиду вуглецю при фотосинтезі (цикл Калвіну)
- 1962 Кендрю Дж. К., Перуц М. Ф. Встановлення будови глобулярних білків (міоглобіну, гемоглобіну) методом рентгеноструктурного аналізу
- 1963 Натта Дж., Ціглер К. Відкриття в області хімії і технології високомолекулярних полімерів
- 1964 Кроуфут Х.Д. Встановлення методом рентгеноструктурного аналізу будови біологічно активних речовин (вітаміну В12 і інших)
- 1965 Вудворд Р. Б. Винятковий внесок в розвиток органічного синтезу (синтез стероїдів, хлорофілу та інших природних речовин)
- 1966 Маллікен Р. С. Вивчення хімічних зв'язків і електронної будови молекул методом молекулярних орбіталей
- 1967 Норріш Р. Дж. Р., Портер Дж. Вивчення надшвидких хімічних реакцій
- 1967 Эйген М. Вивчення надшвидких хімічних реакцій
- 1968 Онсагер Л. Вклад в теорію термодинаміки незворотних процесів
- 1969 Бартон Д. Х. Р., Хассель О. Внесок у розвиток конформаційного аналізу і його застосування в органічній хімії
- 1970 Лелуар Л. Ф. Відкриття ролі нуклеотидів в біосинтезі вуглеводів

- 1971 Герцберг Г. Дослідження електронної структури і будови молекул, особливо вільних радикалів
- 1972 Анфінсен К. Б., Мур С., Стайн У. Х. Вивчення молекулярної структури ферменту рибонуклеази і її зв'язку з каталітичної активністю
- 1973 Вілкінсон Дж., Фішер Е. О. Роботи з хімії металоорганічних сполук
- 1974 Флорі П. Дж. Досягнення в галузі теоретичної та експериментальної фізичної хімії макромолекул
- 1975 Корнфорт Дж. У. За ослідження стереохімії реакцій ферментативного каталізу
- 1975 Прелог В. Роботи по стереохімії органічних молекул і реакцій
- 1976 Ліпскомб В. Н. Розробка структури бороводню і внесок у вивчення природи хімічного зв'язку
- 1977 Пригожин И. Р. Внесок в термодинаміку необоротних процесів
- 1978 Мітчелл П. Дослідження процесу перенесення енергії в клітинах і розробка хеміосмотичної теорії
- 1979 Браун Г., Віттіг Г. Розробка нових методів синтезу боро - і фосфоровмісних органічних сполук
- 1980 Берг П. Дослідження по молекулярній гібридизації нуклеїнових кислот (рекомбінантних ДНК)
- 1980 Гілберт У., Сенгер Ф. Вклад в визначення послідовності азотистих основ в молекулах нуклеїнових кислот
- 1981 Фукуї К., Хофман Р. Розвиток теорії перебігу хімічних реакцій
- 1982 Клуг А. Роботи по комплексній мікроскопії кристалів і структурі нуклеопротеїнових комплексів
- 1983 Таубе Г. Розробка механізму реакцій з перенесенням електронів, зокрема в розчинах, що містять комплекси металів
- 1984 Мерріфілд Р. Б. Створення методу хімічного синтезу на твердих матрицях
- 1985 Карле Дж., Гауптман Х. А. Внесок у розвиток методів визначення структури кристалів
- 1986 Ян Лі, Полані Дж., Хершбах Д. Внесок в дослідження механізму і кінетики хімічних реакцій
- 1987 Крам Д. Д., Педерсен Ч., Лен Жан-Мари За розробку і застосування молекул із структурно - специфічними взаємодіями високої вибірконості
- 1988 Дайзенхофер И., Міхель Х., Хубер Р. Визначення тримірної структури фотосинтетичного реакційного центру у пурпурних бактерій

- 1989 Олтмен С.,  
Чек Т. Р. Відкриття ферментативної активності  
рибонуклеїнових кіслот
- 1990 Корі Е. Дж. Розвиток теорії і методів органічного синтезу
- 1991 Ернст Р. Розробка нових методів спектроскопії із допомогою  
ядерного магнітного резонансу
- 1992 Маркус Р. Дослідження по переміщенню електронів в хімічних  
системах
- 1993 Мулліс К. Відкриття методу полімеразної ланцюгової реакції -  
отримання нових молекул ДНК за допомогою  
ферменту ДНК - полімерази
- 1993 Сміт М. Розробка методу спрямованого мутагенезу і його  
застосування для встановлення структури білків
- 1994 Ола Д. Відкриття нових властивостей деяких сполук  
вуглецю (карбокатионів)
- 1995 Крутцен П.,  
Моліна М.,  
Роуланд Ш. За дослідження по хімії атмосфери, вивченню  
утворення і розкладання озону
- 1996 Керл Р.,  
Крото Г.,  
Смолі Р. За відкриття нового класу органічних сполук -  
фулеренів
- 1997 Бойер П.,  
Уолкер Д. За з'ясування ферментного механізму біосинтезу  
аденозінтрифосфату (АТФ)
- 1997 Ску Й. За відкриття ферменту, що здійснює перенесення  
іонів через клітинні мембрани
- 1998 Кон В. Розвиток функціональної теорії щільності
- 1998 Попл Дж. Комп'ютерні обчислювальні методи в квантовій  
хімії, що дозволяють моделювати молекули нових  
хімічних речовин не лише в процесі експериментів,  
але і віртуально
- 1999 Зевайль А. Створення "фемтохімії" - надшвидкої лазерної  
спектроскопії, що дозволяє за допомогою  
ультракороткого лазерного спалаху вивчати процес,  
що протікає за фемосекунди (одна квадриліонна  
частина секунди)
- 2000 Макдіармид А.,  
Сіракава Х.,  
Хігер А. За відкриття електропровідних полімерів, які  
застосовуються в електронних приладах (дисплеях),  
виробництві кіно - і відеоплівки, скла – "хамелеонів"  
тощо.
- 2001 Нойорі Р.,  
Ноуелс У.,  
Шарплесс К. Б. За дослідження в області "хірального аналізу", що  
має важливе значення для синтезу ліків
- 2002 Вютріх К. За застосування методу ядерного магнітного  
резонансу в дослідженнях будови молекул білків

- 2002 Танака Коїті,  
Фенн Дж. Б. За розробку методів мас - спектрометричного аналізу біологічних макромолекул
- 2003 Маккінон Р.,  
Егр П. За дослідження іонних каналів клітинних мембран і водно-сольового балансу в людському організмі
- 2004 Гершко А.,  
Роуз І.,  
Чехановер А. За дослідження циклічних процесів регулювання рівня протеїну в клітині – "убіквілін - опосередкованого розкладання білка"
- 2005 Граббс Р. Розробка рутенієвих каталізаторів для реакцій метатези в органічному синтезі
- 2005 Шовен І. За відкриття механізму протікання деяких реакцій метатези (циклу хімічних реакцій, максимально наближених до природного)
- 2005 Шрок Р. Розробка молібденових і вольфрамних каталізаторів для реакцій метатези
- 2006 Корнберг Р. Дослідження молекулярних процесів транскрипції - першого етапу синтезу білків у тварин, рослин і грибів. Розуміння принципів цього процесу має фундаментальне значення для розвитку медицини, оскільки з його порушеннями пов'язані багато захворювань, у тому числі рак
- 2007 Ертль Г. Відкриття в області хімії твердих поверхонь, що привели до створення ефективних каталізаторів для очищення вихлопних газів автомобілів, способів захисту від корозії металів і отримання дешевих сільськогосподарських добрив
- 2008 Сімомура О. Відкриття зеленого флюоресцентного білку
- 2008 Цянь Р.,  
Чалфі М. Дослідження зеленого флюоресцентного білку
- 2009 Йонат А.,  
Рамакрішнан В.,  
Стейц Т. За дослідження структури і функцій рибосоми
- 2010 Негісі Е.,  
Судзуки А.,  
Гек Р. За розробку шляхів сполуки атомів вуглецю один з одним
- 2011 Шехтман Д. За відкриття квазікристалів
- 2012 Кобілка Б.,  
Лефковіц Р. За дослідження рецепторів, пов'язаних з G- білками
- 2013 Карплус М.,  
Левіт М.,  
Варшель А. За створення багаторівневих моделей складних хімічних систем
- 2014 Бетциг Е.,  
Мернер В.,  
Гель Ш. За створення флуоресцентної мікроскопії суперроздільної здатності.
- 2015 Ліндаль Т., За дослідження механізму відновлення ДНК

	Модрич П., Санджар А.	
2016	Соваж Ж., Стодарт Ф., Ферінга Б.	За проектування і синтез молекулярних машин
2017	Дюбуше Ж., Франк Й., Хендерсон Р.	За розробку криоелектронної мікроскопії для визначення структури молекул з високим розділенням у розчині

### Лауреати Нобелівської премії в галузі медицини і фізіології



1901	Берінг Е.А.	Відкриття лікувальних властивостей сироватки крові і її використання в боротьбі з дифтерією
1902	Росс Р.	Відкриття шляху проникнення в організм і розвитку в ньому збудника малярії
1903	Фінзен Н.Р.	Відкриття способу лікування шкірних хвороб (особливо вовчака) світловим опроміненням
1904	Павлов І.П.	Роботи по фізіології травлення
1905	Кох Р.	Відкриття збудника туберкульозу ("палички Коха")
1906	Гольджі К., Рамон-і-Кахаль С.	Роботи по гістології та морфології нервової системи
1907	Лаверан Ш.Л.А.,	За дослідження ролі найпростіших у виникненні захворювань
1908	Мечников І.І., Ерліх П.	Роботи по дослідженню механізмів імунітету
1909	Кохер Е.Т.	Дослідження в області фізіології, патології і хірургії щитовидної залози
1910	Коссель А.	Дослідження з хімії білків та інших макромолекул клітини
1911	Гульстранд А.,	За праці присвячені діоптриці ока
1912	Каррель А.	Роботи з зшивання судин і пересадці органів і кровоносних судин
1913	Ріше Ш.Р.	Відкриття і дослідження анафілаксії
1914	Барані Р.	Роботи по фізіології і патології вестибулярного апарату
1919	Борде Ж.	Відкриття пов'язані з імунітетом
1920	Крог А.	Відкриття механізму капілярного кровообігу



- 1922 Меєргоф О. Відкриття зв'язку між споживанням кисню м'язами і утворенням в них молочної кислоти
- 1922 Гілл А.В. За дослідження, пов'язані з утворенням тепла у м'язах
- 1923 Бантинг Ф.Г., Маклеод Дж.Дж.Р. Відкриття інсуліну
- 1924 Ейнтговен В. Розробка методу електрокардіографії
- 1926 Фібігер Й. Праці з експериментальної онкології
- 1927 Вагнер-Яурегт Ю. Відкриття лікувальної дії малярії при прогресивному паралічі
- 1928 Ніколь Ш. Встановлення переносника висипного тифу-платяної воші
- 1929 Гопкінс Ф.Г. Відкриття вітамінів, що стимулюють процеси росту організму (A1D)
- 1929 Ейкман Х. Відкриття вітаміну B1
- 1930 Ландштейнер К. Відкриття груп крові людини
- 1931 Варбург О.Г. Відкриття природи і функцій дихальних ферментів
- 1932 Шеррінгтон Ч.С., Едріан Е.Д. Відкриття функцій нейронів
- 1933 Морган Т.Г. Створення хромосомної теорії спадковості
- 1934 Майнот Дж.Р., Мерфі В.П., Віпл Дж.Х., Шпеман Х. Відкриття методу лікування анемії препаратами, отриманим з печінки
- 1935 Шпеман Х. Відкриття "організаторів"-частин зародка, що впливають на напрямок ембріонального розвитку інших його частин
- 1936 Дейл Г.Х., Леві О. Дослідження хімічної природи передачі нервового імпульсу
- 1937 Сент-Дьєрды А. Роботи по біологічному окисленню і виділення в кристалічному вигляді вітаміну С
- 1938 Гейманс К. Відкриття ролі каротидних синусів і аорти в регуляції дихання і кровообігу
- 1939 Домагк К. Відкриття першого антибактеріального препарату - пронтозилу
- 1943 Дам Г., Дойзі Е.А. Відкриття вітаміну K1 і встановлення його хімічної природи
- 1944 Гассер Г.С., Ерлангер Дж. Відкриття функціональних відмінностей між окремими нервовими волокнами
- 1945 Флемінг А., Флорі Х.У., Чейн Е.Б. Відкриття пеніциліну і його терапевтичної дії при інфекційних хворобах
- 1946 Мюллер Г.Дж. Експериментальне отримання мутацій під дією рентгенівських променів

- 1947 Копі Г.Т.,  
Копі К.Ф. Відкриття шляхів ферментівного перетворення глікогену в організмі
- 1947 Усай Б.А. Відкриття ролі гормонів гіпофіза у вуглеводному обміні
- 1948 Мюллер П. Синтез і дослідження пестицидних властивостей ДДТ
- 1949 Моніш А.К.,  
Хесс В.Р. Дослідження функціональної організації проміжного мозку і розробка хірургічних операцій на ньому при лікуванні деяких психічних захворювань
- 1950 Кендалл Э.,  
Райхштайн Т.,  
Генч Ф. Дослідження будови, біологічної і терапевтичної дії гормонів кори надниркових залоз
- 1951 Тейлер М. Відкриття збудника жовтої лихоманки і створення вакцини проти неї
- 1952 Ваксман З. Відкриття стрептоміцину
- 1953 Кребс Г.А. Відкриття циклу лимонної кислоти (циклу Кребса)
- 1953 Ліпман Ф.А. Відкриття коферменту А і його ролі в обміні речовин
- 1954 Роббінс Ф.Ч.,  
Веллер Т.Х.,  
Ендерс Дж. Метод культивування вірусу поліомієліту в культурі тканини
- 1955 Теорель А.Г.Т. Вивчення природи і механізму дії окислювальних ферментів
- 1956 Курнан А.Ф.,  
Річардс Д.,  
Форсман В. Метод катетеризації серця
- 1957 Бове Д. Синтез і з'ясування механізму дії фармакологічних препаратів, в тому числі нервово-паралітичної дії
- 1958 Бидл Дж.У. Відкриття регуляції генами біохімічних реакцій
- 1958 Ледерберг Дж. Роботи в області генетики бактерій і відкриття генетичної рекомбінації
- 1958 Тейтем Э. Відкриття регуляції генами біохімічних реакцій
- 1959 Корнберг А.,  
Очоа С. Дослідження механізмів біосинтезу нуклеїнових кислот
- 1960 Бернет Ф.М.,  
Медавар П.Б. Відкриття набутої імунологічної толерантності
- 1961 Бекеші Д. Дослідження функцій внутрішнього вуха
- 1962 Крік Ф.Х.К.,  
Уилкінс М.,  
Ватсон Дж.Д. Встановлення структури молекули ДНК і її ролі в передачі спадкової інформації
- 1963 Ексл Д.,  
Годжкін А.Л.,  
Гакслі Е.Ф. Дослідження іонних механізмів, що беруть участь у передачі збудження і гальмування у периферійних і центральних ділянках мембрани нервових клітин

- 1964 Блох К.Э.,  
Лінен Ф. Відкриття в області обміну холестерину і жирних кислот
- 1965 Жакоб Ф.,  
Львов А.М.,  
Моно Ж.Л. Дослідження генетичного контролю синтезу ферментів і вірусів
- 1966 Роус Ф.,  
Гаггинс Ч.Б. Відкриття онкогенних вірусів і розробка методів лікування раку передміхурової залози за допомогою гормонів
- 1967 Граніт Р.,  
Волд Дж.,  
Гартлайн Г. Дослідження фізіологічних і хімічних механізмів зору
- 1968 Корана Г.Г.,  
Ніренберг М.В.,  
Голлі Р.В. Розшифрування генетичного коду і його ролі в біосинтезі білків
- 1969 Дельбрюк М.,  
Лурія С.Е.,  
Герші А.Д. Дослідження в області розмноження вірусів і генетики вірусів і бактерій
- 1970 Аксельрод Дж.,  
Кац Б.,  
Ейлер У. Відкриття і дослідження медіаторів – хімічних речовин, що беруть участь в передачі і блокуванні нервового імпульсу
- 1971 Сазерленд Э.У.  
1972 Портер Р.Р.,  
Едельман Дж.М. Дослідження механізмів дії гормонів  
Встановлення хімічної структури антитіл
- 1973 Лоренц К.,  
Тінберген Н.,  
Фріш К. Дослідження в області індивідуальної та соціальної поведінки тварин
- 1974 Де Дюв К.Р.,  
Клод А.,  
Паладе Дж.Э. Дослідження структурної і функціональної організації клітини
- 1975 Балтімор Д.,  
Дульбекко Р.,  
Темін Х.М. За відкриття, що стосуються взаємодії між онковірусами і генетичним матеріалом клітини
- 1976 Бламберг Б.,  
Гайдашек Д.К. Відкриття в області епідеміології та профілактики інфекційних захворювань (сироватковий гепатит, повільні вірусні інфекції)
- 1977 Гіймен Р.,  
Шаллі Е.В.,  
Ялоу Р.С. Відкриття, пов'язані з секрецією пептидних гормонів мозку, і розробка методів їх визначення
- 1978 Арбер В.,  
Натанс Д.,  
Сміт Г. Відкриття рестриктаз (ферментів, що розщеплюють ДНК) і їх застосування в молекулярній генетиці
- 1979 Кормак А.М.,  
Гаунсфілд Г.Н. Розробка методу томографії з використанням ЕОМ

- 1980 Бенасерраф Б.,  
Доссе Ж.,  
Снелл Дж.Д. Відкриття генетично контрольованих структур на поверхні клітин, що регулюють імунологічні реакції організму
- 1981 Візел Т.Н. Внесок в розвиток нейрофізіології зору
- 1981 Сперрі Р.У. Відкриття в області функціональної спеціалізації півкуль головного мозку
- 1981 Г'юбел Д.Х. Внесок в розвиток нейрофізіології зору
- 1982 Бергстрем С.,  
Вейн Дж.Р.,  
Самуельсон Б. Відкриття в області простагландинів і споріднених з ними біологічно активних речовин
- 1983 Мак-Клінток Б. Відкриття мобільних генетичних елементів
- 1984 Єрне Н.К. Розробка клонально-селекційної теорії імунітету
- 1984 Келер Г.,  
Мільштейн С. Розробка біотехнології отримання моноклональних антитіл, що утворюються клітинними гібридами
- 1985 Браун М.С.,  
Голдштейн Дж.Л. Розкриття механізму регуляції обміну холестерину в організмі
- 1986 Коен С.,  
Леві-Монтальчині Р. Відкриття і дослідження факторів росту клітин і органів
- 1987 Тонегава С. За відкриття генетичного принципу генерації різновиду антитіл
- 1988 Блек Дж.У.,  
Гітчінгс Дж.Х.,  
Елайон Г.Б. Створення і застосування нових протипухлинних і противірусних препаратів
- 1989 Бішоп Дж.М.,  
Вармус Г. Дослідження клітинних механізмів онкогенезу
- 1990 Маррі Дж.Э.,  
Томас Е.Д. Відкриття в галузі трансплантації органів і розробки методів запобігання реакцій відторгнення
- 1991 Закман Б.,  
Неєр Е. Дослідження функцій іонних каналів в клітинній мембрані
- 1992 Кребс Е.,  
Фішер Е. Відкриття ролі фосфорилування білків як регулюючого механізму клітинного метаболізму
- 1993 Робертс Р.,  
Шарп Ф. Відкриття переривчастої структури гену
- 1994 Гілман А.,  
Родбелл М. Відкриття білків-посередників (G-білків), що беруть участь у передачі сигналів між клітинами і всередині клітин, і з'ясування їх ролі в молекулярних механізмах виникнення ряду інфекційних хвороб (холера, коклюш та ін.)
- 1995 Вишаус Е.,  
Льюїс Е.Б.,  
Нюслайн-  
Фольхард К. Дослідження генетичної регуляції ранніх стадій ембріонального розвитку

- 1996 Догерті П.,  
Цинкернагель Р. За відкриття механізму розпізнавання клітинами імунної системи організму (Т-лімфоцитами), клітин інфікованих вірусом
- 1997 Прузінер С. За роботи по встановленню природи вірусу, що викликає губчастий енцефаліт
- 1998 Ігнарро Л.,  
Мурад Ф.,  
Ферчготт Р. Відкриття ролі оксиду азоту як сигнальної молекули в регуляції серцево-судинної системи, що призвело до розробки препарату "Віагра"
- 1999 Блобель Г. Відкриття механізму "внутрішніх сигналів" у білкових молекулах, що, в перспективі, дозволяє підвищити ефективність препаратів білкової природи, таких як інтерферон
- 2000 Грінгард П.,  
Кандел Е.,  
Карлссон А. За відкриття ролі протеїнів в сигнальних механізмах нервової системи, що має важливе значення для розробки ліків від хвороби Паркінсона, хвороби Альцгеймера та ін.
- 2001 Нерс П.,  
Гант Т.  
Гартвелл Л. За відкриття ключових регуляторів клітинного циклу
- 2002 Бреннер С.,  
Салстон Дж.,  
Горвіц Р. За відкриття механізмів генетичної регуляції росту і розвитку органів і механізму клітинної смерті
- 2003 Лотербур П.,  
Менсфілд П. За розробку методів магнітно-резонансної томографії (МРТ) для сканування внутрішніх органів людини
- 2004 Бак Л.,  
Ексел Р. За розкриття генетичних механізмів органів нюху у людини
- 2005 Маршалл Б.,  
Воррен Р. За відкриття бактерії, що викликає гастрит і виразку шлунку
- 2006 Мелло К.,  
Фаєр Е. Відкриття фундаментального механізму, що лежить в основі контролю потоків генетичної інформації (відкриття РНК інтерференції - специфічного пригнічення експресії генів дволанцюговою РНК)
- 2007 Капеккі М.,  
Смітіз О.,  
Еванс М. Розробка принципів використання ембріональних стовбурових клітин для виведення генномодифікованих мишей
- 2008 Барре-Синуссі Ф.,  
Монтаньє Л. Відкриття вірусу імунodefіцит у людини
- 2008 Хаузен Г. Відкриття зв'язку вірусу папіломи людини з раком шийки матки
- 2009 Блекберн Е.,  
Грейдер К.,  
Шостак Дж. За відкриття механізму захисту хромосом теломерами та ферментом теломеразою

2010	Едвардс Р.	За технологію штучного запліднення <i>in vitro</i>
2011	Стейнман Р.	За відкриття дендритних клітин і вивчення їх значення для набутого імунітету
2011	Бетлер Б., Гоффман Ж.А.	За роботи з вивчення активації вродженого імунітету
2012	Гердон Д., Яманака С.	За роботи в області біології розвитку і отримання індукованих стовбурових клітин
2013	Ротман Д., Шекман Р., Зюдгоф Т.	За відкриття механізмів, що регулюють везикулярний транспорт, головну транспортну систему наших клітин
2014	О'Киф Дж., Мозер М., Мозер Е.	За відкриття клітин, що складають систему позиціонування в головному мозку
2015	Кемпбелл В., Омура С.	За відкриття, що стосуються нової терапії проти інфекцій, викликаних паразитами аскаридами
2015	Ту Ю.	За відкриття, що стосуються нової терапії проти малярії
2016	Осумі Й.	За відкриття механізмів автофагії
2017	Холл Д., Росбаш М., Янг М.	За дослідження молекулярних механізмів контролю циркадних ритмів

## 2. Хронологія винаходів

### Кам'яна доба

2,4 млн років тому: обробка каменю в Африці

1,65 млн років тому: кам'яна сокира, Кенія

790 тис. років тому: *Homo erectus* або *Homo ergaster* підкорили вогонь в Африці

500 тис. років тому: пошив одягу

400 тис. років тому: фарба на теренах Замбії, спис на теренах Німеччини

100 тис. років тому: кам'яний ніж в Африці та на Близькому Сході

60 тис. років тому: човни, використовувались населенням Нової Гвінеї

50 тис. років тому: масляна лампа, флейта на теренах Словенії, лук і стріли (знахідки в Тунісі)

43 тис. років тому: гірництво на теренах Свазіленду та Угорщини

37 тис. років тому: рахівні палички, Свазіленд

30 тис. років тому: швейна голка з риб'ячої кістки

26 тис. років тому: кераміка на теренах Моравії

25 тис. років тому: атлатль в північно-західній Африці

15 тис. років тому: бумеранг в Австралії

13 тис. років тому: гончарство, Джьомон, Японія

12 тис. років тому: гарпун на теренах Франції

### 10-те тисячоліття до н. е

Землеробство, вирощування злаків в Месопотамії

будівництво житла з глини на Близькому Сході

риболовна сіть на берегах Середземномор'я

9 500-ті роки до н. е.: зерносховище в долині ріки Йордан.

#### **9-те тисячоліття до н. е.**

Найдавніше місто на планеті — Єрихон

8 700-ті рік до н. е.: обробка металу (мідна підвіска з Месопотамії)

#### **8-ме тисячоліття до н. е.**

Скотарство (вівці, кози) на Близькому Сході та в Ірані

штукатурка в Єрихоні

#### **7-ме тисячоліття до н. е.**

Ляна тканина, ткацтво

алкогольні напої в Китаї та на Близькому Сході

6 200-ті роки до н. е.: мапа, Чатал-Гуюк, Туреччина

#### **6-те тисячоліття до н. е.**

Колесо

плуг в Межиріччі

перше місто обнесене муром — Єрихон

пиляння, сверління і шліфування каменя — трипільська культура

меліорація, Родючий півмісяць

#### **5-те тисячоліття до н. е.**

Прядка і ткацький верстат

вітрило і корабель з двоногою щоглою

пиво й хліб, колесо й вісь в Межиріччі

4 000-ті роки до н. е.: штучні канали в Межиріччі, папірус у Стародавньому Єгипті

#### **4-те тисячоліття до н. е.**

Віз у Шумері

шовк в Китаї

цемент та річковий човен в Стародавньому Єгипті

3 800-ті роки до н. е.: мощені дороги, Англія

3 500-ті роки до н. е.: фанера в Стародавньому Єгипті

3 300-ті роки до н. е.: писемність — клинопис в Шумері

3 100-ті роки до н. е.: писемність — ієрогліфи у Стародавньому Єгипті

#### **3-тє тисячоліття до н. е.**

Ієрогліфи в Китаї

бронза

важіль

оформилось скотарство

2 800-ті роки до н. е.: мило в Вавилоні, гудзик в долині річки Інд

2 600-ті роки до н. е.: давньоєгипетські піраміди, каналізація в долині річки Інд

2 500-ті роки до н. е.: туалети зі спуском води в долині річки Інд

2 400-ті роки до н. е.: судобудівна верф в долині річки Інд

2 200-ті роки до н. е.: глиняні карти у Вавилоні

2 100-ті роки до н. е.: астрономічні спостереження та сферична геометрія у Вавилоні

2 000-ті роки до н. е.: універсальні грошові знаки обміну товарів, сани в Скандинавії, абетка та свічка в Стародавньому Єгипті, критська писемність

### **2-ге тисячоліття до н. е.**

Скло й калесидра — водяний годинник у Стародавньому Єгипті

каучук у Центральній Америці

колісниця на колесах із спицями у передньоазійських народів

дзвін в Китаї

шахи в Індії

### **1-ше тисячоліття до н. е.**

Арка в будівництві, Греція

1500 до н. е. - 1000 до н. е. — опанування техніки їзди верхи

VII століття до н. е.

монети в Лідії

VI століття до н. е.

зубний протез в Етрусській цивілізації

V століття до н. е.

катапульта в Сиракузах (Сицилія)

IV століття до н. е.

компас в Китаї

гвинт Архіта Тарентського в Елладі

III століття до н. е.

арбалет в Китаї

важіль та поліспаєт (система блоків) Архімеда

одомер Герона Александрійського в Елладі

опіум

II століття до н. е.

астролябія Гіппарха

пергамент в Пергамі

I століття до н. е.

склодувна справа в Сирії

87 рік до н. е.: антикитерський обчислювач на базі багатоступінчастого редуктора (з використанням диференціала) у Греції

### **Перше тисячоліття н. е.**

Гравюра на дереві, порцеляна у Китаї

прядильне колесо в Китаї або Індії

#### ***I століття***

прототип парової машини, Герон Александрійський

кормове кермо на судах у Китаї

#### ***II століття***

стремено в Індії

105 рік: папір — Цай Лунь

132 рік: простий сейсмометр — Чжан Хен

#### ***III століття***

одноколісна тачка — Чжоуге Лян з Китаю



підкова в Німеччині

#### ***IV століття***

стремено за часів династії Цзінь у Китаї.

зубна паста в Римському Єгипті

#### ***VII століття***

відвал плуга в Східній Європі

вітряний млин в Персії

673 рік: грецький вогонь — Каліник із Геліополя

#### ***IX століття***

димний (чорний) порох в Китаї

852 рік: парашут — Армен Фірман, Кордовський халіфат

X століття

сідло в степовій смузі Євразії

Друге тисячоліття н. е.

#### ***XI століття***

1040 рік: друкарський верстат з рухливими літерами — Бі Шен з Китаю

1050 рік: арбалет у Франції

XII століття

1128 рік: гармата в Китаї

#### ***XIII століття***

1232 рік: некеровані реактивні снаряди класу "земля — земля" застосовані Китаєм в бою з монголами

1249 рік: порох — Роджер Бекон

1280 рік: окуляри в Італії

#### ***XIV століття***

Гуталін в Росії

1335 рік: механічний годинник в Мілані

#### ***XV століття***

Аркебуза і рушниця в Європі

1450 рік: алфавітний друкарський верстат з рухливими літерами — Йоганн Гутенберг

1451 рік: розсіювальна лінза для окулярів — Микола Кузанський

1480 рік: парашут — Леонардо да Вінчі

1498 рік: зубна щітка в Китаї

#### ***XVI століття***

Термоскоп Галілео Галілея

Мушкет у Європі

олівець в Англії

1510 рік: кишеньковий годинник — Пітер Хенляйн

1540 рік: дієтиловий ефір — Валерій Кордус

1576 рік: корабель-броненосець — Ода Нобунага

1581 рік: маятник — Галілео Галілей

1587 рік: підзорна труба — Галілео Галілей

1589 рік: ткацький верстат — Вільям Лі

1590 рік: мікроскоп — Захарій Янсен

1593 рік: термометр — Галілео Галілей

### ***XVII століття***

1608 рік: телескоп — Ганс Ліпперсгей

1609 рік: мікроскоп — Ганс Ліпперсгей, Захарій Янсен

1620 рік: логарифмічна лінійка — Вільям Отред

1623 рік: автоматичний калькулятор — Вільгельм Шикард

1642 рік: механічний цифровий рахувальний пристрій (арифмометр) — Блез Паскаль

1643 рік: барометр — Еванджеліста Торічеллі

1645 рік: вакуумний насос — Отто фон Геріке

1650 рік: повітряний насос — Отто фон Геріке

1655 рік: перший ртутний термометр

1657 рік: маятниковий годинник — Христіан Гюйгенс

1660 рік: електрична машина — Отто фон Геріке

1698 рік: паровий двигун — Томас Савері

### ***XVIII століття***

#### ***1700-ті роки***

1701 рік: рядкова сівалка — Джетро Талл

1703 рік: газовий термометр паризького академіка Амонтонна

1705 рік: поршневий паровий двигун — Томас Ньюкомен

1709 рік: фортепіано — Бартоломео Крістофорі ді Франческо

#### ***1710-ті роки***

1710 рік: термометр — Рене Антуан Реомюр

1711 рік: камертон — Джон Шор

1714 рік: ртутний термометр — Габріель Фаренгейт

#### ***1720-ті роки***

Прототип велосипеда у Франції

#### ***1730-ті роки***

1730 рік: секстант — Томас Годфрі

1731 рік: секстант — Джон Хадлі

1733 рік: роликовий човник — Джон Кей

1740-ві роки

1742 рік: піч Франкліна — Бенджамін Франклін

#### ***1750-ті роки***

1750 рік: плоскодонка — Якоб Йодер

1752 рік: громовідвід — Бенджамін Франклін

#### ***1760-ті роки***

1767 рік: прядильна машина — Джеймс Харгрівз  
газована вода — Джозеф Прістлі

1769 рік: паровий двигун — Джеймс Ватт

кільцепрядильна машина — Річард Аркрайт

#### ***1770-ті роки***

1775 рік: підводний човен — Девід Бушнел

1777 рік: кард-машина — Олівер Еванс  
циркулярна пила — Самуель Міллер  
1779 рік: мюль-машина — Самуель Кромптон

### **1780-ті роки**

1783 рік: багатотрубний паровий двигун — Джон Стівенс  
парашут — Жан П'єр Бланшар  
монгольф'єр — брати Монгольф'є  
1784 рік: біфокальні окуляри — Бенджамін Франклін  
шрапнель — Генрі Шрапнель  
1785 рік: механічний ткацький верстат — Едмунд Картрайт  
потоківна лінія — Олівер Еванс  
1787 рік: неконденсуючий паровий двигун високого тиску — Олівер Еванс

### **1790-ті роки**

1790 рік: машина для автоматичної нарізки і забивання цвяхів — Якоб Перкінс  
1791 рік: пароплав — Джон Фітч  
зубний протез — Нікола Дюбуа де Шаман  
1793 рік: волокновідділювач — Елі Вітні  
оптичний телеграф — Клод Шап  
1797 рік: чавунний плуг — Чарльз Ньюболд  
1798 рік: вакцинація — Едвард Дженер  
літографія — Йоганн Зенефельдер  
1799 рік: сіялка — Еліаким Спунер  
1800 рік: "вольтів стовп" — перший гальванічний елемент — Алессандро Вольта

## ***XIX століття***

### **1800-ті роки**

1801 рік: жакардовий ткацький верстат — Жозеф Марі Жаккар  
1802 рік: грібний гвинт — Джон Стівенс (John Stevens)  
газова плита — (Zachaus Andreas Winzler)  
1803 рік: електричне дугове зварювання — Василь Володимирович Петров  
1804 рік: паровоз — Річард Тревітік  
1805 рік: підводний човен "Наутілус" — Роберт Фултон  
холодильник — Олівер Еванс  
1806 рік: двигун внутрішнього згорання — Франсуа Ісаак де Ріваз  
1807 рік: пароплав — Роберт Фултон  
1808 рік: стрічкова пила — Вільям Ньюберрі

### **1810-ті роки**

1812 рік: метроном: en:Dietrich Nikolaus Winkel  
1814 рік: паровоз "Блюхер" — Джордж Стефенсон  
1816 рік: безпечна шахтарська лампа (лампа Деві): Гемфрі Деві  
двигун Стірлінга — Роберт Стірлінг  
стетоскоп: Рене Леннес  
1817 рік: калейдоскоп: Девід Брюстер  
самокат: Карл Дрез  
1819 рік: казнозарядна кременева рушниця: Дж. Хол

**1820-ті роки**

1821 рік: Електромотор: Майкл Фарадей  
 1822 рік: Фотографія, Ньєпс  
 1823 рік: Електромагніт: Вільям Стерджен  
 1824 рік: Портландцемент: Вільям Аспдін  
 1826 рік: Фотографія: Жозеф Нісефор Ньєпс  
 Двигун внутрішнього згоряння: Семюел Морі  
 1827 рік: Гребний гвинт: Джозеф Рессел  
 Сірники: Джон Вокер

**1830-ті роки**

1830 рік: Газонокосарка: Едвін Бадінг  
 1831 рік: Електромагніт з декількома обмотками: Джозеф Генрі  
 Акустичний магнітний телеграф: Джозеф Генрі (запатентував в 1837)  
 Електрогенератор: Майкл Фарадей, Стефан Єдлік  
 1832 рік: телеграф — Шилінг П. Л.  
 1833 рік: Механічний комп'ютер (арифмометр): Чарльз Беббідж  
 Електродвигун постійного струму Томаса Девенпорта  
 1834 рік: Наждачний папір — запатентований Ісааком Фішером-молодшим  
 Система Брайля — Луї Брайль  
 1835 рік: Фотографія: Вільям Тальбот  
 Револьвер: Семюел Кольт  
 Абетка Морзе: Семюел Морзе  
 Електромагнітне реле: Джозеф Генрі  
 1836 рік: Семюел Кольт отримує патент на револьвер системи Кольт (24 лютого)  
 Вдосконалений гвинтовий пропелер: Джон Еріксон  
 Швейна машинка: Йозеф Мадерсбергер  
 1837 рік: фотографія-дагеротип — Луї Дагер  
 Перший в США електричний друкарський верстат Томаса Девенпорта (25 лютого)  
 Стальний плуг: Джон Дир  
 Водолазний костюм: Август Зібе  
 Телескопічний об'єктив: Йозеф Максиміліан Петцваль  
 1838 рік: Електричний телеграф Чарльза Вітстона (і Семюела Морзе)  
 Закритий водолазний костюм з шоломом: Август Зібе  
 1839 рік: Вулканізація каучуку — гума: Чарльз Гудійр  
 Велосипед: Кіркпатрік Макміллан

**1840-ві роки**

1840 рік: Мінеральне добриво: Юстус фон Лібіх  
 1842 рік: Анестезія: Crawford Long  
 1843 рік: Друкарська машинка: Charles Thurber  
 Факсимільний апарат: Alexander Bain  
 Апарат для створення морозива: Nancy Johnson  
 1845 рік: Портландцемент: William Aspdin  
 Двухкамерна пневматична шина: Роберт Томсон

1846 рік: Швейна машинка: Еліас Хоу  
 Ротаційний друкарський верстат: Richard M. Ное  
 1849 рік: Англійська шпилька: Волтер Хант  
 Турбіна Френсіса (радіально-осьова турбіна, турбіна): Джеймс Френсіс

### 1850-ті роки

1852 рік: Дирижабль: Анрі Жіффар  
 Ліфт: Еліша Грейвз Отіс  
 Гіроскоп: Леон Фуко  
 1853 рік: Планер: сер Джордж Кейлі  
 технологія промислової переробки нафти та озокериту — Йоган Зег  
 1855 рік: Бунзеновський пальник: Роберт Бунзен  
 Бессемерівський процес: Генрі Бессемер  
 1856 рік: Целулоїд: Олександр Паркс  
 1858 рік: Підводний телеграфний кабель: Фредерік Ньютон Гисборн  
 Взуттєва швацька машинка Ліман Блейк  
 Банка з кришкою, що загвинчується, для консервації: Джон Мейсон  
 1859 рік: Нафтогазова бурова установка: Едвін Дрейк

### 1860-ті роки

1860 рік: Лінолеум: Fredrick Walton  
 Автоматична рушниця: Олівер Вінчестер, Спенсер, Крістофер  
 Саморушна торпеда: Ivan Lupis-Vukic  
 1861 рік: Броненосець USS Monitor: John Ericsson  
 Регенеративна піч Сименса: Сименс Вернер фон  
 1862 рік: Картечниця Гатлінга: Річард Гатлінг  
 Механічний підводний човен: Narcis Monturiol i Estarriol  
 Пастеризація: Пастер Луї, Бернар Клод  
 1863 рік: Самограюче піаніно: Henri Fourneauux  
 1864 рік: Прототип друкарської машинки: Питер Миттергофер  
 1865 рік: Компресійний холодильник: Thaddeus Lowe  
 1866 рік: Динаміт: Альфред Нобель  
 1868 рік: Перша сучасна друкарська машинка: Крістофер Летем Шоулз, Карлос  
 Гіден  
 Пневматичні гальма паровоза: Джордж Вестингауз  
 Маргарин: Іполит Меже-Мур'є  
 1869 рік: Пілосос: I.W. McGaffers

### 1870-ті роки

1870 рік: Чарівний ліхтар - проектор: Henry R. Heyl  
 Тікерний апарат: Томас Алва Едісон  
 Мобільний бензиновий двигун, автомобіль: Зігфрід Маркус  
 1871 рік: Кабельний вагон: Ендрю Сміт Холіді  
 Пневматичний бур: Сімон Інгерсол  
 1872 рік: Целюлоїд (вдосконалення): John W. Nyatt  
 Рахункова машина: Edmund D. Barbour  
 1873 рік: Колючий дріт: Джозеф Гліден

Залізничний автозцепний пристрій: Елі Джанней  
 Сучасний електромотор постійного струму: Zenobe Gramme  
 1874 рік: Вуличний електромобіль: Стефен Дадл Філд  
 1875 рік: Електрогенератор постійного струму: William A. Anthony  
 Сучасний електромотор постійного струму  
 1876 рік: телефон — Александр Белл  
 Пилосмок: Melville Bissell  
 Бензиновий карбюратор: Готліб Даймлер  
 Безрегуляторная дугова лампа: Павло Миколайович Яблочков, Російська імперія  
 1877 рік: Степлер: Henry R. Neyl  
 Індукційний електромотор (основа майбутніх багатофазних моторів): Нікола  
 Тесла  
 Фонограф: Томас Алва Едісон  
 Електрозварка на вугільних електродах: Еліу Томсон  
 Вузловязальна машина: John Appleby  
 1878 рік: Електронно-променева трубка: Вільям Крукс  
 Діафільм: Істман Гудвін  
 Ребрізер: Генрі Флеусс  
 Лампа розжарювання: Джозеф Вільсон Сван  
 1879 рік: Турбіна Пелтона: Lester Pelton  
 Автомобільний бензиновий двигун: Карл Бенц  
 Касовий апарат: Джеймс Ріті  
 Автомобіль (запатентований): Джордж Селдон  
 Побудований електричний локомотив, що став прообразом електровоза і  
 трамвая: Ернст Вернер фон Сименс  
**1880-ті роки**  
 1880 рік: Фотоплівка в рулонах: Джордж Істмен  
 Безпечна бритва: Kampf Brothers  
 Сейсмограф: Джон Мілн  
 1881 рік: Електрозварювальний апарат: Elihu Thomson  
 Металошукач: Александер Белл  
 У передмісті Берліна пущений перший трамвай  
 1882 рік: Електричний вентилятор: Schuyler Skatts Wheeler  
 Електрична праска - Генрі Сілі (Henry W. Seely), США  
 1883 рік: Електродвигун змінного струму: Нікола Тесла  
 1884 рік: Лінотіпія: Ottmar Mergenthaler  
 Авторучка: Льюїс Вотерман  
 Електричний трамвай: Frank Sprague, Karel Van de Poele  
 1885 рік: Перший комерційний автомобіль з бензиновим двигуном: Бенц, Карл  
 Турбокомпресор бензинового двигуна внутрішнього згорання: Даймлер, Готліб  
 Кулемет Максима ("Максим"): Hiram Stevens Maxim  
 Мотоцикл: Готліб Даймлер і Вільгельм Майбах  
 Трансформатор змінного струму: Вільям Стенлі  
 1886 рік: Посудомийна машина: Джозефін Кокрейн

Вдосконалений циліндр фонографу: Tainter, Белл  
 1887 рік: Монотип (поліграфія): Толберт Ленстон  
 Контактні лінзи: Adolf E. Fick, Eugene Kalt and August Muller  
 Грамофон: Еміль Берлінер  
 Автомобіль на газоліні: Готтліб Даймлер  
 1888 рік: Багатофазні електричні системи змінного струму: Нікола Тесла (30 взаємозв'язаних патентів.)  
 Малогабаритна фотокамера: Джордж Істмен  
 Кулькова авторучка : John Loud — патент на принцип дії.  
 Пневматичні шини: Джон Бойд Данлоп  
 Кінематограф: Augustin Le Prince  
 1889 рік: Автомобіль з паровим двигуном: Sylvester Roper

### **1890-ті роки**

1890 рік: Пневматичний відбійний молоток: en:Charles B. King  
 1891 рік: Автомобільний акумулятор: Морісон, Вільям  
 Застібка-блискавка: en:Whitcomb L. Judson  
 Промисловий крекінг нафти: В. Г. Шухов, С.П.Гаврілов  
 Карборунд: en:Edward Goodrich Acheson  
 1892 рік: Кольорова фотографія: en:Frederic Eugene Ives  
 Автоматична телефонна станція: en:Almon Brown Strowger  
 1893 рік: Півтонова фототипія: en:Frederic Eugene Ives  
 Виробництво лимонної кислоти: С. Wehmer  
 Радіопередавач: Нікола Тесла  
 1895 рік: Фантаскоп (кінопроектор): en:Charles Francis Jenkins  
 дизельний двигун — Рудольф Дізель  
 радіоприймач — Олександр Попов та незалежно від нього Гульєльмо Марконі  
 Кукурузні пластівці: en:Henry Perky  
 1896 рік: Вітаскоп (кінопроектор): en:Thomas Armat  
 Парова турбіна: Charles Gordon Curtis  
 Електрична плита: William S. Hadaway  
 1897 рік: дизельний двигун — Рудольф Дізель  
 Система запалення в ДВС типу магнето: en:Robert Bosch и en:Frederick Richard Simmens  
 1898 рік: Радіокеруюче судно: Никола Тесла  
 1899 рік: Автомобільний стартер: Clyde J. Coleman  
 Магнітний запис на дрiт (магнітофон): Поульсен, Вальдемар  
 Газова турбіна: Charles Gordon Curtis

### **XX століття**

Див. ще: Історія винаходів 20 століття

### **1900-ті роки**

1900 рік: Цепелін (жорсткий дирижабль): Фердинанд фон Цепелін  
 Перша передача голосу по радіо: Реджинальд Фессенден  
 Самопідігрівачі консерви  
 1901 рік: Ртутна лампа: Peter C. Hewitt

Скріпка: Юхан Волер  
 вакуумний пиросос - К. Хуберт Бут, Англія  
 1902 рік: Перший трансатлантичний радіозв'язок: Гульєльмо Марконі  
 Радіотелефон: Вальдемар Поульсен, Реджинальд Фесенден  
 Віскоза: en:Arthur D. Little  
 Кондиціонування повітря: Віліс Кер'єр  
 1903 рік: Електрокардіограф: Вілем Ейнтховен  
 Моноплан з двигуном: en:Richard Pearse  
 літак, керований аероплан з двигуном — Брати Райт  
 Теплохід (танкер Ванда): фірма "Товаристо братів Нобель"  
 1904 рік: Лампа з термокатодом: Джон Амброз Флемінг  
 Електричний з'єднувач : en:Harvey Hubbell  
 1905 рік: діод — Джон Амброз Флемінг  
 1906 рік: тріод — Лі де Форест  
 1907 рік: підсилювач радіосигналу — Лі де Форест  
 електрична пральна машина — Альва Фішер (Alva Fisher), Hurley Corporation, США  
 1908 рік: Гірокомпас: Герман Аншютц-Кемпфе  
 Синтез аміаку: Фріц Габер  
 1909 рік: Бакеліт: Лео Бакеланд  
 глушник для вогнепальної зброї— Хайрам Персі Максим  
 тостер — компанія "Дженерал Електрик"  
**1910-ті роки**  
 1910 рік: Тепловий реактивний двигун: Henri Coanda  
 Гідроплан: А. Фабр  
 1911 рік: Гірокомпас: en: Elmer Ambrose Sperry, en: Herman Anschutz-Kaempfe  
 Автомобільний стартер (вдосконалений): en:Charles F. Kettering  
 Надпровідність: Камерлінг-Онесс  
 Целофан: en:Jacques Brandenburger  
 Газотермічне наплення Шооп, Макс Ульріх  
 1912 рік: Фотографія: en:Lapse-time  
 Регенеративний радіоприймач: en:Edwin H. Armstrong  
 1913 рік: Кросворд: en:Arthur Wynne  
 Вдосконалена рентгенівська трубка: en:William D. Coolidge  
 Лічильник Гейгера: Ганс Вільгельм Гейгер  
 Радіоприймач, cascade tuning: en:Ernst Alexanderson  
 Гетеродинний радіоприймач: Фесенден, Реджинальд Обри  
 1914 рік: Тріодна модифікація радіопередавача : en:Ernst Alexanderson  
 Рідинний реактивний двигун: Роберт Годдард  
 Танк: en:Ernest Dunlop Swinton  
 1915 рік: Вдосконалена (торірована) вольфрамова нитка розжарювання:  
 Ленгмюр, Ірвінг  
 Протигаз: Н.Д. Зелінський  
 Прожектор: en:Elmer A. Sperry



1916 рік: Пістолет системи Браунінг: Джон Браунінг  
 Автомат Томпсона: Джон Томпсон  
 Газова лампа накалу: Ірвінг Ленгмюр  
 1917 рік: Гідролокатор: en:Paul Langevin  
 1918 рік: Супергетеродин: en:Edwin H. Armstrong  
 Синхронізатор стрільби кулемета крізь пропелер: en:Anton Fokker  
 Кварцовий генератор: A.M. Nicolson  
 Тостер: en:Charles Strite  
 1919 рік: Терменвокс: Л. С. Термен  
 Перша ліцензована радіостанція (техніка) en:KDKA AM, у Пенсільванії, США

### 1920-ті роки

1922 рік: Радар: Robert Watson-Watt  
 Технокопір: Herbert T. Kalmus  
 Водні лижі: Ralph Samuelson  
 1923 рік: Високоінтенсивне джерело світла: Ernst Alexanderson  
 Звукове кіно: Lee DeForest  
 Телебачення Electronic: Philo Farnsworth  
 Аеродинамічна труба: Max Munk  
 Автожир(гіроплан): Juan de la Cierva  
 Ксенонова лампа-спалах: Harold Edgerton  
 електричний холодильник - Бальцер фон Платен і Карл Мунтерс, Швеція  
 1925 рік: Ультрацентрифуга: Theodor Svedberg  
 Телебачення: Іконоскоп: Зворикін, Володимир  
 Телебачення: Диск Ніпкова: C. Francis Jenkins  
 Телеоб'єктив: C. Francis Jenkins  
 1926 рік: Електромеханічне телебачення: John Logie Baird  
 Аерозольний балон: Rotheim  
 1927 рік: Бавовнозбиральний комбайн: John Rust  
 Відеокамера: Arthur C. Pillsbury  
 1928 рік: Нарізний хліб : Otto Frederick Rohwedder  
 Електробритва: Jacob Schick  
 Антибіотики: Флемінг, Александр  
 1929 рік: Електроенцефалограф (ЕЕГ): Ганс Бергер  
 Рентгенівська відеокамера: Arthur C. Pillsbury

### 1930-ті роки

радар  
 1930 рік: вертоліт — Борис Юрієв  
 неопрен — Воллес Карозерс  
 1931 рік: Радіотелескоп: Karl Jansky Grote Reber  
 Електронний мікроскоп: Макс Кнолл Ернст Руска  
 1932 рік: Полярійдне скло: Edwin H. Land  
 1933 рік: Частотна модуляція: Армстронг, Едвін  
 1935 рік: Мікрохвильовий радар: Robert Watson-Watt  
 Спектрофотометр: Arthur C. Hardy

Казеїнові волокна: Earl Whittier Stephen  
 1937 рік: Реактивний двигун: Frank Whittle Hans von Ohain  
 нейлон — Воллес Карозерс, компанія DuPont  
 1938 рік: Скловолокно: Russell Games Slayter John H. Thomas  
 Комп'ютер: одночасно Конрад Цузе (Німеччина) і Джон Атанасов (США)  
 Ксерографія: Честер Карлсон  
 ЛСД LSD-25 — Альберт Хоффман  
 1939 рік: FM-радіо: Edwin H. Armstrong

### ***1940-ві роки***

1942 рік: гранатомет Базука  
 1942 році японець Юкіо Хорі винайшов фломастер  
 реактивний літак у США  
 підводний нафтопровід  
 1943 рік: акваланг — Жак-Ів Кусто  
 комп'ютер - Томас Флауерс  
 1945 рік: атомна бомба  
 1946 рік: мікрохвильова піч — Персі Спенсер (Percy Spencer)  
 електронна обчислювальна машина  
 1947 рік: транзистор — Вільям Бредфорд Шоклі (William Shockley), Волтер Бреттен (Walter Brattain), Джон Бардін (John Bardeen)  
 фотоапарат "Поляроїд" — Едвін Ленд (Edwin Land)  
 1948 рік: довгограюча платівка — Peter Carl Goldmark  
 1949 рік: атомний годинник  
 пластмасові кубики LEGO  
 перші верстати з ЧПК

### ***1950-ті роки***

1951 рік: Рідкий коректор: Bette Nesmith Graham  
 1952 рік: Термоядерний заряд: Едвард Теллер і Станіслав Улам  
 Судно на повітряній подушці: Крістофер Кокрелл  
 1953 рік: Термоядерна бомба: інститути і відділи Академії Наук СРСР  
 Мазер (квантовий генератор): Чарлз Таунс  
 Ультразвукове дослідження  
 1954 рік: Радіо на транзисторах (США)  
 Перша атомна електростанція  
 Геодезичний купол: Бакмінстер Фуллер  
 1955 рік: Застібка-липучка: Жорж де Местраль  
 1957 рік: Судно з водометним рушієм: Вільям Гамільтон  
 Штучний супутник Землі: Радянський Союз  
 Електроенцефалографічна топографія: Волтер Грей Волтер  
 Бульбашкова упаковка — Альфред Філдінг  
 1958 рік: Інтегральна мікросхема: Джек Кілбі з Texas Instruments, Роберт Нойс з Fairchild Semiconductor  
 Локшина швидкого приготування: Андо Момофуку  
 1959 рік: імплантований Кардіостимулятор: Siemens-Elema

Снігохід: Жозеф-Арман Бомбардье  
 Прототипи МЕМС (мікроелектромеханічні системи)

### 1960-ті роки

Рідкокристалічний дисплей  
 1960 рік: лазер — Теодор Майман, лабораторія Hughes Aircraft  
 1961 рік: орбітальний обліт Землі — Юрій Гагарін  
 1962 рік: Супутники зв'язку: Arthur C. Clarke  
 Світлодіод: Нік Голоньяк  
 1963 рік: Гіпертекст: Тед Нельсон  
 Комп'ютерна мишка: Дуглас Енгельбарт  
 1968 рік: Ігрова консоль: Ральф Баєр  
 Токамак  
 1969 рік: ARPANET, попередник мережі Internet

### 1970-ті роки

1970 рік: Волоконна оптика  
 1971 рік: Електронна пошта: Рей Томлінсон  
 Мікропроцесор  
 Мікрокалькулятор  
 Відображення магнітного резонансу: Реймонд В. Дамадян  
 1972 рік: Комп'ютерна томографія: Годфрі Хаунсфілд  
 Перша рекомбінатна ДНК : П. Берг  
 1973 рік: Ethernet: Боб Меткаф (Bob Metcalfe) та Девід Боггс David Boggs  
 Радіочастотний ідентифікатор (RFID)  
 Мобільний телефон: Мартін Купер  
 1974 рік: Прямопоточковий повітрянореактивний двигун надзвукового горіння (scramjet).  
 Перший тестовий супутник для GPS (Глобальна система позиціювання)  
 1975 рік: Цифрова фотокамера: Steven Sasson  
 1975 рік: Американський інженер і підприємець Ед Робертс розробив перший комерційно успішний персональний комп'ютер Altair 8800  
 1976 рік: Матеріал Gore-Tex: W. L. Gore  
 1977 рік: Персональний комп'ютер  
 Електропровідні полімери: Алан Хігер  
 1978 рік: Philips представив плеєр лазерних дисків  
 Завдяки біотехнології став вироблятися дешевий інсулін  
 1979 рік: Мобільний телефон  
 Крилата ракета "Томагавк" (перша комп'ютеризована крилата ракета)

### 1980-ті роки

1981 рік: Xerox Star став першим комп'ютером, що реалізував графічний інтерфейс користувача WIMP  
 Скануючий тунельний мікроскоп: Герд Бінніг, Генріх Рорер  
 1982 рік: Sony і Philips випустили компакт-диск  
 Перша імплантація штучного серця Jarvic-7 (запатентовано в 1963)  
 1983 рік: Караоке

Internet Protocol, за допомогою якого був створений Інтернет  
 Domain Name System: Пол Мокапетріс  
 1984 рік: Автоматичний визначник номера (АОН)  
 Попкорн для мікрохвильових печей  
 1985 рік: Полімерна ланцюгова реакція: Кері Мюлліс  
 1986 рік: Хлібопіч (портативна кухонна машина для випікання хліба)  
 Оптичний пінцет  
 Атомний силовий мікроскоп  
 Цифровий фотоапарат  
 Спам  
 Фотонні кристали  
 1988 рік: 3D-принтер  
 1989 рік: Всесвітня павутина: Тім Бернерс-Лі

### **1990-ті роки**

1990 рік: флеш-пам'ять — Фудзі Масуока  
 органічні світлодіоди (OLED-технологія)  
 1991 рік: генетично модифікована соя стійка до гербіцидів  
 вуглецеві нанотрубки — Суміо Іїдзіма  
 патент на стандарт IEEE 802.11 компанії CSIRO в Австралії (WiFi)[8]  
 1995 рік: диск DVD  
 технологія Вікі — Вард Каннінгем  
 1996 рік: інтерфейс USB  
 клонування ссавців — Ян Вілмут (Ian Wilmut)  
 програма миттєвого обміну текстовими повідомленнями ICQ  
 1997 рік: блог (он-лайнний щоденник)  
 1998 рік: нанотранзистор — Сесз Деккер  
 стандарт IEEE 802.15 (Bluetooth)  
 1999 рік: нейроелектронний інтерфейс — транзистор і нейрон обмінюються сигналами

### **Третє тисячоліття н. е.**

### **XXI століття**

### **2000-ні роки**

2000 рік: прототипи роботів для домашнього господарства від компаній Sony, Honda  
 проектор відеозображення на сітківку ока  
 2001 рік: цифрове супутникове радіо  
 автономне штучне серце  
 гнучкий дисплей  
 "розумний пил" (розподілена мережа мініатюрних сенсорів) — Університет Берклі, Каліфорнія  
 автомобіль, працюючий на водні (H<sub>2</sub>)  
 2002 рік: аерогель  
 штучна сітківка ока  
 проекційна клавіатура

гіперзвуковий прямоточний повітряно-реактивний двигун — ГПВРД проекту  
 HyShot, Університет Квінсленда  
 "розумні" ліжі з активною комп'ютерною стабілізацією  
 2003 рік: 3D-дисплей  
 інтерфейс керування об'єктами власною уявою (без імплантації електродів)  
 електромеханічний наномотор — Алекс Зеттл  
 цифрові відеокамери в мобільних телефонах  
 2004 рік: нейро-комп'ютерний інтерфейс — Інститут Макса Планка  
 гнучкі сонячні батареї  
 перший нейтронний мікроскоп NIST  
 атомний годинник на мікрочіпі  
 польовий транзистор на вуглецевій нанотрубці Infineon  
 2005 рік: цифровий синтезатор ароматів Японія  
 кремнієві мікророботи з живими м'язами  
 прототип одномолекулярного польового транзистора  
 Робот-власнореплікатор  
 електронний папір  
 2006 рік: настільний 3D-сканер  
 електронний ніс  
 автономна мобільна наномашинка  
 терагерцовий транзистор  
 автовідновлювані фарби і покриття  
 2007 рік: перетворювач механічної вібрації в електроенергію для нанопристроїв  
 Технологічний інститут Джорджії  
 комп'ютерні системи розпізнавання осіб, що перевершують можливості людини  
 інтерфейс, зчитуючий напрям погляду людини  
 безпровідне заряджання акумуляторів мобільних пристроїв  
 поляритонний лазер, що працює при кімнатній температурі  
 2008 рік: штучна хромосома — Крейг Вентер  
 Осцилограф, що дозволяє в деталях вивчати профіль ультракоротких світлових  
 спалахів  
 Наноматеріали, що безпосередньо перетворюють радіацію в електрику  
 Мемристор  
 Динамічна архітектура: Девід Фішер  
 2009 рік: Передача думки в Інтернет: університет Вісконсіна  
 Великий адронний колайдер  
 Використання ГМ вірусів для виробництва батарейок: Массачусетський  
 технологічний інститут  
 Перший плаваючий вітряк (Турбіна)  
 Мономолекулярний діод  
 Зарядний пристрій на метанолі  
 Невидимий вентилятор (Вентилятор без лопатей)  
 Самовідновлювальна електроніка  
 Штучні протези артерій, зі здатністю до пульсації

Перший біологічний 3D-принтер

2010-ті роки

2010 рік: Перша жива клітина, в якій її власну ДНК замінили на штучно створену  
Ультрамобільний ПК від "LG"

2012 рік:

CRISPR -технологія редагування геномів

Розроблено спосіб виробництва розчинної електроніки

Нова вибухова речовина – гексанітрогексаазаїзовюрцитан. Можливо, найпотужніша за всю історію людства.

2013 рік: Кісткові трансплантації з перепрограмованих людських клітин

Лазерний космічний зв'язок НАСА

2014 рік:

Розумні палички для їжі: Baidu

MEMS - наноін'єктор: Університет Брігма Янга

2015 рік: Наноелектронний робо-пристрій (NERD) - "спляча" бактерія, яку учені примусили відігравати роль надчутливого давача вологості за допомогою низки наноструктур, розташованих на її поверхні

Смартфон для молекулярної діагностики

## ЛІТЕРАТУРА

1. Бесов Л. М. Історія науки і техніки: 3-є вид., переробл. і доп. / Л. М. Бесов. – Х.: НТУ ХПГ, 2004. – 382 с.
2. Бесов Л. М. Історія суспільства. – 3-є вид., переробл. і доп. / Л. М. Бесов. – Х.: НТУ ХПГ, 2010 – 276 с.
3. Вертунов В. А. Нариси історії аграрної науки, освіти та техніки / В. А. Вертунов. – К.: Аграрна наука, 2006. – 492 с.
4. Виргинский В. С. Очерки истории науки и техники XVI – XIX веков / В. С. Виргинский. – М.: Просвещение, 1984. – 287 с.
5. З історії української науки і техніки: хрестоматія-посіб. / Співавт. – уклад.: В. І. Онопрієнко, А. А. Коробченко, О. Я. Пилипчук, С. П. Руда, Л. П. Яресько. – К.: АН ВІН України, 1999. – 171 с.
6. Кузнецова Н. И. Наука в ее истории / Н. И. Кузнецова. – М.: Наука, 1982. – 127 с.
7. Михайличенко О. В. Історія науки і техніки : навч. посіб. / О. В. Михайличенко. – Суми : СумДПУ, 2013. – 346 с.
8. Огурцов А. П. Історія світової науки і техніки: навч. посіб. – 2-е вид., перероблене / А. П. Огурцов, Л. М. Мамаєв, В. В. Заліщук, С. Х. Авраменко, В. А. Зінченко. – К., 2000. – 664 с.
9. Онопрієнко В. І. Історія української науки: курс лекцій / В. Онопрієнко, В. Ткаченко. – К.: Варта, 2010. – 652 с.
10. Палій В. М. Національна Академія наук України. 1918-2008. Персональний склад / В. М. Палій, Ю. О. Храмов. – К.: Фенікс, 2008. – 352 с.
11. Пилипчук О. Я. Історія науки та освіти в Україні (найдавніші часи – перша третина ХХ ст.): навч. посіб. з українознавства / О. Я. Пилипчук [та ін.]; Академія наук Вищої школи України. Сектор історії та методології освіти, науки і техніки. – К.: ТОВ "Міжнародна фінансова агенція", 1998. – 80 с.
12. Сергійчук В. Що дала Україна світові / Володимир Сергійчук – К.: ПП Сергійчук М.І., 2008. – 288 с.
13. Храмов Ю. О. Фізика. Історія фундаментальних ідей, теорій та відкриттів / Ю. О. Храмов. – К.: Фенікс, 2012. – 816 с.
14. Чекман І. "Україно, обітована земле мого серця". Нобелівські лауреати – вихідці з України / І. Чекман // Вісник Національної академії наук України. – 2006. – № 10. – С. 44 – 53.
15. Шендеровський В. Нехай не гасне світ науки / В. Шендеровський. – К.: Вид-во "Рада", 2003. – 416 с.

## Допоміжна

16. Академік С. О. Лебедев – засновник вітчизняної обчислювальної техніки // Вісник Академії наук України. – 1993. – № 2. – С. 14 – 27.
17. Академія наук прогнозувала і попереджала (До 10-річчя чорнобильської

- трагедії) // Вісник Національної Академії наук України. – 1996. – № 3-4. – С. 20 – 25.
18. Аллаби М. Энциклопедия изобретений и открытий: От колеса до коллайдера / Майкл Аллаби, Эми-Джейн Бир, Джон Клак / Перевод с английского А. Гришин, Е. Кац, М. Лукьянова. – М.: Изд. группа "Азбука-Аттикус", 2012. – 495 с.
  19. Аптекарь М. Д. История инженерной деятельности / М. Д. Аптекарь, С. К. Рамазанов, Г. Е. Фрегер. – К.: Аристей, 2003. – 568 с.
  20. Ахиезер А. И. Развивающаяся физическая картина мира / А. И. Ахиезер. – Х.: ННЦ ХФТИ, 1998. – 340 с.
  21. Балабанов О. С. Комп'ютерний інтелект : можливості і реальність / О. С. Балабанов // Вісник Національної Академії наук України. – 1997. – №9-10. – С. 16 – 21.
  22. Баранов М. И. Избранные вопросы электрофизики: монография в 2-х томах. Т. 1: Электрофизика и выдающиеся физики мира / М. И. Баранов. – Х.: НТУ ХПИ, 2008. – 252 с.
  23. Бернал Дж. Наука в истории общества / Дж. Бернал. – М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1956. – 735 с.
  24. Бесов Л. М. Науково-дослідна робота в Харківському політехнічному інституті (1950-1980 рр.) / Л. М. Бесов, М. В. Зозуля, В. М. Скляр // Історія української науки на межі тисячоліть : [зб. наук. праць / відп. ред. О. Я. Пилипчук]. – 2005. – Вип. 18. – С. 15 – 21.
  25. Боголюбов А. Н. Социальная история математического естествознания / А. Н. Боголюбов // Нариси історії природознавства і техніки. – 1994. – № 41. – С. 3 – 16.
  26. Боголюбов А. Н. Теория механизмов и машин в историческом развитии ее идей / А. Н. Боголюбов. – М.: Гардарики, 1999. – 400 с.
  27. Болгарский Б. В. Очерки по истории математики / Б. В. Болгарский. – М.: Высш. школа, 1979. – 368 с.
  28. Brentis B. B. C. Ibn Sina (Avicenna) / B. B. Brentis. – K.: б.в., 1984. – 168 с.
  29. Вавилов Ю. Н. Голгофа. Архивные материалы о последних годах жизни Н. И. Вавилова (1940-1943) / Ю. Н. Вавилов, Я. Г. Рокитянский // Вестник Российской академии наук. – 1993. – № 9. – С. 830 – 846.
  30. Ван-дер-Варден Б. Л. Пробуждающаяся наука. Ч. I: Математика Древнего Египта, Вавилона и Греции / Б. Л. Ван-дер-Варден. – М.: Физматгиз, 1959. – 460 с.
  31. Ван-дер-Варден Б. Л. Пробуждающаяся наука. Ч. II: Рождение астрономии / Б. Л. Ван-дер-Варден. – М.: Наука, 1991. – 299 с.
  32. Визган В. П. Научная революция в химии: факторы запаздывания / В.П. Визгин // Вестник истории естествознания и техники. – 1993. – № 1. – С. 3 – 15.
  33. Вилейтнер Г. История математики от Декарта до середины XIX столетия / Г. Вилейтнер. – М.: Наука, 1978. – 507 с.



34. Возникновение и развитие химии с древнейших времен до XVII века. Всеобщая история химии / ред. Ю. И. Соловьев – М.: Наука, 1980. – 399 с.
35. Волков В. А. Выдающиеся химики мира / В. А. Волков, Е. В. Бонский, Г. И. Кузнецова / Под. ред. Г. И. Кузнецова. – М.: Высш. школа, 1991. – 656 с.
36. Выгородский М. Я. Арифметика и алгебра в древнем мире. 2-е изд. / М. Я. Выгородский. – М.: Наука, 1967. – 368 с.
37. Гиндинкин С. Г. Рассказы о физиках и математиках / С. Г. Гиндинкин. – М.: Наука, 1981. – 448 с.
38. Глазичев В. Л. Замість мегаполіса – екополіс / В. Л. Глазичев // Вісник Національної Академії наук України. – 1997. – № 7-8. – С. 74 – 77.
39. Грабовский М. П. Атомный аврал / М. П. Грабовский. – М.: Научная книга, 2001. – 146 с.
40. Данилевський В. В. Винайдено в Росії / В. В. Данилевський. – К.: АН УРСР, 1951. – 388 с.
41. Деркач В. П. "Кибернетика – любовь его": К 80-летию В.М. Глушкова / В. П. Деркач // Наука та наукознавство. – 2003. – № 3. – С. 10 – 50.
42. Дмитриев И. С. Охота на зеленого льва: алхимия в творчестве И. Ньютона / И. С. Дмитриев // Вестник истории естествознания и техники. – 1993. – № 2. – С. 2 – 14.
43. Ермаков Ю.М. От древних ремесел до современных технологий / Ю.М. Ермаков. – М.: Просвещение, 1992. – 127 с.
44. Жербін М. М. Микола Миколайович Бенардос (до 110-річчя його патенту з електрозварювання) / М. М. Жербін // Будівництво України. – 1997. – № 4. – С. 45 – 47.
45. Жмудь Л. Я. Зарождение истории науки в античности / Л. Я. Жмудь. – СПб.: РХГИ, 2002. – 424 с.
46. Зубов В. П. Леонардо да Винчи. 1452-1519 / В. П. Зубов. – М.–Л.: Наука, 1961. – 218 с.
47. Илизаров С. С. Формирование в России сообщества историков науки и техники / С. С. Илизаров. – М.: Наука, 1993. – 258 с.
48. Історія науки і техніки в Україні: Анотований каталог 106 докторських і кандидатських дисертацій. 1979 – 2008 рр. / уклад.: О. Я. Пилипчук, О. О. Пилипчук, В. П. Шуманський. – К.: Вид-во "АСМІ", 2008. – 264 с.
49. Кавецький В. Ставка – на енергію вітру / В. Кавецький, А. Симонов // Вісник Національної Академії наук України. – 1997. – № 7-8. – С. 26.
50. Казаков В. К. Очерки развития естественнонаучных и технических представлений на Руси в X – XVII вв. / В. К. Казаков. – М.: Наука, 1976. – 316 с.
51. Кефели И. Ф. История науки и техники / И. Ф. Кефели. – СПб.: Балтийский гос. техн. ун-т, 1995. – 171 с.
52. Кирсанов В. С. Научная революция XVII в. / В. С. Кирсанов. – М.: Наука, 1987. – 343 с.

53. Ковтун Г. О. Розтрачений потенціал української науки / Г. О. Ковтун // Вісник Національної академії Наук України. – 2004. – № 6. – С. 32 – 36.
54. Колчинский Э. И. Эволюция биосферы / Э. И. Колчинский. – Л.: Наука, 1990. – 236 с.
55. Концепції сучасного природознавства: підруч. для студ. вищ. навч. закл. / Карпов Я. С. [та ін.]. – К.: Професіонал, 2004. – 496 с.
56. Кордун Г. Г. Історія фізики : навч. посіб. 3-є вид., перероб. і доп. / Г. Г. Кордун. – К.: Вищ. шк., 1993. – 279 с.
57. Костенко Ю. Т. Харьковский политехнический : ученые и педагоги / Ю. Т. Костенко, В. В. Морозов, В. И. Николаенко, Ю. Д. Сакара, Л. Л. Товажнянский. – Х.: Прапор, 1999. – 352 с.
58. Кудря С. Альтернативна енергетика – вимога часу / С. Кудря // Вісник Національної академії наук України. – 1997. – № 7-8. – С. 18 – 25.
59. Кульчицький С. Історія Національної академії наук України у суспільно-політичному контексті 1918-1998 рр. / С. Кульчицький, Ю. Павленко, С. Руда, Ю. Храмов. – К.: Фенікс, 2000. – 528 с.
60. Кун Т. Структура научных революций / Пер. с англ. И. З. Налетова. Общая ред. и послесловие С. Р. Микулинского и Л. А. Марковой / Т. Кун. – М.: Прогресс, 1975. – 288 с.
61. Левченко О. С. Україна – батьківщина шістьох Нобелівських лауреатів: бесіда з О. С. Левченком / записав Ю. Килимник // День. – 2003. – 12 груд. – С. 20.
62. Литвинко А. С. Становлення статистичної фізики в Україні (30-40 рр. ХХ ст.) / А. С. Литвинко. – К.: Фенікс, 2009. – 220 с.
63. Литвинко А. С. Микола Миколайович Боголюбов та статистична фізика в Україні / А. С. Литвинко. – К.: Академперіодика, 2009. – 304 с.
64. Лурье С. Я. Очерки по истории античной науки / С.Я. Лурье. – Л.: Изд-во АН СССР, 1947. – 403 с.
65. Льюис М. История физики / М. Льюис. – М.: Мир, 1970. – 464 с.
66. Маліцький Б. А. Прикладне наукознавство / Б. А. Маліцький. – К.: Фенікс, 2007. – 464 с.
67. Мандрыка А. П. Очерки развития технических наук. Механический цикл: монография / А. П. Мандрыка; отв. ред. Н.Н. Поляхов; Академия наук [АН] СССР. Ин-т истории естествознания и техники. – Л.: Наука, 1984. – 107 с.
68. Микеле Джуа. История химии / перев. с итал. д. х. н. Г.В. Быкова. – М.: Мир, 1975. – 477 с.
69. Мусский С. А. Сто великих нобелевских лауреатов / С. А. Мусский. – М.: Вече, 2009. – 480 с.
70. Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут". Історія розвитку. 1885-2010 рр. / уклад.: В. І. Ніколаенко, В. В. Кабачек, С. І. Мешкова [та ін.]. – Харків: НТУ ХПІ, 2010. – 408 с.
71. Низовский А. Ю. Сто великих чудес инженерной мысли / А. Ю. Низовский. – М.: Вече, 2009. – 428 с.

72. Оноприенко В. И. Фундаментализация научного поиска в технических науках: К 70-летию Академии наук УССР / В. И. Оноприенко. – К.: Изд-во "Знание", 1988. – 48 с.
73. Оноприенко В. И. Становление высшего технического образования на Украине / В. И. Оноприенко, Т. А. Щербань. – К.: Наук, думка, 1990. – 140 с.
74. Онопрієнко В. І. Джерела з історії Українського наукового товариства в Києві / В. І. Онопрієнко, Т. О. Щербань. – К.: ДП "Інформаційно-аналітичне агентство", 2008. – 352 с.
75. Павленко Ю. В. "Дело" УФТИ. 1935-1938 / Ю. В. Павленко. – К.: Фенікс, 1998. – 324 с.
76. Павленко Ю. В. Природознавство в Україні до початку ХХ ст. в історичному, культурному та освітньому контекстах / Ю. В. Павленко, С. П. Руда, С. А. Хорошева, Ю. О. Храмов. – К.: Академперіодика, 2001. – 420 с.
77. Пайс А. Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна / А. Пайс. – М.: Наука, 1989. – 573 с.
78. Паннекук А. История астрономии / А. Паннекук. – М.: Наука, 1966. – 327 с.
79. Паули В. Физические очерки / В. Паули. – М.: Наука, 1975. – 256 с.
80. Поликарпов В. С. История науки и техники: учеб. пособ. для студ. вузов / Поликарпов В. С. – Ростов-на-Дону: "Феникс", 1998. – 352 с.
81. Полонська-Василенко Н. Д. Українська Академія наук. Нарис історії / Полонська-Василенко Н. Д. – К.: Наук. думка, 1993. – Ч. 1. – 151 с.; Ч.2. – 215 с.
82. Поляков М. В. Класичний університет / М. В. Поляков, В. С. Савчук. – К.: Генеза, 2004. – 414 с.
83. Пружинин Б. И. Рациональность и историческое единство научного знания / Б. И. Пружинин. – М.: Наука, 1986. – 279 с.
84. Развитие металлургии в Украинской ССР / АН УССР. Сектор истории естествознания и техники Ин-та истории и др.; редкол.: З. И. Некрасов (отв. ред.) и др. – К.: Наук. думка, 1980. – 960 с.
85. Развитие химической технологии на Украине: В 2 т. – Т. 1: Химическая технология неорганических веществ / АН УССР. Сектор истории естествознания и техники Ин-та истории; О. В. Авилов (отв. ред.) и др. – К.: Наук. думка, 1976. – 314 с.
86. Развитие химической технологии на Украине: В 2 т. – Т. 2: Химическая технология органических веществ / АН УССР. Сектор истории естествознания и техники Ин-та истории; О. В. Авилов (отв. ред.) и др. – К.: Наук. думка, 1976. – 354 с.
87. Райнов Т. И. Наука в России XI – XVII веков: Очерки по истории донаучных и естественнонаучных воззрений на природу / Т. И. Райнов. – М.-Л.: Наука, 1940. – 504 с.
88. Рожанский И. Д. Античная наука / И. Д. Рожанский. – М.: Наука, 1980. –

200 с.

89. Рожанский И. Д. История естествознания в эпоху эллинизма и Римской империи / И. Д. Рожанский. – М.: Наука, 1988. – 448 с.
90. Рожанский И. Д. Развитие естествознания в эпоху античности / И. Д. Рожанский. – М.: Наука, 1979. – 488 с.
91. Рыжов К. В. 100 великих изобретений / К. В. Рыжов. – М.: Вече, 2002. – 528 с.
92. Саган Г. В. Мости єднання (співпраця української та іноземної науки 1918-1939 рр.) / Г. В. Саган; Ін-т української археографії та джерелознавства ім. М.С. Грушевського НАН України. – К.: б.в., 1999. – 95 с.
93. Самин Д. К. 100 великих ученых / Д.К. Самин. – М.: Вече, 2002. – 592 с.
94. Самин Д. К. 100 великих научных открытий / Д.К. Самин. – М.: Вече, 2002. – 480 с.
95. Симоненко О. Д. Электротехническая наука в первой половине XX века / О. Д. Симоненко. – М.: Наука, 1988. – 140 с.
96. Славетні імена Київського політехнічного інституту / редколегія: М. Ю. Ільченко, Л. О. Гріффен, В. О. Добровольський, В. О. Константинов, Л. С. Перелигіна, Л. Р. Слободян. – К.: "ЕКМО", 2003. – 128 с.
97. Соловьев Ю. И. История химии: Развитие основных направлений современной химии / Ю. И. Соловьев. – М.: Просвещение, 1984. – 352 с.
98. Становление химии как науки: Всеобщая история химии. – М.: Наука, 1983. – 464 с.
99. Старостин Б. А. Параметры развития науки / Б. А. Старостин. – М.: Наука, 1980. – 280 с.
100. Стройк Д.Я. Краткий очерк истории науки математики: пер. с нем. 5-е изд. / Д. Я. Стройк. – М.: Наука, 1990. – 256 с.
101. Сухотеріна Л. І. Внесок вчених в розвиток технічних наук в Україні в 30-х роках ХХ ст.: монографія / Л. І. Сухотеріна. – Одеса: Астро Принт, 1999. – 268 с.
102. Тверитникова О. Є. Зародження і розвиток науково-технічної школи професора П.Г. Копняєва: монографія / О. Є. Тверитникова. – Х. : НТУ ХП, 2010. – 212 с.
103. Товажнянский Л. Л. Академик Александр Михайлович Ляпунов: к 150 - летию со дня рождения : монография / Л. Л. Товажнянский, К. В. Аврамов, Е. Е. Александров и др. – Х.: НТУ "ХПИ", 2007. – 288 с.
104. Топоров В. Н. Первобытные представления о мире : общий взгляд / В. Н. Топоров // Очерки истории естественно-научных знаний в древности. – М.: Наука, 1982. – С. 8 – 40.
105. Храмов Ю. Рання історія Академії наук України (1918-1921) / Храмов Ю., Руда С., Павленко Ю., Кучмаренко В. – К.: Манускрипт, 1993. – 247 с.
106. Чеканов А. А. Виктор Львович Кирпичев. 1845-1913 / А. А. Чеканов. – М.:

Наука, 1982. – 175 с.

107. Шейко В. М. Організація та методика науково-дослідної діяльності: підруч. – 4-те вид., випр. і доп. / В. М. Шейко, Н. М. Кушнарєнко. – К.: Знання, 2004. – 307 с.
108. Шейпак А. А. История науки и техники. Материалы и технологии: учебное пособие / А. А. Шейпак. – М.: Изд-во МГИУ, 2009. – Ч. 1. – 276 с.
109. Шейпак А. А. История науки и техники. Материалы и технологии: учебное пособие / А. А. Шейпак. – М.: Изд-во МГИУ, 2010. – Ч. 2. – 343 с.
110. Шухардин С. В. История науки и техники: учеб. пособ. / С. В. Шухардин. – М.: МГИАИ, 1974. – Ч. 1. – 288 с.
111. Шухардин С. В. История науки и техники: учеб. пособ. / С. В. Шухардин. – М.: МГИАИ, 1976. – Ч. 2. – 355 с.
112. Яйленко В. П. Архаическая Греция и Ближний Восток / В. П. Яйленко. – М.: Наука, 1990. – 271 с.
113. Янч Э. Прогнозирование научно-технического прогресса / Э. Янч. – М.: Прогресс, 1970. – 592 с.

## ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Азимов А. Краткая история биологии / А. Азимов. – М.: Мир, 1967. – 176 с. // Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/Ше/532140/>.
2. Азимов Айзек. Краткая история биологии. От алхимии до генетики / Айзек Азимов. – М.: Центрполиграф, 2004. – 223 с. // Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/lile/586271/>.
3. Азимов Айзек. Краткая история химии. Развитие идей и представлений в химии. Пер. с англ, под ред. А.Н. Шамина / Айзек Азимов. – М.: Мир, 1983. – 312 с. // Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/248692/>.
4. Аптекарь М. Д. История инженерной деятельности / М. Д. Аптекарь. – К.: Изд-во "Аристей", 2003. – 568 с. // Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/912374/>.
5. Архимед, Стевин Симон, Галилей Галилео, Паскаль Блез. Начала гидростатики. – М.–Л.: Государственное технико-теоретическое издательство, 1933. 404 с. // Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/669160/>.
6. Башмакова И. Г. Хрестоматия по истории математики / И. Г. Башмакова, Ю. А. Белый. – М.: Просвещение, 1976. – 318 с. // Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/254793/>.
7. Белькинд Л. Д. История техники / Белькинд Л. Д. – М.: Государственное энергетическое издательство, 1956 – 492 с. // Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/307505/>.
8. Бернал Дж. Наука в истории общества / Дж. Бернал. – М.: Издательство

- иностранный литературы, 1956. – 736 с. // Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/251458/>.
9. Берри А. Краткая история астрономии. Пер. с англ. Займовского С.Г. / А. Берри. – М.–Л.: ОГИЗ, 1946. – 363 с. // Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/782046/>.
  10. Бесов Л. М. Історія науки і техніки / Л. М. Бесов. – Х.: НТУ ХПІ, 2004. – 382 с. // Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/646642/>.
  11. Виноградова Г. Н. История науки и приборостроения: учеб, пособ. / Г.Н. Виноградова. – СПб : НИУ ИТМО, 2012. – 157 с. // Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/790132/>.
  12. Виргинский В. С. Очерки истории науки и техники XVI – XIX вв. / В. С. Виргинский. – М.: Просвещение, 1984. – 287 с. // Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/168279/>.
  13. Виргинский В. С. Очерки истории науки и техники с древнейших времён до середины XV века: Кн. для учителя / В. С. Виргинский. – М.: Просвещение, 1993. – 288 с. // Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/184102/>.
  14. Зворыкин А. А. История техники / А. А. Зворыкин. – М.: Изд-во социально-экономической литературы, 1962. – 772 с. // Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://ua.bookfi.org/book/1221357>.
  15. Запарий В. В. История науки и техники / В. В. Запарий, С. А. Нефедов. – Екатеринбург, 2003. – 310 с. // Электронный ресурс. – Режим доступа: [http://www.gumer.info/bibliotek\\_Buks/Science/Zapar/index.php](http://www.gumer.info/bibliotek_Buks/Science/Zapar/index.php).
  16. Иофинов С. А. История техники и науки о механизации земледелия / С. А. Иофинов. Монография. – СПб.: СПбГАУ, 1994. – 179 с. // Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/944651/>.
  17. Кирилин В. А. Страницы истории науки и техники / В. А. Кирилин. – М. : Наука, 1986. – 456 с. // Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://nplit.ru/books/item/f00/s00/z0000056/st000.html>.
  18. Пікашова Т. Д. Основи історії науки і техніки: навч. посіб. / Т. Д. Пікашова, Л. О. Шашкова. – К.: ІЗМН, 1997. – 399 с. // Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.philsci.univ.kiev.ua/biblio/Pikash.html>.
  19. Шухардин С. В. История науки и техники: учеб. пособ. / С. В. Шухардин. – М.: МГИАИ, 1976. – Ч. 2. – 355 с. // Электронный ресурс. – Режим доступа: [http://publ.lib.ru/ARCHIVES/SH/SHUHARDIN\\_Semen](http://publ.lib.ru/ARCHIVES/SH/SHUHARDIN_Semen).

## ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	4
РОЗДІЛ 1 НАУКА І ТЕХНІКА ДОІНДУСТРІАЛЬНОГО СУСПІЛЬСТВА.....	5
<b>Тема 1. Теоретичні та методологічні основи історії науки і техніки.....</b>	5
1.1. Мета, завдання, предмет та основні поняття курсу історії науки і техніки.....	5
1.2. Техніка, технології та зародження наукових знань у доцивілізаційну добу.....	11
<b>Тема 2. Наука і техніка за часів перших цивілізацій та античності... ..</b>	24
2.1. Розвиток наукових і технічних знань у державах Стародавнього Сходу.....	24
2.2. Наука і техніка Стародавньої Греції.....	56
2.3. Технічні та наукові досягнення Стародавнього Риму.....	71
<b>Тема 3. Науково-технічні знання Середньовіччя та Відродження .....</b>	86
3.1 Технічні та наукові досягнення Середньовіччя .....	86
3.2 Наука і техніка доби Відродження. ....	104
<b>Тема 4. Науково-технічна революція XVII - XVIII століть.....</b>	115
4.1 Розвиток науки і техніки у Новий час.....	115
4.2 Наука і техніка доби Просвітництва.....	123
РОЗДІЛ 2. НАУКА І ТЕХНІКА В ІНДУСТРІАЛЬНУ ТА ПОСТІНДУСТРІАЛЬНУ ДОБУ (XIX –ПОЧАТОК XXI ст.).	134
<b>Тема 5. Розвиток науки і техніки в умовах промислової революції XIX століття.....</b>	134
5.1 Наука на етапі промислової революції.....	134
5.2 Застосування наукових досягнень на практиці.....	156
<b>Тема 6. Наука і техніка першої половині XX століття .....</b>	170
6.1. Становлення "некласичної науки" першої половині XX ст.....	170
6.2. Технічні досягнення людства першої половини XX ст.....	181
<b>Тема 7. Науково-технічна революція та прогнози науково-технічного розвитку на межі XX-XXI століть.....</b>	195
7.1. Поняття, періодизація та основні напрямки НТР другої половини XX початку XXI століття.....	195
7.2. Досягнення науки другої половини XX – початку XXI століття.....	198
7.3. Розвиток техніки і технологій другої половини XX початку XXI століття.....	219
7.4 Підсумки та перспективи розвитку науки і техніки другої половини XX початку XXI століття.....	247
ДОДАТКИ.....	257
1. Лауреати Нобелівської премії з фізики, хімії, медицини і фізіології.....	258
2. Хронологія винаходів.....	278
ЛІТЕРАТУРА.....	295

**Навчальне видання**

**Олександр Олексійович Мельник  
Олександр Іванович Лобода**

## **ІСТОРІЯ НАУКИ І ТЕХНІКИ**

**Навчальний посібник**

**Редагування та коректура Дубініна Светлана Вікторівна**