

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

С. М. ЄЖОВ

НАУКОВИЙ ОБРАЗ СВІТУ

ІНФОРМАЦІЙНИЙ СВІТ

НАУКА І НЕПІЗНАНЕ

Навчальний посібник



УДК 53+54+57+004(091)(075.8)
Є41

Рецензенти:

д-р фіз.-мат. наук, проф. М. В. Макарець
(Київський національний університет імені Тараса Шевченка),

д-р фіз.-мат. наук, проф. О. Я. Кузнєцова
(Національний авіаційний університет)

*Рекомендовано до друку вченою радою фізичного факультету
(протокол № 1 від 22 жовтня 2021 року)*

*Ухвалено науково – методичною радою
Київського національного університету імені Тараса Шевченка
(протокол № 22 від 22 жовтня 2021 року)*

Єжов С. М.

Є41 Науковий образ світу. Інформаційний світ. Наука і непізнане. :
навч. посіб. / С. М. Єжов. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2021. – 144 с.

ISBN 978-966-933-000-0

Розглянуто історію створення і розвитку сучасної науки, її основні риси і досягнення на прикладі фізики, хімії, біології, інформатики.

Для студентів, аспірантів і викладачів гуманітарних спеціальностей.

УДК 53+54+57+004(091)(075.8)

ISBN 978-966-933-000-0

© Єжов С. М., 2021

© Київський національний університет імені Тараса Шевченка,

© ВПЦ "Київський університет", 2021

ЗМІСТ

Передмова	4
Вступ	5
Розділ 1. Інформаційний світ	7
1.1. Історія розвитку комунікацій.....	7
1.2. Аналогові і цифрові системи передавання (зберігання) інформації.....	15
1.2.1. Цифрова обробка інформації	18
1.2.2. Музика у цифрових форматах	20
1.2.3. Цифрова фотографія	23
1.2.4. Цифрові відео системи	29
1.3. Сучасні засоби комунікації.....	32
1.3.1. Як працює мобільний телефон?	34
1.3.2. Оптичне і супутникове телебачення	40
1.3.3. Інтернет і комутаційне обладнання	44
1.4. Тривимірні (3D) зображення	51
1.4.1. Лазери – приклад когерентних випромінювачів.....	51
1.4.2. Художня голографія	56
1.4.3. Голографічний захист документів	61
1.4.4. 3D кінематограф.....	64
Розділ 2. Світ майбутнього (футурологія). Інформаційний світ	72
2.1. Історія розвитку автоматики.....	72
2.2. Робототехніка як синтез автоматики і кібернетики	76
2.3. Вплив інформаційної і кібернетичної революцій на суспільство.....	81
2.4. Біотехнології.....	87
2.5. Проблеми біоетики	93
2.5.1. Медичний аспект	94
2.5.2. Філософський аспект.....	98
2.5.3. Становлення біоетики в Україні	99
2.5.4. Сучасні проблеми біоетики	101
2.6. Загальна комп'ютеризація і Всесвітні гроші	106
2.6.1. Загальна комп'ютеризація.....	106
2.6.2. Всесвітні гроші	109
Розділ 3. Наука і непізнане	113
3.1. Таємниці людської свідомості.....	113
3.2. Антропний принцип і розвиток Всесвіту	123
3.3. Можливість існування позаземних цивілізацій.....	132
Список використаних джерел	142

ПЕРЕДМОВА

Навчальна дисципліна "Науковий образ світу" призначена для ознайомлення студентів гуманітарних факультетів університетів із історією появи і розвитку науки в суспільстві та досягненнями в її окремих галузях. Дисципліна має сприяти формуванню у студентів сучасного наукового світогляду, без якого важко уявити цивілізацію XXI століття.

Науковий образ світу є цілісною системою уявлень про загальні властивості та закономірності природи, що оточує людину. Ці уявлення народжувались і розвивались одночасно й паралельно з розвитком цивілізації. Науковий образ світу формується в суспільстві та спирається на досягнення природничих, суспільних і гуманітарних наук.

ВСТУП

Термін "наука" має широке трактування. Наука починається з опису сукупності тих або інших явищ, між якими встановлюються певні зв'язки, що набувають вигляду закономірностей. Аналіз закономірностей дозволяє пояснити ці явища. Отже, наука є особливим раціональним способом пізнання світу, що оснований на емпіричній перевірці або математичному доказі. Тут наука постає у трьох іпостасях: соціального інституту, діяльності та системи знань.

По-перше, наука є певною соціальною інфраструктурою, яка тримається на соціально-інституціональних, правових, моральних, методологічних тощо принципах. Призначення цієї структури – виробництво знання.

По-друге, коли ми кажемо "наукова діяльність", ми розуміємо, що існують деякі зобов'язання та повноваження осіб, які займаються наукою в межах академічної чи університетської системи. Така діяльність дає змогу розширити й поглибити знання.

По-третє, як система знань наука є сукупністю емпіричних і теоретичних, фундаментальних і прикладних, якісних і кількісних пізнавальних тверджень – усі вони націлені на розкриття об'єктивних законів. Закони зумовлюють універсальність наукових знань, що забезпечує замкненість, внутрішню органічність науки. Водночас саме закони відокремлюють науку від культури.

Перед тим як охарактеризувати основні риси науки, доцільно розглянути етапи становлення сучасних наук. Початковий період розвитку процесу систематизованого пізнання людиною оточуючого середовища можна назвати *донауковим підходом*. Його характерною рисою був перехід від невпорядкованого, еkleктичного, буденного знання до строгої системи логічних доказів, обґрунтованих висновків, покладених із часом в основу нової, наукової методології пізнання.

Наука у її сучасному вигляді є відносно новим явищем в історії людства, яке виникло в надрах європейської цивілізації за Нових часів і класичної доби – у XVI–XVII ст. Однак можна стверджувати, що вона виникла не на порожньому місці. Німецький філософ К. Ясперс вирізняв два етапи становлення будь-якої науки.

I етап – становлення логічно і методично усвідомленої науки – грецька наука, зачатки наукового пізнання світу у давніх Китаї та Індії.

II етап – виникнення сучасної науки, яка зростала з кінця Середньовіччя, рішуче утверджувалась із XVII ст. і розгорнулась у всій своїй широті у XIX ст.

Виникнувши після філософії та релігії, наука значною мірою стала синтезом цих двох світоглядних систем, які передували їй у розвитку людської культури. Отже, наука увібрала в себе беззаперечну віру в раціональність Бога (згодом – природного закону), яка існувала у Середні віки як поєднання юдейсько-християнської міфології та раціональності грецької філософії, що лягла в основу християнства.

Розділ 1

ІНФОРМАЦІЙНИЙ СВІТ

1.1. Історія розвитку комунікацій

Комунікація – це процес обміну інформацією між двома чи більше особами за допомогою вербальних і невербальних засобів. У ході розвитку людства ця взаємодія зазнавала значних змін та еволюції. У повсякденності під терміном *комунікація* мають на увазі комунікацію соціальну, тобто обмін між людьми або іншими соціальними суб'єктами цілісними знаковими повідомленнями, у яких відображена інформація.

Поняття "комунікація" походить від латинського терміна *communicatio*. Це слово означає "єдність", "передача", "повідомлення".

Людська мова виникла приблизно 40 тис. років тому, і той період можна назвати першою комунікативною революцією. Мова стала основним засобом спілкування та передавання інформації. Людина як соціальна істота постійно прагнула взаємодіяти з іншими людьми. Однією із причин, що викликали прагнення до комунікації, було бажання розширити сферу функціонування й розвитку системи обміну товарами та інформацією.

За першою комунікативною революцією сталися ще три, також пов'язані з удосконаленням засобів передавання повідомлень: виникнення писемності, винахід друкарського верстата, розвиток електронних масмедіа.

Виникнення писемності, що започаткувала перехід від словесної культури до письмової, датується приблизно III тисячоліттям до н. е.

Попередником сучасного письма було ієрогліфічне письмо. Його досі використовують деякі народи. У ієрогліфічній писемності кожен окремий знак позначає слово або словосполучення. Очевидно, що оволодіння ієрогліфічним письмом вимагає чималих зусиль для заучування численних ієрогліфів.

Справжньою революцією в писемності став винахід фонетичного письма, у якому особливим символом позначався кожен окремий звук. Воно зв'язало усне мовлення та письмо. Коли ми говоримо, то вимовляємо порівняно небагато різних звуків, тому кількість символів, що необхідні для їх позначення, невелика. Таке письмо виявилось ефективним, гнучким і високоадаптивним засобом спілкування, зручним для навчання і запам'ятовування, оскільки не потребує вивчення тисячі ієрогліфів. Фонетичне письмо спростилося до набору з кількох десятків літер сучасного алфавіту.

Цікаво, що, намагаючись зменшити кількість знаків на письмі, деякі народи могли користуватися лише приголосними звуками. Наприклад, фінікійці (які, імовірно, були першими, хто використав фонетичне письмо ще в кінці II тисячоліття до н. е.) записували тільки приголосні звуки, що позначалися 22 знаками. Голосні відсутні й у стародавніх рукописах інших народів. Греки до приголосних додали голосні літери. До II ст. до н. е. склався класичний латинський алфавіт, що нараховує 23 літери. Класична латиниця лягла в основу писемності романогерманських народів, а також балтійських і деяких слов'янських (поляки, чехи, словаки, словенці, хорвати).

Класичний грецький алфавіт, що включає 24 літери, з невеликими змінами зберігся до теперішнього часу. Він був запозичений Візантією, а згодом став основою слов'янської писемності завдяки просвітницькій діяльності братів Кирила і Мефодія, які створили у IX ст. слов'янську абетку і переклали слов'янською перші богослужбні книги.

Церковнослов'янська мова у давньоруському варіанті також характеризувалася високим ступенем стислості: у ній часто зустрічалися слова, які скорочено записувалися в релігійних текстах лише кількома літерами, подібно до того, як ми в зараз користуємося аббревіатурами на зразок ООН, ЮНЕСКО, ЄС тощо. Чим більше було поширене те чи інше слово, тим швидше воно вгадувалося і тим менше про нього вимагалось повідомляти.

Виникнення писемності, особливо у фонетичному варіанті, зіграло колосальну цивілізаційно-культурну роль. Письмова мова, на відміну від усної, фіксувалася на матеріальному носії – перга-

менті, папері тощо. Її комунікативні можливості виняткові: за допомогою писемності люди отримали можливість накопичувати, зберігати і передавати знання не тільки від людини до людини, але і від покоління до покоління. Писемність дозволила заглиблюватися в історію, знайомитися із класичною літературною і філософською спадщиною минулого, "спілкуватися" з далекими предками. Письмо розв'язало проблему обсягу і точності інформації, що передається (неважко уявити, наскільки воно перевищило можливості людської пам'яті). Завдяки письму почали розвиватися наука й освіта, швидше змінювалося суспільство.

З виникненням писемності людству довелося розв'язувати ще одну важливу проблему – поверхонь, придатних для письма. Каміння, глина, дерево, мідь і латунь виявилися важкими і громіздкими; широке листя, на зразок пальмового, легко пошкоджувалося. Крім того, усі перераховані матеріали (як пізніше береста на Русі) мали суттєвий недолік – робили практично неможливим внесення змін або виправлень у текст.

Сучасні історико-культурні дослідження показують, що стародавні римляни були, імовірно, першими, хто подолав ці труднощі: вони покривали дерев'яні дощечки воском і потім вирізали на них тексти. Щоб унести зміни в написане, розгладжували віск, а на розгладженій поверхні писали виправлений текст. Адресат міг прочитати його і написати відповідь на тій самій табличці, попередньо розгладивши віск. Так виникла двостороння система посилок.

Третя комунікативна революція пов'язана з винаходом друкарського верстата. Книгодрукування зумовило перехід від усної культури до книжкової та значно збільшило розмах комунікацій. Книга, що була надрукована типографським способом, стала надбанням широкого кола читачів.

Приблизно 1440 року друк був винайдений у Німеччині Йоганном Гутенбергом (1399–1468), а друкування першої знаменитої Біблії Гутенберга було закінчено у 1456 році. Учені досі не дійшли єдиної думки, чи винайшов Гутенберг свій верстат самостійно, більше того, деякі фахівці стверджують, що друкування із набраних матриць було відкрите в Голландії раніше, ніж у Німеччині.

Книга виявилася надійним засобом комунікації, зберігання і транслювання інформації, збільшила можливості комунікаційних контактів як між сучасниками, так і між поколіннями та представниками різних культур.

Друкування поширилося дуже швидко і ознаменувало початок "ери Гутенберга". Русь вступила в "еру Гутенберга" за Івана Грозного, коли 1564 року в Москві Іван Федоров (1510–1583) разом із Петром Мстиславцем видрукував першу книгу старослов'янською мовою – "Апостол". З 1566 року Федоров через переслідування з боку вищого московитського духовництва та боярства покинув Москву та жив в еміграції у Великому князівстві Литовському. Похований у Львові.

Четверта комунікативна революція пов'язана з виникненням і розвитком електронних (електромагнітних) засобів комунікації. Вона знаменувала кінець ери друкування і початок переходу до культури, що заснована на новітніх радіотелевізійних засобах зв'язку. Виникнення і розвиток електронних комунікацій розв'язували низку проблем, що пов'язані з передаванням і одержанням повідомлень, завдяки колосальному збільшенню швидкості й обсягу переданої на великі відстані інформації.

Початок було покладено створенням техніки телеграфії. Ще 1267 року англійський монах-францисканець Роджер Бекон (1214–1292) висловив думку, що для зв'язку на далекі відстані можна використовувати симпатичну голку (природний магніт). У 1746 році англійський натураліст Вільям Уотсон (William Watson, 1715–1787) передав електричні сигнали по дроту довжиною близько двох миль. Таким чином, уявлення про телекомунікації за допомогою якоїсь невидимої субстанції виникло давно, але реалізоване було лише у XIX ст.

Одним із винахідників електромагнітного телеграфу вважають Павла Львовича Шиллінга (1786–1837). У 1832 році він створив перший придатний для практики електромагнітний телеграфний апарат і продемонстрував першу телеграфну передачу. Однак його апарат мав обмежений діапазон дії та не забезпечував запис прийнятих сигналів.

Більш досконалу версію телеграфу (релейний телеграфний апарат) запропонував Семюел Морзе (1791–1872) – американсь-

кий портретист, який перекваліфікувався на техніка. Його винахід забезпечував дистанційне передавання повідомлень із використанням спеціального двійкового коду – азбуки Морзе. У 1844 році Морзе зі своєю групою завершили проведення телеграфної лінії між Вашингтоном і Балтимором, і цією лінією азбукою Морзе було відправлене знамените послання: "Що створив Бог?" – перше послання з першої публічної телеграфної лінії у світі. У 1851 році для зв'язку почали використовувати підводний кабель, прокладений під Ла-Маншем, а в 1866 році – і Трансатлантичний кабель, прокладений між Європою та Америкою. По цих кабелях передавали телеграфні повідомлення, а після винаходження телефону з'явилася можливість передавати по проводах і людський голос.

Винахідником телефону став Олександр Белл (1847–1922), шотландець, який емігрував до Америки. У 1876 році Белл і його асистент Томас Уотсон отримали патент США на телефонний прилад. У 1878 році Белл продемонстрував свій винахід королеві Вікторії, яка була так захоплена ним, що розпорядилася прокласти телефонну лінію від острова Уайт до Лондона. Кілька місяців потому перша у світі публічна телефонна лінія почала функціонувати в Лондоні.

Водночас тривали пошуки швидших і дешевших, ніж телефон, способів передавання повідомлень на великі відстані, які б міг забезпечити тільки бездротовий зв'язок. У 1894 році італійський радіотехнік і підприємець, нобелівський лауреат Гульєльмо Марконі (1874–1937) почав свої експерименти, а протягом 1895 року домогся успіху, посилаючи найпростіші сигнали на відстань більше 3 км. У 1897 році у Лондоні департамент телеграфу британської пошти організував демонстрацію апарата Марконі. У Росії роботи зі створення радіопередавального і приймачого пристрою проводив фізик і електротехнік Олександр Степанович Попов (1859–1906). Навесні 1895 року він продемонстрував винайдений ним радіоприймач. До літа 1897 року Попову вдалося досягти дальності радіозв'язку 5 км, а в 1901 році – близько 150 км. До 1901 року Марконі вдалося значно збільшити дальність радіозв'язку – він послав перше радіоповідомлення через Атлантичний океан. Почалася ера радіозв'язку на великі

відстані. Для перших радіоповідомлень використовували азбуку Морзе, але вже у 1906 році з'явилася можливість передавати людський голос. Людська мова і музика вперше прозвучали по радіо у Великобританії в 1907 році.

У 1884 році Пауль Ніпков (1860–1840), 23-річний студент університету в Німеччині, запатентував першу електромеханічну систему телебачення, яка використовувала скануючий диск, що обертався, переміщаючи спіральні ряди отворів, через які здійснювалось зчитування зображення. Отвори були розташовані на рівних кутових інтервалах, кожен оберт диска дозволяв світлу потрапляти крізь кожний отвір на світлочутливий селеновий сенсор, який виробляв електричні імпульси. Коли зображення фокусувалося на диску, що обертався, кожен отвір здійснював горизонтальне сканування свого рядка.

Ще на початку ХХ ст. Гульєльмо Марконі передбачав, що незабаром з'явиться "видимий телефон". А у 1925 році в Лондоні Джон Логі Берд (1888–1946) здійснив бездротове передавання зображення людини з однієї кімнати в іншу. Через три роки зі студії Берда Британська радіомовна корпорація (Бі-Бі-Сі) провела сеанс першого у світі публічного телевізійного мовлення. У 1936 році Бі-Бі-Сі почала регулярне телемовлення на весь світ. Новий засіб комунікації за ефективністю значно перевершив усі попередні, став складатися новий тип культури, що поєднувала звукові та візуальні способи передавання і сприйняття повідомлень.

У 1940 році з'явилися перші пробні кольорові телевізійні програми – це був початок кольорового телебачення. Поступово почали формуватися міжнаціональні телевізійні зв'язки. Наприклад, у 1959 році телемережі 12 європейських країн об'єдналися в мережу Євробачення. Створення телекомунікаційних супутників дозволило телемовленню стати світовим явищем. Наприкінці 1980-х років на земній орбіті оберталися вже близько 3500 супутників. Супутники змінили загальне сприйняття світу.

Нині наша планета оточена кільцем супутників, які створюють електромагнітну мережу, що зв'язує світ воедино постійним обміном інформацією. Супутник зв'язку отримує сигнали від наземного передавача або сусідніх супутників-трансляторів, потім посиляє їх на відповідні земні приймачі. При цьому супу-

тник може зв'язуватися із необмеженою кількістю наземних приймальних станцій, що потрапляють у радіус його дії. В останні роки вартість радіотелевізійних систем (професійних і побутових), що приймають сигнали із супутників, різко знизилася, а їхня якість кардинально поліпшилася – їхнє комунікаційне навантаження подвоюється майже кожні п'ять років. Усе це передвіщає радикальні культурні наслідки: космічна ера, що почалася трохи більше 60 років тому, спричинила глобальні зміни в комунікаціях.

В останні 30 років конкуренцію супутникам становить волоконно-оптичний зв'язок. Він надійніший із погляду забезпечення стійкості та безпеки передавання. Зв'язок по ньому здійснюється швидше, чутливість значно краща, а витрати на його виробництво в багато разів менші, ніж на виробництво мідного кабелю. У 1988 році лише одна нитка волоконно-оптичного кабелю була здатна передавати одночасно більше 3 тис. телефонних розмов, тоді як обсяг передач по одному мідному кабелю не перевищував 48 розмов. Тепер цей показник багаторазово збільшився – з однієї нитки оптичного волокна можна передавати одночасно кілька мільйонів телефонних розмов.

У грудні 1988 року вступив у дію перший телефонний кабель із використанням волоконної оптики, що прокладений через Атлантичний океан. Цей кабель дозволив вести телефонні розмови одночасно 40 тис. абонентам, що утричі перевищило сумарний обсяг трьох існуючих мідних кабелів і супутникового зв'язку. У другій половині 1990-х років було встановлено зв'язок із використанням волоконної оптики між усіма континентами.

Величезне значення для розвитку комунікацій мав швидкий розвиток комп'ютерної техніки. Тривалий час обчислювальна техніка і техніка зв'язку розвивалися паралельно: громіздкі лампові ЕОМ перших поколінь виконували переважно рутинну обробку величезної кількості чисел. Сьогодні зв'язок комп'ютерних і комунікаційних технологій стає все тіснішим, унаслідок чого інформація може оброблятися в незрівнянно більших обсягах і набагато швидше, ніж раніше. Ключовим моментом такого об'єднання стало перетворення інформації на цифрову, тобто її

вираження у двійковій системі обчислень (за аналогією з тим, як азбука Морзе використовує тільки крапки й тире). Цифрову інформацію можна зберігати, копіювати, змінювати, піддавати іншим маніпуляціям. Про розвиток цифрових технологій свідчить той факт, що на цифровий компакт-диск (CD) раніше вміщувався 70-хвилинний музичний запис, а нині на одному CD-ROM може зберігатися текст солідної енциклопедії. Цифрові технології, на відміну від аналогових, дозволяють робити необмежену кількість копій без втрати якості – оригінал і тисячна копія будуть ідентичними. Цифрова інформація може зберігатися як завгодно довго, вона не старіє і легкодоступна за наявності відповідної техніки.

Отже, супутники, волоконна оптика та сучасні комп'ютерні технології заклали фундамент принципово нової системи комунікаційних зв'язків, яка набула глобальних масштабів. Нові системи комунікації дозволяють передавати зі швидкістю світла будь-яку інформацію в будь-якій формі (звуком, текстом, цифрами або зображенням) будь-якій людині, що перебуває в будь-якій точці планети.

Термін *комунікація* був уведений у науковий обіг на початку ХХ ст., а до того комунікацію розглядали лише як людське спілкування. Хоча спілкування завжди становило основу соціального буття, його значення і суть по-різному усвідомлювали на різних етапах становлення й розвитку людського суспільства.

Комунікація пережила чотири – п'ять революцій. Поява писемності уможливила передавання інформації від покоління до покоління завдяки фіксації у знаках. Поширення книгодрукування надало доступ до інформації широким верствам населення завдяки тиражуванню знань. Винаходження телеграфу, телефону, радіо, телебачення дало змогу швидко й у великих обсягах передавати інформацію у вигляді звукових і візуальних образів на великі відстані, а поява мікропроцесорної технології та персонального комп'ютера остаточно закріпила перехід до масового поширення інформації. Величезним здобутком стала всесвітня мережа "Інтернет", яка зробила можливим інформаційний обмін у глобальних масштабах.

1.2. Аналогові та цифрові системи передавання (зберігання) інформації

З інформацією людство має справу стільки часу, скільки воно існує. Будь-яка сфера людської діяльності так чи інакше пов'язана з використанням інформації, тому дуже важливим для життя кожної людини і суспільства загалом є її збереження. Ще у давнину люди для цього робили зарубки на деревах, рахували за допомогою камінчиків, створювали наскальні написи. З появою писемності з'явилася можливість фіксувати інформацію у вигляді документів, зокрема рукописів. Це був перший "інформаційний стрибок" в історії людства. Суть його полягала в тому, що людина для запам'ятовування (збереження) інформації почала використовувати допоміжні засоби.

Передавання інформації в широкому розумінні – це передавання різного роду повідомлень із одного чи кількох пунктів у інший чи низку пунктів. Повідомлення містять деякі відомості, які для одержувачів можуть становити різну цінність залежно від їхнього змісту. Для теорії ж і техніки передавання інформації смислова особливість повідомлень не важлива, задачею системи є лише їх транспортування у зазначене місце.

Теорія і техніка передавання інформації розвивалися протягом багатьох років і нині продовжують удосконалюватися. Особливе місце системи передавання інформації займають у системах управління, у яких необхідно транслювати досить великі потоки інформації з високою швидкістю, достовірністю та надійністю.

Музика, коли її слухають, несе аналогову інформацію, але якщо записати її нотами, то вона стане цифровою. Різниця між аналоговою і цифровою інформацією полягає передусім у тому, що аналогова – неперервна, а цифрова – дискретна.

Аналоговий спосіб передавання інформації реалізовується за допомогою неперервних плавних сигналів. Плавними можуть бути звукові, звичайні електричні сигнали в телефонній лінії зв'язку тощо.

Унаслідок історичних причин аналогові канали зв'язку більше розвинені, особливо на рівні телефонних мереж. За передавання дискретних сигналів аналоговим каналом на його вході та виході має бути спеціальний пристрій, що перетворює цифрові дані на аналоговий сигнал із відповідним спектром і передає його в канал, а сигнал із каналу перетворює з аналогової форми на цифрову. Ці функції зазвичай виконує аналоговий модем, інколи – факс-модем.

Цифрові канали мають деякі переваги перед аналоговими, але можуть використовувати лише спеціалізовані лінії або системи зв'язку. Для цього застосовують спеціальні пристрої (адаптери, лінійні драйвери тощо).

Як аналогові, так і цифрові канали зв'язку можуть бути виділеними або комутованими. Виділені канали комутуються лише раз при укладанні договору оренди з підприємством зв'язку або в момент прокладання індивідуальної лінії. Вони надійніші, ніж комутовані, оскільки не включають комутаційної апаратури, але й дорожчі.

Нині в цифровій формі можна передавати будь-яку інформацію, забезпечуючи її необхідну надійність за значної швидкості передавання. Однією з головних переваг передавання інфор-

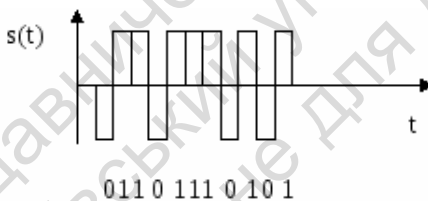


Рис. 1. Цифровий сигнал

мації стало створення інформаційно-обчислювальних мереж і технологічної бази для виробництва високошвидкісних перемикачів, широкосмугових модемів, мультимплексорів, підсилувачів тощо.

Кодування – це подання за визначеними правилами дискретних повідомлень у деякі комбінації, складені з певної кількості

є можливість використання кодованих сигналів і оптимального в заданих умовах способу їхнього приймання. Сильним поштовхом для розвитку цифрових систем передавання інфор-

елементів-символів. Ці елементи називаються *елементами коду*, а кількість різноманітних елементів, із яких складаються комбінації, – *основою коду*. Елементи коду утворюють кодові комбінації. Широковідомий код Морзе – приклад нерівномірного коду. Правило кодування зазвичай зображується кодовою таблицею, у якій кожному символу повідомлення відповідає кодова комбінація. У вузькому сенсі під терміном "кодування" часто розуміють перехід від однієї форми подання інформації до іншої, більш зручної для зберігання, передавання та обробки. Комп'ютер може обробляти тільки таку інформацію, що зображена в числовій формі. Уся інша інформація (звук, зображення, показання приладів тощо) для обробки на комп'ютері має бути перетворена на числову форму.

У більшості цифрових засобів передавання інформації використовується двійкова система формування чисел, а сигнали, які відображають ці числа, формуються із двійкових імпульсів. Це імпульси прямокутної форми, які в один момент часу можуть набувати одного із двох значень. Тоді цифровий сигнал стає послідовністю двійкових імпульсів, яка зображує певне число. У такому випадку цифрі "1" відповідає імпульс прямокутної форми з одним, а цифрі "0" – з іншим значенням амплітуди.

Однією з головних переваг передавання інформації в цифровій формі є можливість використання кодованих сигналів і оптимального в заданих умовах способу їхнього приймання. Важливо, що за цифрового передавання всі типи сигналів, такі як мова, музика, телебачення, дані, можуть об'єднуватися в один загальний потік інформації, передавання якого формалізоване.

Окрім переваг, цифрові системи передавання інформації мають і певні недоліки:

- високі вимоги до обчислювальних засобів обробки сигналів цифрової системи передавання інформації;
- складність синхронізації передавальної та приймальної апаратури цифрової системи передавання інформації.

Системи передавання інформації (СПІ) поділяються на аналогові та цифрові. Першими у практичному використанні з'явилися аналогові СПІ, але сьогодні перевага віддається цифровим СПІ.

1.2.1. Цифрова обробка інформації

До цифрових пристроїв належать персональні комп'ютери. Вони працюють з інформацією, що зображена у цифровій формі, цифровими є і музичні програвачі лазерних компакт-дисків.

Найменша одиниця виміру інформації називається біт (bit) – скорочення від англійських слів binary digit, що означає *двійкова цифра*. Байт – ще одна одиниця обробки і передавання інформації (див. нижче).

У комп'ютерній техніці біт відповідає фізичному стану носія інформації: намагнічене – не намагнічене, є отвір – немає отвору. При цьому один стан прийнято позначати цифрою 0, а інший – цифрою 1. Послідовністю бітів можна закодувати текст, зображення, звук або яку-небудь іншу інформацію. Такий метод зображення інформації називається *двійковим кодуванням*.

В інформатиці часто використовують величину, яка називається байтом (byte) і дорівнює восьми бітам, тобто містить вісім двійкових розрядів. І якщо біт дозволяє вибрати один варіант із двох можливих, то байт, відповідно, один із 256 (28). Поряд із байтами для вимірювання кількості інформації використовують більші одиниці:

1 Кбайт (кілобайт) = 210 байт = 1024 байти;

1 Мбайт (мегабайт) = 210 Кбайт = 1024 Кбайти;

1 Гбайт (гігабайт) = 210 Мбайт = 1024 Мбайти.

Інформація передається у вигляді повідомлень від деякого джерела до її приймача за допомогою каналу зв'язку між ними. Джерело посилає повідомлення, яке кодується в сигнал. Сигнал посилюється каналом зв'язку. У результаті в приймачі з'являється сигнал, що приймається, декодується і стає прийнятим повідомленням. На передавання інформації каналами зв'язку часто впливають перешкоди, що спричиняють її спотворення і втрату.

Будь-яка подія чи явище можуть бути виражені по-різному, у різний спосіб, різними алфавітами. Щоб інформацію точніше передати каналами зв'язку, її треба закодувати.

Інформація не може існувати без матеріального носія і передавання енергії. Закодоване повідомлення набуває вигляду сиг-

налів – носіїв інформації, які передаються каналом. У приймачі сигнали мають знов набути загальнозрозумілого вигляду за допомогою декодувального пристрою.

Сукупність пристроїв, предметів або об'єктів, що призначені для передавання інформації від одного з них (джерела) до іншого (приймача), називається *каналом інформації (інформаційним каналом)*. Прикладом цього є телефон. Людина (джерело повідомлення) говорить. Кодувальний пристрій (мікрофон) перетворює звук на електричні імпульси. Канал, яким передається інформація, – це телефонний дріт. Частина трубки, яку ми підносимо до вуха, виконує роль декодувального пристрою (електричні сигнали знову перетворюються на звуки). Інформація надходить до "приймаючого пристрою" – вуха людини на іншому кінці дроту. Канал містить телефонні апарати (пристрої), проводи (предмети) і апаратуру АТС (пристрої). Особливістю такого інформаційного каналу є те, що при потраплянні до нього інформація, яка зображена у вигляді звукових хвиль, перетворюється на електричні коливання і потім передається. Такий канал називається *каналом із перетворення інформації*. Однак це був приклад передавання аналогової інформації.

Прикладом передавання цифрової інформації є комп'ютер. Окремі його системи передають одна одній інформацію за допомогою сигналів. Комп'ютер – пристрій для обробки інформації, він не створює її, а перетворює те, що в нього було введено. Комп'ютер є інформаційним каналом для перетворення інформації: інформація надходить із зовнішніх пристроїв (клавіатури, диска, мікрофона), перетворюється на внутрішній код і обробляється, завдяки чому перетворюється на форму, що придатна для сприйняття зовнішніми вихідними пристроями (монітором, принтером, динаміками тощо), і передається на них.

Кодування інформації – це процес формування її певного зображення. Інформація перетворюється з її вихідної форми подання на форму, яка є зручною для зберігання, передавання або обробки. Декодування – це зворотний перехід до вихідного подання інформації.

1.2.2. Музика у цифрових форматах

Важко уявити сучасний світ без цифрових аудіозаписів. Масового поширення вони набули не дуже давно. Перші експериментальні цифрові аудіозаписи були створені у 1960-х роках. Виготовлення цифрових записів класичної та джазової музики для продажу почалося у 1970-ті.

Цифровий звук виявився зручним і корисним для запису, обробки, масового виробництва та поширення аудіо. Поширення звукової інформації у вигляді аудіофайлів значно дешевше та простіше, ніж її поширення у вигляді фізичних об'єктів.

У 1928 році американський учений Гаррі Найквіст (1889–1976) визначив необхідну смугу лінії зв'язку для передавання імпульсного сигналу – основу цифрового звуку.

У 1933 році радянський учений Володимир Олександрович Котельников (1908–2005) оприлюднив теорему, згідно з якою аналоговий сигнал з обмеженим спектром може бути відновлений однозначно і без втрат за своїм дискретним відліком, узятим із частотою строго більшою від подвоєної максимальної частоти спектра.

У 1937 році британський учений Алек Рівз (1902–1971) запатентував перший опис імпульсно-кодової модуляції.

У 1948–1949 роках один із засновників теорії інформації, американський математик Клод Шеннон (1916–2001), сформулював фундаментальні поняття, ідеї та їхню математичну форму, які в наш час становлять основу сучасних комунікаційних технологій. До речі, саме він запропонував використовувати термін "біт" для позначення найменшої одиниці інформації.

У 1977 на токійській аудіовиставці концерни "Mitsubishi", "Sony" та "Hitachi" продемонстрували прототипи цифрових грамплатівок (аудіодисків).

1980 року стандартний компакт-диск був офіційно представлений, але на його узгодження і доопрацювання пішло два роки. У 1982 році у Європі та Японії був прийнятий стандарт для компакт-дисків.

Перетворення аналогового сигналу на цифровий відбувається за допомогою спеціального пристрою – *аналогово-цифрового*

перетворювача (напр. звукова карта комп'ютера). Окрім того, цифровий сигнал часто генерують за допомогою цифрових синтезаторів. Для програвання цифрового сигналу він знову перетворюється на аналоговий і передається на гучномовець.

Аналогово-цифровий перетворювач вимірює амплітуду звукового сигналу з певною частотою дискретизації та певною роздільністю. Основними якісними характеристиками цифрового аудіо є такі:

- Частота дискретизації, що визначає частоту, з якою здійснюються заміри амплітуди сигналу, і вимірюється у герцах або кілогерцах (кГц). Згідно з теоремою Котельникова, частота дискретизації має бути щонайменше вдвічі більшою за найвищу частоту корисного сигналу. Оскільки людина сприймає звуки із частотою до 20 кГц, то для якісного аудіо частота дискретизації має бути щонайменше вдвічі вищою за цю частоту.

- Амплітудна роздільність, що визначає точність, з якою здійснюються заміри амплітуди сигналу. Амплітудна роздільність вимірюється кількістю бітів, що відводяться для запису значення амплітуди. Оскільки 1 біт дорівнює одному розряду у двійковій системі, то ця величина називається *розрядністю*. Наприклад, 16-бітова розрядність забезпечує запис $2^{16} = 65\,536$ рівнів амплітуди.

Підвищення обох параметрів уможливорює якісніше оцифрування звуку, проте збільшує обсяги даних.

Якщо записуваний сигнал включає частоти, вищі за максимально припустиму граничну частоту, то при його оцифруванні виникає ефект накладання спектрів частот. Для запобігання цьому ефекту потрібен фільтр захисту накладання спектрів, що обмежує спектр сигналу граничною частотою.

Іншим небажаним ефектом при оцифруванні звуку є шум квантування, що виникає внаслідок округлення значень амплітуди. Шум квантування сприймається як доволі неприємне спотворення на частоті 3 – 5 кГц. Для зменшення цього ефекту використовують додавання до сигналу псевдовипадкового сигналу. Хоча загальний рівень шумів при цьому збільшується, суб'єктивно сприйманий неприємний ефект зменшується.

Після оцифрування звуковий сигнал може піддаватися цифровій обробці із застосуванням фільтрів або звукових ефектів. Далі цифрове аудіо може бути збережене або передане. Зберігають цифрове аудіо на компакт-дисках, iPod (торгова марка серії портативних медіапрогравачів компанії "Apple"), жорстких дисках або будь-яких інших цифрових носіях інформації. Для зменшення обсягу файлів зазвичай застосовують стиснення звукових даних у форматі MP3 і аналогічних.

Останнім етапом роботи із цифровим аудіо є зворотна конвертація в аналоговий формат. У цьому випадку здійснюють дискретизацію, підвищують або знижують частоту модуляції.

Існують різні поняття звукового формату. Формат зображення звукових даних у цифровому вигляді залежить від способу квантування аналогово-цифровим перетворювачем (АЦП). У звукотехніці нині найбільш поширені два види квантування: імпульсно-кодова та сигма-дельта модуляції.

Найчастіше розрядність квантування і частоту дискретизації вказують для різних звукових пристроїв запису і відтворення як формат зображення цифрового звуку (24 біти / 192 кГц; 16 бітів / 48 кГц).

Формат файлу визначає структуру й особливості подання звукових даних при зберіганні на накопичувачі ПК. Для усунення надмірності аудіо використовують аудіокодеки, за допомогою яких стискають аудіодані. Виділяють три групи звукових аудіоформатів файлів: без стиснення, такі як WAV, AIFF; зі стисненням без втрат (APE, FLAC); зі стисненням із втратами (MP3, Ogg).

Окрему групу становлять модульні музичні формати файлів. Виготовлені синтетично або із фрагментів запису заздалегідь записаних "живих" інструментів, вони переважно служать для створення сучасної електронної музики (MOD). Також сюди можна віднести формат MIDI, який не є звукозаписом, але за допомогою апаратного пристрою або прикладної програми, що мають спільну назву секвенсор, дозволяє записувати і відтворювати музику, використовуючи певний набір команд у текстовому вигляді.

Формати носіїв цифрового звуку застосовують як для масового поширення звукових записів (CD, SACD), так і у професійному звукозаписі (DAT, мінідиск).

Для систем просторового звучання також можна виділити формати звуку, які переважно є звуковим багатоканальним супроводом до кінофільмів. Такі системи мають цілі сім'ї форматів від двох великих конкуруючих компаній – "Digital Theater Systems Inc." (DTS) та "Dolby Laboratories Inc." ("Dolby Digital").

Також форматом називають кількість каналів у системах багатоканального звуку (5.1; 7.1). Спочатку така система була розроблена для кінотеатрів, але згодом розширена для систем домашніх кінотеатрів.

Отже, процес створення теоретичної бази та формування практичного підґрунтя для того, щоб уможливити масове записування і всесвітнє розповсюдження цифрових аудіо, тривав близько трьох чвертей століття. Тут доречно пригадати внесок у цю справу таких учених, як Річард Хеммінг, Девід Хаффман, Алекс Хоквінгем, Ірвін Рід, Густав Соломон та інших, а також зазначити роки напруженої роботи компаній "Philips", "Matsushita", "Sony" та ін.

Завдяки роботі науковців стало можливим оцифровування звуків. Аналогово-цифровий перетворювач став тим пристроєм, що змінив історію. Саме його робота дала нам можливість зберігати, редагувати та відтворювати численні аудіозаписи. Можна очікувати ще багато нового у сфері цифрового аудіо.

1.2.3. Цифрова фотографія

Фотографування – це сукупність різноманітних науково-технічних засобів, які мають за мету фіксування зображень об'єктів за допомогою світла. Цифрова фотографія використовує замість світлочутливих матеріалів, де застосовують галогеніди срібла, перетворення світла світлочутливою матрицею й отримання цифрового файлу, що підлягає подальшій обробці та друкуванню.

Оскільки обробляють отримані файли із зображеннями на комп'ютері (або іншій цифровій техніці), то цифрове фотографування часто відносять до сфери інформаційних технологій.

Головний принцип дії цифрових фотоапаратів практично не відрізняється від класичних аналогових. Основою також є світ-

лонепроникна камера, з одного боку якої встановлений об'єктив, що відтворює реальне зображення об'єктів зйомки у фокальній площині. Експозиція регулюється діафрагмою об'єктива і вимірюється в ті самі способи, що в аналоговій фотографії. Для кадрування і фокусування використовують видошукач. Відмінність полягає в тому, що замість фотоматеріалу у фокальній площині об'єктива встановлена напівпровідникова фотоматриця, яка перетворює світло на електричні сигнали. Ці аналогові сигнали перетворюються на цифрові файли, які потім зберігаються на вбудованому або зовнішньому накопичувачі.

Розглянемо історію створення цифрових фотопристроїв, яка почалася трохи більше 100 років тому. У 1907 році германські інженери М. Дикман та Г. Глаге отримали патент на систему телебачення, де як приймач використовували електронно-променеву трубку (ЕПТ), або кінескоп, який у 1897 році розробив і запропонував до впровадження німецький фізик, нобелівський лауреат Карл Фердинанд Браун (1850–1918). У 1918 році Алан Арчібальд Кемпбелл-Свінтон (1863–1930), Шотландія, запропонував використовувати ЕПТ не тільки як приймач, але й як передавач зображення. Згодом розроблена ним технологія лягла в основу створення телебачення і використовується донині. Звичайно, кінескоп не має прямого відношення до створення цифрового фото, проте історія цифрової фотографії починається саме з нього.

Наступний винахід, що пов'язаний із винаходом цифрової фотозйомки, належить до 1969 року, коли дослідники лабораторії Белла Джордж Сміт та Уіллард Бойл (Нобелівська премія з фізики 2009 р.) розробили концепцію ПЗЗ-матриць (приладу із зарядовим зв'язком, **Charge-Coupled Device, CCD**). Описувані матриці стали основним елементом сучасних цифрових пристроїв реєстрації зображення. Ці сенсорні матриці складаються із безлічі дрібних елементів, пікселів (від **PI**Cture **EL**ement). Одним із найбільш поширених маркетингових параметрів фотокамер є кількість мегапікселів (1 мегапіксель = 1000000 пікселів), хоча не менш важливим є внутрішнє програмне забезпечення фотоапарата, яке перетворює інформацію із сенсорів на збалансовану за кольорами картинку, фізичний розмір матриці та якість оптики (об'єктива камери).

Пікселі матриці також називають сенсорами, або фотодіодами. Крізь об'єктив камери світло потрапляє на сенсори, які здатні реєструвати фотони, що падають на них. Фотодіоди не можуть розрізняти колір світла, тому світло в цифрових фотокамерах попередньо пропускається крізь кольорові фільтри. Найпоширенішими є фільтри для трьох базових кольорів – червоного, синього і зеленого. Таким чином, для кожного фотодіода можна підрахувати кількість фотонів одного з базових кольорів, що потрапили на нього за час витримування.

Щоб обчислити всі три компоненти кольору в околі кожного фотодіода, необхідно розташувати фільтри так, щоб поруч були червоний, зелений і синій. Таким чином стає можливою побудова повної кольорової картинки в просторі RGB (**R**ed **G**reen **B**lue).

Перша матриця містила всього сім світлочутливих елементів. Донині всі цифрові фотоапарати, сканери, відеокамери, телефакси і багато інших подібних пристроїв використовують у своїй конструкції ПЗЗ-матриці або аналогічні розробки. За кілька років (1972) Сміт і Бойл створили перший прототип електронної камери, основою якої була ПЗЗ-матриця. У 1972 році фірма "Texas Instruments" запатентувала апарат під назвою "Повністю електронний пристрій для запису і подальшого відтворення нерухомих зображень". Відтворювалися знімки за допомогою звичайного телевізора. Буквально за рік напівпровідниковий гігант "Fairchild" почав промисловий випуск матриць із роздільною здатністю 100×100 пікселів. У 1974 році таку матрицю вбудували в камеру одного з місячних зондів і отримали першу цифрову астрономічну фотографію.

Для реєстрації сигналу, що містить відеоінформацію про зображення, необхідний магнітний або магнітооптичний диск, на який здійснюється записування у цифровій формі. У каналі запису отриманий сигнал перетворюється з аналогової форми на цифрову або перекодовується з однієї цифрової форми на спеціальний цифровий код, зручний для передавання каналом магнітного запису. Завдяки такому перетворенню електронну фотографію почали називати цифровою. У цифровій фотокамері відбувається оптоелектронне перетворення зображення об'єкта зйомки на відеосигнал, який записується на магнітний диск і

вводиться в пам'ять цифрової фотокамери. Цифрова фотографія має низку властивих тільки їй переваг, наприклад інтеграцію процесів фотографування й оброблення кольорового зображення за допомогою різних графічних редакторів, що дозволяє вносити виправлення.

У 1980 році компанією "Sony" була розроблена перша кольорова відеокамера, світлочутливим елементом у якій була ПЗЗ-матриця. Із цього моменту цифрова фотографія починає бурхливо розвиватися. У 1981 році було представлено інший пристрій – Mavica (**M**agnetic **V**ideo **C**amera) – з роздільною здатністю 0.28 мегапікселів (570 x 490). Його можливості обмежувалися записом окремих кадрів, тому він був більше фотоапаратом, ніж відеокамерою.

Історія цифрової фотографії та техніки 1990-х років передусім характеризується появою по-справжньому електронної комерційної камери Logitech FotoMan FM-1 (інша назва – Dycam Model 1). Апарат записував чорно-біле зображення з роздільною здатністю 376 x 240 пікселів (0,09 Мп). Знімки зберігалися у вбудованій пам'яті, обсяг якої сягав чималої на той час величини – 1 Мбайт, чого вистачало для зберігання 32 знімків. Фотокамера мала інтерфейс підключення до ПК.

У другій половині 1990-х компанія "Olympus" відзначилася не тільки технологічними пристроями, але й інноваційною концепцією: фотоапарат + приватне сховище фотографій + сканер + принтер.

У 1997 році фотоапарат FujiFilm DS-300 подолав довгоочікуваний рубіж у 1 мегапіксель. У кінці цього самого року "Olympus" випустила 1,4-мегапіксельний фотоапарат C-1400 XL.

У 2002 році компанією "Sigma" був випущений фотоапарат із тришаровою матрицею Foveon. У наступному році у продажу з'явилася професійна дзеркальна цифрова камера "Canon EOS 300D". Згодом ринок заповнили подібні моделі, що стало основною причиною витіснення плівкових апаратів як класу. У цьому самому році "Kodak", "Fujifilm" та "Olympus" представили стандарт 4 : 3, якого дотримуються більшість виробників і донині.

Оскільки з розвитком технологій розмір файлів із цифровими фотографіями невпинно зростає, то виникла проблема розробки

стандартів для ефективного зменшення їхніх розмірів. На сьогодні існують різні формати зображення файлів із фотографіями. Перелічимо деякі з них.

BMP – це точковий рисунок (скорочено від BitMaP). У форматі BMP (тільки для Windows) використовується дуже простий алгоритм стиснення розміру файлу без втрат якості. Цей алгоритм добре працює із файлами, що містять великі області одного кольору (напр. створені програмою Paint), але неефективний для плавних півтонових переходів цифрових фотографій.

GIF – формат графічного обміну (скорочено від Graphics Interchange Format). Застосовується найчастіше для зображень, що розміщені на web-сайтах. Забезпечує стиснення без втрат і малий розмір файлу, однак 8-бітовий формат зберігає не більше 256 кольорів, на відміну від 16,7 млн кольорів у 24-бітовому форматі.

JPEG – об'єднана група експертів фотографії – назва групи, яка розробила цей формат (скорочено від Joint Photographic Experts Group). Більшість графічних програм дозволяє відкривати і зберігати файли JPEG. У форматі JPEG стиснення даних здійснюється із втратами. Ступінь стиснення зазвичай можна задавати, при цьому найвищій якості відповідає найбільший розмір файлу. При кожному збереженні файлу у форматі JPEG відбувається втрата якості, тому при тривалій роботі із файлом слід записувати його у внутрішньому форматі графічної програми до завершення роботи.

RAW – формат стиснення без втрат (назва від англ. raw – "сирий"). Цей формат цифрових файлів зображення містить необроблені дані про електричні сигнали із фотоматриці цифрового фотоапарата, цифрової кінокамери, а також сканерів нерухомих зображень або кіноплівки. Назву "сирий" такі файли отримали тому, що не оброблені, а отже, не придатні для друкування або читання жодним із растрових графічних редакторів.

TIFF – формат зберігання растрових графічних зображень (скорочено від Tagged Image File Format). При використанні дані стискаються, але або без втрат, або з невеликою втратою якості. При цьому розмір файлу значно не зменшується, як у

форматі JPEG. TIFF став популярним форматом для зберігання зображень із великою глибиною кольору. Його рекомендують для файлів зображень, які надсилають у видавництва.

Отже, поява цифрової фотографії стала справжнім проривом у розвитку фотографії. Завдяки цій технології процес від моменту зйомки до отримання кінцевого зображення скоротився до мінімуму, а фотографування стало ще більш доступним і зручним. Навіть сучасні мобільні телефони оснащують цифровими фотокамерами, що здатні робити фотознімки хорошої якості.

Цифрова фотографія має низку властивих тільки їй переваг, наприклад інтеграцію процесів фотографування й обробки кольорового зображення за допомогою різних графічних редакторів. Це дозволяє вносити виправлення й управляти якістю зображення: змінювати колірну насиченість, контраст, ретушувати зображення тощо. Крім зручності й оперативності, цифрова фотографія дозволяє підключатися не тільки до моніторів, принтерів, факс-модемів, але за допомогою комп'ютерних технологій – і до всесвітньої інформаційної мережі "Інтернет".

Підсумовуючи зміст цього підрозділу, ще раз перелічимо головні переваги і недоліки цифрової фотографії.

До переваг належать:

- оперативність процесу знімання й отримання кінцевого результату;
- значна кількість знімків для неперервного знімання;
- великі можливості вибору режимів знімання;
- простота створення панорам і спецефектів;
- поєднання функцій в одному пристрої, зокрема відеозйомка в цифрових фотоапаратах і, навпаки, фоторежим у відеокамерах;
- зменшення габаритів і ваги фотоапаратури;
- можливість перегляду результату без додаткової обробки;
- відсутні витрати на плівку;
- не потрібне проявлення;
- автоматичне визначення витримки;
- контроль якості знімків при зйомці;
- можливість створювати скільки завгодно копій знімка з якістю оригіналу практично безкоштовно.

До недоліків належать:

- Пікселізація. Регулярна структура ПЗЗ-матриці зумовлює принципово інший характер шумів зображення, ніж аналогові фотографічні процеси. Це призводить до сприйняття зображення, особливо отриманого на межі можливостей камери, як штучного.
- Зменшення роздільної здатності фотосенсора залежно від його габаритів. У малих фотосенсорах висока щільність пікселів призводить до змішування зон генерації носіїв (внутрішнього фотоефекту).
- Принципові труднощі доказування автентичності цифрової фотографії у зв'язку із самою суттю цифрових технологій копіювання файлів і обробки зображень.
- Відносно невелика фотографічна широта матриць, що не дозволяє без втрати деталей знімати сюжети з великим діапазоном яскравості.

1.2.4. Цифрові відеосистеми

Недоліки, що властиві аналоговому способу запису і відтворення зображення, зумовили розробку цифрового відеоформату. На відміну від аналогового відео, якість якого зменшується за кожного послідовного копіювання, будь-яка копія цифрового відео ідентична оригіналу.

Комп'ютерне цифрове відео має вигляд послідовних цифрових зображень, які супроводжуються відповідним звуком і зберігаються у цифровому форматі.

Цифрове відео має чотири основні характеристики:

FR – частота кадру (Frame Rate);

SR – просторова роздільна здатність (Spatial Resolution);

CR – здатність розділяти кольори (Color Resolution);

IQ – якість зображення (Image Quality).

Частота кадру – стандартна швидкість відтворення відеосигналу – 30 кадрів/с (для кіно цей показник становить 24 кадри/с). Кожен кадр складається із певної кількості рядків, які промалюються не послідовно, а через один, у результаті створюються два півкадри ("поля"). Тому кожна секунда аналогового

відеосигналу складається із 60 полів (півкадрів). Такий процес називається *переплетенням* (interlaced) *відео*.

Просторова роздільна здатність визначає кількість точок, із яких складається зображення на екрані. Стандарти телевізійного аналогового відеосигналу, що прийняті в Північній Америці та Японії, відрізняються від аналогічних стандартів у Європі. Водночас обидві системи стандартів відрізняються від стандартів для роздільної здатності комп'ютерних моніторів. Тому прямого зв'язку між роздільною здатністю аналогового відео та відповідною характеристикою комп'ютерного дисплея немає.

Здатність розділяти кольори визначає кількість кольорів, що одночасно відображаються на екрані. Комп'ютери обробляють колір у RGB-форматі (червоний – зелений – синій, **Red-Green-Blue**), тоді як відео використовує також інші методи. Однією з найбільш поширених моделей відображення кольору для відеоформатів є YUV, що можна вважати подальшим розвиненням RGB-формату і було зручно використовувати за появи кольорового телебачення для його сумісності із чорно-білим. Кожна з моделей RGB і YUV забезпечує різні рівні глибини кольору (максимальної кількості кольорів).

Для моделі RGB доступні такі режими розділення кольору залежно від кількості бітів, що припадають на один піксель: $28 = 256$ кольорів, $216 = 65536$ кольорів, $224 \approx 16,7$ млн кольорів. Для моделі YUV доступні режими із $221 \approx 2$ млн кольорів та $224 \approx 16,7$ млн кольорів.

Якість зображення – мабуть найважливіша характеристика відеозображення. Вимоги до якості залежать від конкретного завдання. Іноді достатньо, щоб картинка була площею чверть екрана з палітрою із 256 кольорів (8 бітів) за швидкості відтворення 15 кадрів/с. За інших випадків потрібне широкоформатне відео (768 x 576) з палітрою в 16,7 млн кольорів (24 біти) і повна кадрова розгортка (24 чи 30 кадрів/с).

Відеосистема комп'ютера складається із трьох компонентів: монітора (дисплея), відеокарти і програмного забезпечення (драйверів відеосистеми).

Відеоадаптер посилає в монітор сигнали управління яскравістю променів і синхронізуючі сигнали рядкової та кадрової роз-

гортюк. Монітор перетворює ці сигнали на зорові зображення. А програмні засоби обробляють відеозображення – виконують кодування і декодування сигналів, координатні перетворення, стиснення зображень тощо. Отже, цифрова відеосистема комп'ютера – це комплекс пристроїв, що здатний програвати відео цифрового формату.

Важливим елементом відеосистеми є відеокарта. Відеокарта – пристрій, що призначений для обробки, генерації зображень із подальшим їх виведенням на екран периферійного пристрою. Сучасні відеокарти не обмежені лише звичайним виведенням зображень, вони мають вбудований графічний мікропроцесор, який може виконувати їх додаткову обробку, звільняючи від цих задач центральний процесор. Процесор і відеокарта працюють разом і залежать один від одного.

Відеокарта складається із таких основних пристроїв: пам'ять, контролер і відео-ПЗП.

Відеопам'ять потрібна для зберігання зображення, її розмір визначає максимально можливу роздільну здатність зображення.

Відеоконтролер відповідає за виведення зображення з відео-пам'яті, оновлення її вмісту, формування сигналів для монітора й обробку запитів центрального процесора, який задає необхідний потік інформації для виведення.

Відео-ПЗП – постійний запам'ятовуючий пристрій, у якому записані відеосигнал, програми обробки зображення, екранні шрифти, службові таблиці тощо.

Розвиток фото- та кіноіндустрії викликав необхідність якісної еволюції дисплеїв. Винайдення цифрового методу передавання даних значною мірою сприяло розвитку індустрії загалом, зробивши високу якість сигналу не мрією, а реальністю. Звісно, подібна технологія відкрила нові межі розвитку засобів виведення сигналу. Сучасні цифрові LCD-монітори (з використанням рідких кристалів) містять у десятки разів більше пікселів, ніж аналогові ЕПТ-монітори (електронно-променеві трубки). LCD-монітори нині майже повністю витіснили з ринку ЕПТ-монітори. Це зумовлено передусім значно вищою якістю зображення та поступовим зниженням цін на монітори такого типу.

Проте вже зараз активно розвиваються монітори нових типів, серед яких найбільш перспективними є плазмові та OLED-монітори (органічний світлодіод, **Organic Light – Emitting Diode** – напівпровідниковий прилад, що виготовлений із органічних сполук). OLED-монітори ефективно випромінюють світло при проходженні через них електричного струму. OLED-технологія дозволяє робити фантастичні речі: згорнути екран у трубочку, створювати прозорі табло, працювати в широкому діапазоні температур тощо, що в найближчому майбутньому кардинально змінить звичний вигляд комп'ютерів, телефонів і телевізорів.

Відповідно до Женевської конвенції 2006 року світова спільнота мала перейти до цифрового телебачення до кінця 2015 року. Однак багато країн зіштовхнулись із труднощами виконання цих зобов'язань. Серйозними проблемами стали фінансування переходу, великий обсяг робіт і плутанина з вибором стандарту мовлення. Однак найбільшою проблемою виявилось небажання більшості населення переходити на нові стандарти і купувати спеціальні приставки – декодери. Найбільше незадоволення такі нововведення викликали в країнах, що розвиваються (Мексика, Білорусь, Україна), де цифрові стандарти запроваджувалися у 2015–2020 роках, на противагу високорозвиненим країнам, що здійснили перехід у 2006–2015 роках (Нідерланди, США, Німеччина).

1.3. Сучасні засоби комунікації

Розвиток суспільних відносин супроводжується поглибленням спілкування і розгалуженням зв'язків людини з людиною, народу з народом, суспільства із суспільством, тобто розвитком процесів комунікації. Науково-технічна революція, інтенсифікація міжнародного співробітництва та інші важливі фактори підвищують значення масових комунікативних процесів. Тому однією із характерних особливостей нашого часу є безпрецедентний розвиток засобів масової комунікації.

Відбувається глобалізація засобів масової інформації та комунікації, трансформується вся структура комунікативного досвіду людини. Засоби масової комунікації стають не тільки "ма-

гічним вікном", крізь яке ми дивимося на світ, а й "дверима", через які ідеї проникають у нашу свідомість. Це стосується всіх засобів масової комунікації, і передусім всесвітньої комп'ютерної мережі "Інтернет".

Розглянемо, які є види сучасних засобів комунікації, як вони набувають планетарного характеру в сучасному світі. На сьогодні люди вже не бачать життя без інтернету, телебачення, радіо, журналів, газет. І все більша кількість людей стає підпорядкованою впливу масмедіа.

Комунікація (зв'язок, повідомлення – лат. *communicatio*) – передавання інформації від однієї системи до іншої за допомогою сигналів чи спеціальних матеріальних носіїв. Звідси випливає, що масова комунікація – це процес розповсюдження соціальної інформації за допомогою різних технічних засобів (друкування, радіо, телебачення, кіно та відеотехніки), особливий вид соціального спілкування, що здійснюється в масштабах суспільства і є важливою передумовою суспільного розвитку й організації.

Розповсюдження інформації за допомогою масової комунікації є засобом політичного, економічного та інших впливів на свідомість (мислення) і діяльність (поведінку) людей. Про види цих інструментів (засобів) ітиметься далі.

Тривале революційне перетворення засобів масової комунікації значно впливає як на матеріально-виробничу, так і на соціально-політичну, культурно-ідеологічну сфери життя всього людства і кожної окремої людини. У зв'язку із цим відкриваються нові можливості розширення діалогу, співробітництва і взаєморозуміння при обговоренні важливих питань. Масові комунікації мають пряме відношення до всіх цих проблем і самі можуть розглядатися як одна з найважливіших глобальних проблем.

З розвитком суспільства, ускладненням соціальної структури і соціокультурних відносин змінювалися форми й особливості аудиторії, на яку було спрямовано інформацію. Відповідно змінювалися й види засобів комунікації, що дало підставу говорити про масову комунікацію в індустріальних суспільствах, яка здійснюється за допомогою технічних засобів поширення повідомлень.

Відомі два типи засобів комунікації: природний (мова, міміка, жести) і штучний (технічний). До останнього належать тра-

диційний (преса, друкарство, писемність), сучасний (радіо, телебачення, кінематограф) і комп'ютеризований (мобільні телефони, комп'ютери, інтернет).

Першим масмедіа була газета. Свою назву вона отримала, імовірно, від дрібної монети – gazzetta, якою у Венеції у XVI ст. платили за рукописний звіт про поточні події. Періодичні друковані видання – нідерландські "Courant" ("Сучасні події"), англійські "Newspaper", французька "Lagazette", тобто те, що ми називаємо пресою, з'явилися у Європі вже у першій половині XVII ст. В Україні перша газета "Kurier Lwowski" з'явилась 1749 року у Львові.

Преса відображає політичні пристрасті та соціальні інтереси груп, які домінують у суспільстві, будучи їхнім словом, трибуною, з якої вони проголошують свої ідеї та доктрини. У 30-ті – 40-ві роки XIX ст. більшість населення отримала доступ до друкованих новин. У розвинених країнах Європи і в США набула поширення дешева "копійчана" преса, яка виходила масовими на той час накладками й ураховувала інформаційні уподобання аудиторії. Зважаючи на потреби і вимоги ринку, виробництво новин і газет дедалі більше ставало індустріальним.

Одночасно з розвитком друкованих ЗМІ поява нових технологій дала можливість застосування нових засобів спілкування між окремими особами, в окремих соціальних групах, у всесвітньому масштабі (телефон, радіо, телебачення, інтернет). Стрімкий розвиток науки і техніки спричинив появу нових цифрових і інформаційно-комп'ютерних технологій, які активно й успішно впроваджуються в багатьох напрямках суспільного життя, у тому числі й у сфері комунікацій. Їх використання змінило традиційні засоби масової комунікації (ЗМК) і сприяло розвитку принципово нових каналів поширення інформації.

1.3.1. Як працює мобільний телефон

У наш час важко уявити людину без мобільного телефону (МТ). Ще зовсім недавно, на початку цього тисячоліття, МТ мали тільки одиниці. Зараз же МТ для багатьох набули першо-

рядного значення. Ще жодна технологія не була настільки популярною. Статистика показує, що сьогодні у світі близько чотирьох із половиною мільярдів людей використовують якийсь мобільний пристрій. І ця цифра постійно зростає!

МТ може виступати в ролі фото- або відеокамери, mp3-плеєра, пристрою для читання і редагування файлів у різних форматах (а останні моделі якістю не поступаються спеціально призначеній для цього техніці); це календар, блокнот, будильник тощо. За допомогою МТ можна переглядати сторінки інтернету, читати електронну пошту, спілкуватися. Можна стверджувати, що мобільний зв'язок кардинально змінив наше життя.

Зазвичай МТ називають стільниковим телефоном, хоча, крім стільникових, є також супутникові телефони, радіотелефони й апарати магістрального зв'язку. Ми розглянемо принципи роботи саме стільникових телефонів.

Назва *стільниковий* походить від слова *стільник* (чарунка, комірка; рос. – сота, англ. – cell). Ідея стільникового зв'язку народилась як відповідь на необхідність розвитку широкої мережі об'єктів зв'язку, що рухаються, в умовах обмежень на доступні смуги частот.

У 1946 році фірма "Motorola" разом із дослідницькою лабораторією "Bell Laboratories" (що належала компанії AT & T) упровадила перший комерційний мобільний телефонний сервіс у США – мобільну телефонну систему (МТС), яка дозволяла використовувати телефонний зв'язок із автомобіля.

У 1947 році "Bell Laboratories" запропонувала принцип дії стільникового мобільного зв'язку. Ідея полягала в розбитті територій, що обслуговуються, на невеликі ділянки (комірки). Кожна комірка має обслуговуватися передавачем із обмеженим радіусом дії та фіксованою частотою. Це дозволяє без взаємних перешкод використовувати ту саму частоту повторно й одночасно в іншій комірці. Однак минуло майже 30 років, перш ніж такий принцип був реалізований на апаратному рівні.

1973 року був випущений перший прототип портативного стільникового телефону – "Motorola DynaTAC". Вважають, що перший дзвінок був зроблений 3 квітня 1973 року, коли співробітник "Motorola" Мартін Купер подзвонив конкуренту з AT & T

Джоелю Енгелю. Мартін Купер народився 1928 року в Чикаго, США, у сім'ї єврейських емігрантів з України, які мешкали раніше в містечку під Києвом.

"DynaTAC" важив близько 1,15 кг і мав розміри $22,5 \times 12,5 \times 3,75$ см. На його передній панелі було розміщено 12 клавіш, з них 10 цифрових і 2 для відправлення виклику та закінчення розмови. У "DynaTAC" не було дисплея і жодних додаткових функцій. У режимі очікування він міг працювати до восьми годин, у режимі розмови – близько години (за іншими даними – 35 хвилин), заряджати його доводилось більше 10 годин. До 1983 року було створено п'ять прототипів "DynaTAC".

З тих пір МТ пройшов величезний шлях розвитку і значною мірою визначив нинішній спосіб існування суспільства. Розглянемо без глибоких технічних подробиць принцип дії МТ.

Коли ми набираємо номер, то наш апарат по радіоканалу зв'язується із найближчою базовою станцією. Кожна з базових станцій містить від однієї до дванадцяти антен, що спрямовані в різні боки. Сукупність базових станцій покриває деяку територію, від окремої оселі до країни загалом, і на відповідних схемах відображається зазвичай у вигляді рівновеликих правильних шестикутників. Ця подібність до бджолиних стільників дала привід назвати зв'язок стільниковим.

Базова станція обслуговує всі МТ у межах своєї комірки. При переміщенні абонента від однієї комірки до іншої його обслуговування передається наступній базовій станції. Насправді комірки ніколи не бувають строгої геометричної форми й однакового розміру. Реальні границі між ними мають вигляд неправильних кривих, що залежать від рельєфу місцевості, характеру і щільності рослинності та забудови. Більше того, границі комірок узагалі не є чітко визначеними, оскільки передавання обслуговування радіотелефонного апарату з однієї комірки в іншу може в деяких межах зміщуватися зі зміною умов поширення радіохвиль і залежно від напрямку руху абонента. Так само і положення базової станції лише наближено збігається із центром району обслуговування, який не так просто визначити однозначно, якщо комірka має неправильну форму.

Усі системи стільникового зв'язку працюють у визначеному стандарті. Стандарт стільникового зв'язку – це система технічних параметрів і угод для забезпечення функціонування системи стільникового зв'язку. Саме від стандарту, а точніше від частоти, на якій працює телефон, залежить якість зв'язку. За використання аналогового зв'язку звуковий сигнал може спотворюватися внаслідок природних і технічних перешкод, а за використання цифрового – передається у вигляді цифрового коду. Тому цифровий зв'язок незрівнянно якісніший і значно складніший для прослуховування.

У режимі очікування мобільний телефон постійно відстежує:

- вимірювання інформації системи, що пов'язані зі зміною режиму роботи оператора системи;
- вимірювання, що пов'язані з переміщенням мобільного телефону;
- команди системи, наприклад команду підтвердження своєї працездатності;
- отримання виклику з боку мережі (вхідні дзвінки).

Мобільний телефон вимірює і періодично передає на базову станцію:

- рівень сигналу від "своїх" базових станцій і до 16 сусідніх (суміжних) комірок;
- якість сигналу;
- підтверджує свою працездатність, передаючи відповідні сигнали (підтвердження реєстрації або уточнення місця розташування).

У момент отримання виклику з боку базової станції МТ видає потужний тестовий сигнал для перевірки якості зв'язку з базовою станцією. Якщо тестовий сигнал надходить без спотворень, то потужність вихідного сигналу зменшується і знову відбувається передавання тестового сигналу. Якщо тестовий сигнал надходить із помилкою, то потужність вихідного сигналу збільшується. І так до тих пір, поки не буде досягнута задовільна якість зв'язку за мінімального рівня випромінювання. Це робиться для того, щоб, по-перше, сповільнити розрядження батареї, а по-друге, зменшити потужність випромінювання, яке впливає на користувача. Зверніть увагу, що ще до того, як про-

лунає сигнал виклику і на дисплеї висвітлиться повідомлення про нього, мобільний уже почне випромінювати потужний сигнал. Настільки потужний, що якщо ви в цей час працюватимете біля комп'ютера, то зможете почути цей виклик.

Та сама процедура відбувається при вихідному виклику. При набірному необхідного номера і натисканні кнопки виклику мобільний телефон видає потужний тестовий сигнал для перевірки якості зв'язку з базовою станцією. При переміщенні із зони обслуговування однієї базової станції до зони обслуговування іншої, крім передавання тестових сигналів для перевірки якості зв'язку, відбувається і передавання сигналів для впізнання МТ і реєстрації його в новій комірці.

Сучасні технології мобільного зв'язку – це не стільки технології мобільної телефонії, скільки універсальні технології передавання інформації. Найпопулярнішим стандартом мобільного зв'язку є стандарт другого покоління – GSM (глобальна система мобільного зв'язку, англ. **G**lobal **S**ystem for **M**obile **C**ommunications). Мобільними телефонами цього стандарту зараз користуються більше мільярда людей у всьому світі.

Головним наслідком переходу до цифрової форми сигналу стала можливість використовувати мобільні телефони для передавання не тільки голосу (звуку), але й інших різновидів інформації. Як приклад зазначимо додатковий сервіс для мобільних телефонів – MMS (система передавання мультимедійних повідомлень, англ. **M**ultimedia **M**essaging **S**ystem).

Для реалізації багатьох нових задач мобільного зв'язку, зокрема передавання високоякісного відео в реальному часі (відеофонії), сучасних фото тощо в мережах другого покоління бракувало швидкості. Для забезпечення необхідних швидкостей створювалися нові стандарти. Ідея 3G виникла ще в 1985 році, коли Міжнародний союз електрозв'язку передбачив потребу в більш ємних і складних послугах, ніж ті, що були здатні забезпечити численні аналогові технології мобільного зв'язку того часу.

Ми вже звикли до термінів "3G", "4G", "5G". Розглянемо детальніше, що приховано за ними. Цифра і літера "G" позначають номер покоління (від англ. generation).

3G-інтернет – це набір послуг, які забезпечують швидкісний мобільний зв'язок із доступом до інтернету і створюють канал передавання даних на частотах дециметрового діапазону біля 2 ГГц зі швидкістю передавання від 1 до 3 Мбіт/с. Наприклад для того, щоб закачати MP3-пісню тривалістю 3 хв, необхідно лише близько 15 с. Для порівняння пригадаємо мобільні телефони другого покоління – найшвидший 2G-телефон може досягати швидкості передавання даних до 144 Кбіт/с (для завантаження 3-хвилинної пісні потрібно близько 8 хв). В Україні 3G з'явилося у 2015 році, тобто приблизно на 7 – 8 років пізніше за європейські країни.

Наступний рівень розвитку мобільного зв'язку (інтернету) – 4G – дозволяє здійснювати передавання даних зі швидкістю до 1 Гбіт/с. Основна відмінність мереж четвертого покоління від більш ранніх полягає в тому, що технологія 4G повністю спирається на протоколи пакетного передавання даних, у той час як 3G поєднує в собі як пакетну комутацію, так і комутацію каналів.

Нині Кабінет міністрів України відкрив діапазон 1800 МГц для впровадження 4G, що створило умови для його застосування на території країни. Сьогодні більше ніж 170 країн світу, у тому числі майже всі країни Європи, впровадили в себе 4G-технології. Припускаємо, що п'яте покоління забезпечить більшу пропускну здатність порівняно із 4G, що зробить доступнішими мобільні інтернет і зв'язок із широкою смугою пропускання. Поки що не існує стандартів для розгортання мереж 5G.

Сьогодні мобільний телефон – не просто засіб зв'язку, це портативний комп'ютер, що виконує безліч функцій. Можна стверджувати, що винаходження й упровадження телефону були тими знаковими подіями, які змінили хід історії людства, поставили його на нові рейки розвитку. Зараз складно уявити повсякденне існування без телефону.

Додамо кілька слів про вплив мобільного зв'язку на організм людини. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), до віддалених можливих наслідків використання МТ можуть бути віднесені хвороба Альцгеймера, депресивний синдром, схильність до епілептичних реакцій тощо. Фахівці вважають, що і конкретна модель, і ціна стільникового телефону при

цьому не мають практично ніякого значення. У негативному впливі головну роль відіграють режим роботи мережі та інтенсивність використання МТ. Дозу отриманого опромінення при цьому можна порівняти з тією, що отримують люди, які працюють із радіолокаційним або авіаційним обладнанням, радіо- та телевізійними передавачами. Основним шкідливим фактором мобільних телефонів вважають високочастотні випромінювання дециметрового діапазону. І хоча дані різних дослідницьких колективів досить суперечливі, є доведеним той факт, що радіохвилі із частотою біля 1 ГГц підвищують потік крові до кори головного мозку. Із цього можна зробити висновок, що люди, які часто користуються мобільним телефоном, входять до групи ризику. А найгірше, що це стосується дітей, оскільки мозок у них більш сприйнятливий до випромінювання телефону, ніж у дорослих людей. Уночі стільниковий телефон бажано вимикати, оскільки він, працюючи навіть у режимі очікування, здатний порушувати фази сну.

1.3.2. Оптиковолоконне і супутникове телебачення

Телебачення вже багато років є невід'ємною частиною нашого життя. Важко уявити будь-яку оселю, у якій не було б телевізора. Виникнення телебачення стало свого роду революцією, наслідки якої суттєво вплинули на розвиток суспільства, зокрема на масову психічну свідомість. Дехто втратив здатність до аналітичної (а інколи розумової) роботи. За рахунок нав'язування готових схем – шаблонів сприйняття – у психіці індивіда виробляються стереотипи, тобто моделі реагування на ту чи іншу життєву ситуацію, і людина підсвідомо вчиняє те, що вже змодельовано в тій чи іншій телепередачі.

Телебачення охоплює найширші верстви населення, навіть ті, які залишаються за межами впливу інших засобів масової комунікації. Це пояснюється особливостями його фізичної природи, що визначають специфіку телебачення як засобу створення та передавання повідомлень.

Однак звичайне телебачення обмежує можливості споживача, якщо йдеться про використання аналогового сигналу, телевізійних веж і антен для його розповсюдження і приймання, що суттєво зменшує технічні можливості внаслідок обмеженої потужності передавача і необхідності враховувати рельєф місцевості. Отже, епоха аналогового телебачення неухильно добігає кінця.

Розвиток ринку телекомунікацій і конкуренція диктують комерційним операторам зв'язку необхідність постійно винаходити нові послуги. Це зумовило створення й упровадження альтернативних засобів передавання телевізійного сигналу. Нині найбільше розповсюджені оптоволоконне і супутникове телебачення.

Однією з найперспективніших інтерактивних послуг стало цифрове телемовлення за допомогою міжмережевого протоколу (IPTV-мережі, англ. **I**nternet **P**rotocol **T**V). Невід'ємною частиною протоколу є адресація мережі (IP-адреса).

Оптоволоконний кабель різьчить від усіх попередніх видів кабелю, оскільки в ньому відсутнє перенесення електричних сигналів мідними дротами. Для передавання двійкових даних застосовують світлові імпульси. Через те, що оптоволоконний кабель використовує світло (фотони) замість електрики, майже всі проблеми, що притаманні мідному кабелю, наприклад електромагнітні перешкоди, згасання сигналу та необхідність заземлення, повністю усуваються. Важливою фізичною причиною такої переваги оптичного кабелю є ефект повного внутрішнього відбиття, коли кут падіння світла на границю скло – пластик (оболонка кабелю) перевищує деяке критичне значення. Наприклад, унаслідок зменшення згасання можна прокладати оптоволоконні кабелі зв'язку без регенерації (підсилення) сигналів на великі дистанції (аж до 120 км).

Оптоволоконний кабель є ідеальним для створення мережних магістралей, особливо для сполучення між будинками, оскільки він не чутливий до вологості та інших зовнішніх умов. Він також забезпечує підвищену таємність переданих даних, оскільки не має електромагнітного випромінювання і до нього практично неможливо підключитися без руйнування цілісності.

Оптичне волокно вважають найдосконалішим середовищем для передавання великих потоків інформації на великі відстані. Його

виготовляють із кварцу, основу якого становить двоокис кремнію – розповсюджений і недорогий матеріал, на відміну від міді. Оптичне волокно дуже компактне, легке, має діаметр близько 100 мкм.

Історія розвитку оптоволоконних ліній зв'язку почалася в 1965–1967 роках, коли з'явилися перші експериментальні лінії для передавання інформації із застосуванням оптичних хвилеводів. Із 1970 року активно проводилися роботи зі створення світловодів (оптичних кабелів), які б використовували видиме (оптичного діапазону хвиль) та інфрачервоне випромінювання. Створення волоконного світловоду і напівпровідникового лазера зіграло вирішальну роль у швидкому розвитку оптоволоконного зв'язку. До початку 1980-х років такі системи зв'язку були розроблені та випробувані. Їх основними сферами застосування стали телефонні мережі, кабельне телебачення, обчислювальна техніка, системи контролю й управління технологічними процесами тощо.

Перше покоління передавачів сигналів оптичним волокном з'явилося в 1975 році. На початку XXI ст. упроваджено вже четверте покоління такої апаратури. Нині швидко розвиваються системи дальнього оптичного зв'язку (на відстані в багато тисяч кілометрів). Успішно експлуатуються трансатлантичні лінії зв'язку США – Європа, Тихоокеанська лінія США – Гавайські острови – Японія. Ведуться роботи із завершення будівництва глобального оптоволоконного кільця зв'язку Японія – Сінгапур – Індія – Саудівська Аравія – Єгипет – Італія.

Перерахуємо переваги оптоволоконних ліній:

- дуже висока швидкість передавання інформації (на відстань більше 100 км без ретрансляторів);
- захищеність інформації, що передається, від несанкціонованого доступу;
- можливість передавати одним волокном одночасно до 10 млн телефонних розмов і 1 млн відеосигналів;
- висока стійкість до електромагнітних перешкод;
- стійкість до агресивних середовищ;
- гнучкість волокон;
- малі розміри й маса;
- іскро-, вибухо- та пожежебезпечність;
- простота монтажу;

- низька собівартість;
- довговічність (до 25 років).

Нині обмін інформацією між континентами здійснюється переважно через підводні оптоволоконні кабелі, а не через супутниковий зв'язок. При цьому головною рушійною силою розвитку підводних оптоволоконних ліній зв'язку є інтернет.

Супутникове телебачення також поділяють на аналогове та цифрове. Однак сьогодні аналогове телебачення не може у повному обсязі задовольнити потреби людини (невисока якість сигналу, обмежена кількість каналів, проблеми з обладнанням). Водночас цифровий формат мовлення – це тисячі різних каналів багатьма мовами світу, відмінна якість звуку та зображення. Більше 650 каналів із різних супутників можна бачити у відкритому доступі.

Сучасні супутники мають геостаціонарну орбіту. Це означає, що кутова швидкість руху супутника дорівнює швидкості обертання Землі за величиною і напрямком, тобто відносно будь-якої точки на поверхні Землі супутник висить практично нерухомо. Висота, на якій висить супутник, становить приблизно 36 тис. км. Завдяки постійному положенню супутника для приймання його сигналу не треба кожного разу налаштовувати антену.

Кількість місць на геостаціонарній орбіті, де можуть без перешкод перебувати супутники телевізійного мовлення, обмежена. Сьогодні таких місць близько чотирьохсот. У кожному з них можуть висіти відразу кілька супутників, навіть більше десяти. Щоб вони не заважали один одному, їхні частоти мовлення, зони обслуговування і робочі канали обирають у певних діапазонах. Супутники регулярно запускають на орбіту і виводять із неї. Це пов'язано не тільки із закінченням терміну служби супутників, який коливається від п'яти до семи років, а й із моральним старінням обладнання, а також із поломками.

Окрім геостаціонарних, використовують супутники, що летять низько (СЛН). Різниця між ними полягає в тому, що при застосуванні таких супутників зв'язок організовують за принципом ланцюжка. Над землею літають сотні СЛН, що сполучені між собою. Для приймання даних від них не потрібна величезна параболічна антена. Вистачить і такої, що використовується у стільникових телефонах, оскільки СЛН випромінюють сигнали

на дуже високій частоті. Перевагою використання СЛН є те, що в космос можна запустити кілька сотень супутників, які не заважають один одному і будуть рівномірно розподіляти між собою всю смугу каналів. Супутники висять низько, з великою потужністю передавачів покривають малу площу, отже, з них можна приймати сигнал на маленьку антену.

СЛН обслуговувати дорожче, тому поки що перевагу віддають геостационарним супутникам. На кожному геостационарному супутнику працюють десятки передавачів потужністю сотні ват. Оскільки супутник сигналом покриває досить велику площу, то рівень останнього в різних точках приймання різний і може бути невисоким.

1.3.3. Інтернет і комутаційне обладнання

На сучасному етапі розвитку суспільства інтернет як сукупність комунікаційних технологій і техніки є глобальним засобом обміну інформацією, що конструє принципово новий інформаційний простір наукової, культурної, суспільно-політичної сфери. Сайт, інтернет, мережа або аббревіатура WWW (Всесвітня павутина, World Wide Web) стали настільки звичними поняттями, що навіть замислюватися про їхню суть не спадає на думку. Однак перший веб-сайт з'явився лише якихось двадцять п'ять років тому. З кожним роком усе більше людей стають користувачами інтернету, але більшість із них не мають жодного уявлення, чим він є, які функції виконує і хто створив цю глобальну мережу.

Попередник інтернету почали створювати у США в 50-ті роки минулого століття. Він був призначений для забезпечення надійного зв'язку на випадок війни. Дослідження проводили на замовлення уряду США і мали на меті створення надійних розподілених комп'ютерних мереж, стійких до пошкоджень. Була побудована мережа ARPANET (від англ. **A**dvanced **R**esearch **P**rojects **A**gency **N**etwork), яка почала функціонувати наприкінці 1960-х років. Перше передавання даних між двома комп'ютерами цієї мережі на відстань 640 км сталося у 1969 році. На початку 1970-х років мережа об'єднувала вже близько 200 вузлів. Кі-

лькома роками пізніше до неї приєднали комп'ютери в Норвегії та Великобританії. Мережа стала міжнародною. Із 1 січня 1983 року мережа ARPANET отримала назву "Інтернет". Наступним етапом її розвитку стало розроблення системи доменних імен, упровадження яких почалося в 1984 році.

У 1984 році Національний науковий фонд США дійшов висновку, що всі існуючі мережі мають безліч недоліків і необхідно створити нову глобальну мережу, яка з'єднає швидкодіючі суперкомп'ютери з різних частин країни. Цю мережу назвали NSFNET (комп'ютерна мережа Національного фонду науки США, англ. **National Science Foundation Network**) і вона незабаром стала головною магістраллю інтернету.

У 1990 році мережа ARPANET програла в конкурентній боротьбі NSFNET і припинила своє існування. Того самого року відбулося перше підключення до мережі "Інтернет" телефонною лінією.

До мережі почали підключати комп'ютери університетів, інших установ, і вона продовжувала розростатися. Однак було одне "але" – у ті часи існував "фактор непорозуміння", оскільки багато комп'ютерів різних організацій працювали з абсолютно різним програмним забезпеченням і просто не могли обмінюватися даними. Цей фактор наштовхнув на створення "спільної мови" (протоколу) для взаємодії комп'ютерів, що перебувають у мережі. Першим протоколом, який використовують і в наші дні, став Internet Protocol (IP). За його допомогою відбувається обмін даними між будь-якими комп'ютерами в мережі.

Інтернет (міжмережа, внутрішня мережа, англ. *internet*) – всесвітня система сполучених комп'ютерних мереж, що базуються на комплекті інтернет-протоколів. Термін "інтернет" запропонували американські вчені Вінтон Серф і Бобі Кан. Інтернет складається із мільйонів локальних і глобальних приватних, публічних, академічних, ділових і урядових мереж, що пов'язані між собою із використанням різноманітних дротових, оптичних і бездротових технологій. Інтернет становить фізичну основу для розміщення величезної кількості інформаційних ресурсів і послуг, наприклад взаємопов'язаних гіпертекстових документів Всесвітньої павутини WWW та електронної пошти.

Всесвітня павутина – розподілена система, що забезпечує доступ до пов'язаних між собою документів, які містяться на різних комп'ютерах і підключені до мережі "Інтернет". Всесвітню павутину утворюють сотні мільйонів *веб-серверів*.

Більшість ресурсів Павутини ґрунтуються на використанні технології *гіпертекстів*. Гіпертекстові документи, що містяться у Всесвітній павутині, утворюють *веб-сторінки*. Кілька веб-сторінок, що об'єднані спільною темою або дизайном, а також таких, що пов'язані між собою посиланнями і містяться зазвичай на одному веб-сервері, називають *веб-сайтом*. Для завантаження і перегляду веб-сторінок використовують спеціальні програми – *браузери* (англ. browser).

Урядове фінансування магістральної мережі Національного наукового фонду США в 1980-х, а також приватне фінансування інших комерційних магістральних мереж у всьому світі стали поштовхом до розробки нових мережевих технологій і злиття багатьох мереж. Комерціалізація в 1990-х міжнародної мережі зумовила її популяризацію та впровадження практично в кожен аспект сучасного життя людини. Із 2011 року понад 2,1 млрд людей користуються послугами інтернету.

В інтернеті немає ні президента, ні уряду, ні спеціальних контролюючих органів із представників різних країн на зразок ООН, хоча загальновідомо, що багато механізмів прийняття рішень у цій сфері внаслідок історичних та інших причин перебувають у віданні уряду США. Однак у Держдепі виникла ініціатива передати частину повноважень із питань, що пов'язані з розвитком інтернету, самим користувачам. У червні 1998 року американський уряд запропонував створити кілька некомерційних організацій, що займалися б розв'язанням низки важливих проблем, які стосуються інтернету, таких як охорона прав користувачів, захист інтелектуальної власності, боротьба із шахрайством тощо.

Інтернет не має централізованого управління, правил використання чи доступу. Кожна локальна мережа встановлює власні стандарти. Централізовано визначаються правила використання адресного простору інтернет-протоколу та системи доменних імен. Керує цим інтернет-корпорація із присвоєння імен і номерів

ICANN (англ. Internet Corporation for Assigned Names and Numbers), міжнародна некомерційна організація з головним офісом у США. Технічне обґрунтування і стандартизацію основних протоколів (IPv4 та IPv6) виконує IETF (англ. Internet Engineering Task Force) – некомерційна організація, відкрита міжнародна спільнота проєктувальників, учених, мережевих операторів і постачальників послуг. Назву цієї групи можна перекласти як "Група для розв'язання задач проєктування інтернету".

Інтернет складається із багатьох тисяч корпоративних, наукових, урядових і домашніх мереж. Об'єднання різнорідних за архітектурою мереж стало можливим завдяки протоколу **IP** (англ. **I**nternet **P**rotocol) і принципу маршрутизації пакетів даних. Протокол IP був спеціально створений нечутливим до конкретних фізичних каналів зв'язку, тобто будь-яка мережа цифрових даних може передавати інтернет-трафік.

На стиках мереж спеціальні маршрутизатори сортують і перенаправляють пакети даних, базуючись на IP-адресах одержувачів цих пакетів. Протокол IP утворює єдиний адресний простір у масштабах усього світу, але в кожній окремій мережі може існувати власний адресний підпростір. Така організація IP-адрес дозволяє маршрутизаторам однозначно визначати подальший напрямок для кожного, навіть найменшого, пакету даних. У результаті між різними мережами інтернету не виникає конфліктів і дані точно і без перешкод передаються від мережі до мережі по всій планеті.

Протокол IP був розроблений у дискусіях усередині організації IETF (див. вище) групою спеціалістів, що була покликана розв'язати певну задачу. IETF та її робочі групи досі займаються розвитком протоколів Всесвітньої мережі. Вона відкрита для публічної участі й обговорень. Комітети цієї організації публікують документи RFC (запит коментарів, англ. **R**equest for **C**omments). У цих документах наводять технічні специфікації і точні пояснення багатьох питань. Деякі документи RFC організація IAB (Рада з архітектури інтернету, англ. **I**nternet **A**rchitecture **B**oard) оголошує стандартами інтернету OSI (взаємодія відкритих систем, англ. **O**pen **S**ystems **I**nterconnection). Із 1992 року IETF, IAB та деякі інші організації утворюють

ISOC (Товариство інтернету, англ. **Internet Society**) – організаційну основу для різноманітних дослідницьких і консультативних груп, що займаються розвитком інтернету.

На думку багатьох науковців, інтернет – це початок нової ери, у яку відбуваються неперервний розвиток і удосконалення цієї міжнародної системи. Важливі складові частини інтернету – інформаційні архіви, що утворюють комп'ютерні бібліотеки, у яких зберігаються різноманітні матеріали і програми, що користуються тривалим попитом і нерідко мають значний обсяг. Інформація в архівах зберігається у вигляді файлів, які, залежно від їхньої тематичної спрямованості, групуються в каталоги і підкаталоги, створюючи деревоподібну структуру (аналогічну файлової структурі операційних систем MS-DOS і UNIX). Каталог найвищого рівня називається *кореневим каталогом архіву*.

Важливою функцією інтернету є забезпечення поштового зв'язку між користувачами мережі. Головною задачею поштового сервера інформаційного архіву є пересилання за запитом користувачів необхідних файлів засобами електронної пошти. У процесі підготовки файлу до пересилання поштовий сервер автоматично виконує (за необхідності або за запитом користувача) операції стискання і кодування інформації.

Існують кілька видів поштових серверів, які виконують різні функції: обробку файлів, що містяться в одному інформаційному архіві; роботу із файлами з віддалених інформаційних архівів; довідково-пошукові функції.

Розглянемо деякі технічні пристрої, що забезпечують роботу мережі "Інтернет".

По-перше, це *модем* (скорочено від "модулятор-демодулятор") – пристрій зв'язку для перетворення сигналу за допомогою процесів модуляції (зміна параметрів електромагнітного коливання за законом інформаційного повідомлення) і демодуляції, що дозволяє комп'ютеру передавати дані телефонною лінією. Він є пристроєм узгодження в телекомунікаційних системах, системах автоматичного керування тощо. Модеми, які застосовують у комп'ютерній техніці, бувають внутрішні (що встановлюють усередині системного блока) і зовнішні (що встановлюють ззовні). Модем перетворює цифрові сигнали, що надходять

від комп'ютера, на аналогові для передавання телефонними лініями зв'язку. Модеми працюють у парі: на іншому кінці з'єднання потрібен інший модем, який перетворює аналоговий сигнал на цифровий.

Модеми застосовують там, де лінія зв'язку не дозволяє надійно передавати цифровий сигнал простою зміною амплітуди. Пропускна здатність модему визначається його швидкістю модуляції, тобто кількістю модуляцій у секунду, а його символом є одиниця інформації, яка була передана за одну модуляцію (байт для паралельних інтерфейсів, біт – для послідовних).

Bit (двійкове число, англ. bit, від **B**inary **dig**IT) – одиниця виміру кількості інформації. Один біт інформації – це символ або сигнал, який може набувати тільки двох значень: увімкнено або вимкнено, "так" або "ні", високий або низький. У двійковій системі числення це 1 (одиниця) або 0 (нуль).

По-друге, це *маршрутизатор* – електронний пристрій, що використовується для поєднання двох або більше мереж і керує процесом маршрутизації, тобто на підставі інформації про топологію мережі та певних правил приймає рішення про пересилання пакетів мережевого рівня між різними сегментами мережі.

Для звичайного користувача маршрутизатор (*router*) – це мережевий пристрій, який підключають між локальною мережею та інтернетом. Часто маршрутизатор не обмежується простим пересиланням даних між інтерфейсами, а також виконує інші функції: захищає локальну мережу від зовнішніх загроз, обмежує доступ користувачів локальної мережі до ресурсів інтернету, роздає IP-адреси, шифрує трафік тощо.

Маршрутизатори можуть пересилати пакети з однієї мережі до іншої. Для того щоб надіслати пакети в потрібному напрямку, маршрутизатор використовує таблицю маршрутизації, яка зберігається у його пам'яті. Таблиця маршрутизації може бути складена засобами статичної або динамічної маршрутизації.

Маршрутизатор має принаймні два (зазвичай набагато більше) фізичні порти введення-виведення. Порти введення-виведення або, як їх часто називають, *інтерфейси*, використовують для фізичного приєднання середовища, у якому відбувається передавання даних, до маршрутизатора. Кожен порт при-

еднаний до плати розширення, яка, у свою чергу, приєднана до системної плати маршрутизатора. Отже, системна плата маршрутизатора забезпечує взаємодію кількох мереж.

Крім того, маршрутизатори можуть здійснювати трансляцію адреси відправника й одержувача (англ. NAT, Network Address Translation), фільтрування транзитного потоку даних на основі певних правил із метою обмеження доступу, шифрування (дешифрування) даних, що передаються, тощо. Маршрутизатором може служити як спеціалізований апаратний пристрій (характерний представник – продукція компанії "Cisco"), так і звичайний комп'ютер, що виконує функції маршрутизатора. Існують кілька пакетів програмного забезпечення (переважно на основі ядра Linux), за допомогою якого можна перетворити ПК на високопродуктивний і багатофункціональний маршрутизатор.

По-третє, це *сервер* ("служба", англ. server) – пристрій або програмне забезпечення, що відповідає за виконання різних завдань мережі: установлення з'єднання з іншими мережами (що базуються на різних технологіях); відправлення й отримання електронної пошти; зберігання резервних копій. Зазвичай цей термін використовують для комп'ютерів із прямим доступом до мережі "Інтернет".

На відміну від *мостів* і *комутаторів*, що використовують лише для поєднання сегментів локальних мереж із однорідними апаратним обладнанням та програмним забезпеченням, для поєднання кількох локальних мереж із різними типами апаратного та програмного забезпечення в кожній із них виділяють спеціалізований комп'ютер – *шлюз*. Шлюзи, що поєднують один з одним за допомогою ліній зв'язку, забезпечують перетворення та пересилання інформації від мережі з одним методом її передавання до мережі з іншим методом. Таким чином, роль, яку відіграють у мережах шлюзи, значно складніше ролі мостів.

Ще один важливий технічний пристрій – мережева інтерфейсна карта (мережевий адаптер, англ. Network Interface Card, NIC) – пристрій, що дозволяє з'єднувати комп'ютер з інтернетом.

Щодня відбуваються нові відкриття, які змінюють наше життя. З'являються нові ресурси, нові засоби поєднання комп'ютерів

на відстані, нові способи забезпечення цього зв'язку, що утворюють мережеві комунікаційні пристрої.

Інтернет на сьогодні є найпотужнішим комунікаційним засобом серед таких, як телеграф, телефон, радіо, телебачення. Попри суттєві специфічні можливості, інформація в інтернеті характеризується такими загальними особливостями, як широта аудиторії, спрямованість і швидкість інформаційного впливу, багатофакторність впливу, єдність пропагандистського, виховного та інформаційного впливу, багатство методів і форм впливу, доступність, поширеність, динамічність інформації.

Отже, потяг до отримання інформації грає таку саму важливу роль у інтернеті, як і в реальному житті. Тому особливо важлива неоднорідність інтернету, що робить можливою комунікацію, яка має на меті досягнення взаємного порозуміння. Нині інтернет включає і відображає майже всі сфери життя суспільства. Він значною мірою впливає на економічне, політичне і культурне життя як окремих країн, так і світу загалом.

1.4. Тривимірні (3D) зображення

1.4.1. Лазери – приклад когерентних випромінювачів

Лазер, або *оптичний квантовий генератор*, – це пристрій для генерування або підсилення когерентного монохроматичного (з однією довжиною хвилі) світла. Назва пішла від абревіатури "Підсилення світла за допомогою вимушеного (стимульованого) випромінювання" (англ. **L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation). Термін "когерентний" тут відображає властивість електромагнітних хвиль зберігати свої частотні, поляризаційні та фазові характеристики. Когерентність – це корельоване перебігання в часі та просторі кількох коливальних або хвильових процесів, яке дозволяє отримувати при їхньому додаванні чітку інтерференційну картину. Умовою когерентності хвиль є незмінюваність у часі різниці між фазами їхніх коли-

вань, що можливо лише тоді, коли хвилі мають однакову довжину (або частоту).

Збуджений атом може довільно (спонтанно) перейти на один із нижчих рівнів енергії, випромінюючи при цьому квант світла. Світлові хвилі, що випромінені нагрітими тілами, формуються саме в результаті таких спонтанних переходів атомів і молекул.

Потік світла, що поширюється від будь-якого джерела, є результатом підсумовування висвічування безлічі елементарних випромінювачів, якими є окремі атоми або молекули тіла, що світяться. У випадку лампи розжарювання кожен атом-випромінювач висвічується незалежно від інших, і це ніяк не узгоджено з іншими атомами-випромінювачами. У результаті виникає світловий потік, який можна назвати внутрішньо неупорядкованим, хаотичним. Це є некогерентне світло.

На відміну від цього, у лазері гігантська кількість атомів-випромінювачів світяться узгоджено, унаслідок чого виникає внутрішньо упорядкований світловий потік – когерентне світло. Щоб створити лазер (оптичний квантовий генератор) – джерело когерентного світла – необхідно:

- використовувати робочу речовину з інверсною заселеністю; тільки тоді можна отримати підсилення світла за рахунок вимушених переходів;
- робочу речовину помістити між дзеркалами, які здійснюють зворотний зв'язок;
- оскільки підсилення дає робоча речовина, то кількість збуджених атомів або молекул у ній має бути більшим від певного порогового значення, що залежить від коефіцієнта відбиття напівпрозорого дзеркала; саме перевищення порогового значення відображає сутність терміна *інверсна заселеність*.

За робоче середовище в лазерах беруть гази (газові лазери), рідини (рідинні лазери) і тверді тіла (діелектричні кристали, скло, напівпровідники). У лазері різні види енергії перетворюються на енергію лазерного випромінювання. Головний елемент лазера – активне (робоче) середовище, у якому і відбувається це перетворення. Зовнішнє світло, електричний розряд у газах, хімічні реакції, бомбардування електронним пучком тощо в результаті переходять у випромінювану енергію.

Активне середовище, що міститься між дзеркалами, утворює оптичний резонатор. Існують лазери неперервної та імпульсної дії.

Лазери працюють із використанням явища індукованого (стимульованого) випромінювання, існування якого було передбачене Ейнштейном у 1917 році. Він показав, що поряд із процесами звичайного випромінювання і резонансного поглинання існує третій процес – вимушене (індуковане) випромінювання. Світло резонансної частоти, тобто тієї частоти, яку атоми здатні поглинати, переходячи на вищі енергетичні рівні, має викликати світіння атомів, які вже перебувають на цих збуджених рівнях, якщо такі є в середовищі. Характерна особливість цього випромінювання полягає в тому, що випромінене світло не відрізняється від падаючого, тобто збігається з останнім за частотою, фазою, поляризацією та напрямком розповсюдження. Це означає, що вимушене випромінювання додає у світловий пучок точно такі самі кванти світла, які є в первісному опроміненні.

Атоми (а точніше електрони в атомі), що перебувають на нижньому енергетичному рівні, можуть поглинати світло. При цьому вони збуджуються, переходячи на верхні рівні. Коли ж атоми перебувають на верхніх збуджених рівнях, вони можуть спонтанно переходити в нижні стани, випромінюючи при цьому світло. Звідси випливає, що за великої кількості атомів на нижніх рівнях (принаймні більшій, ніж кількість атомів на верхніх рівнях) світло, проходячи через середовище, буде послаблюватися (поглинатися). Навпаки, якщо кількість атомів на верхніх рівнях більше кількості незбуджених атомів, то світло, пройшовши через таке середовище, може посилитися. Це означає, що в середовищі переважає індуковане випромінювання.

Простір між дзеркалами заповнений активним середовищем, тобто середовищем, що містить велику кількість збуджених атомів. Середовище посилює світ, який проходить крізь нього, за рахунок індукованого випромінювання, яке спричиняє спонтанне випромінювання одного з атомів.

Лазер продукує вузький пучок світла, що здатний поширюватися на великі відстані практично без кутового розсіювання і створює при цьому винятково велику густину потужності випромінювання при фокусуванні (108 Вт/см^2 для високоенергетичних лазерів).

З моменту винаходження лазери зарекомендували себе як "готові рішення ще невідомих проблем". Унаслідок унікальних властивостей випромінювання їх широко застосовують у багатьох галузях науки і техніки, а також у побуті (програвачі компакт-дисків, лазерні принтери, зчитувачі штрих-кодів, лазерні указки тощо).

Лазери широко використовують у наукових дослідженнях (фізика, хімія, біологія, гірничя справа тощо), голографії і техніці, а також для зв'язку (лазерний промінь може переносити набагато більше інформації, ніж радіохвилі), різання, пропалювання отворів, зварювання, спостереження за супутниками. Необхідно пригадати застосування лазерів у медичних і біологічних дослідженнях, хірургії, а останнім часом і мистецтві. Лазерний промінь використовують не тільки в хірургії (напр. при операціях на сітківці ока) як скальпель, але й у терапії. Інтенсивно розвиваються методи лазерної локації та зв'язку. Локація Місяця за допомогою рубінових лазерів і спеціальних кутових відбивачів, що були попередньо доставлені на нього, дозволила збільшити точність вимірювання відстаней Земля – Місяць до кількох сантиметрів.

Отримані обнадійливі результати у спрямованому стимулюванні хімічних реакцій. За допомогою лазерів можна вибірково збуджувати одне із власних коливань молекули. Виявилось, що при цьому молекули здатні вступати в реакції, які неможливі або їх важко стимулювати звичайним нагріванням. За допомогою лазерної техніки інтенсивно розробляють оптичні методи обробки, передавання, зберігання, голографічного записування інформації, кольорове проєкційне телебачення. Ведеться робота зі створення лазерів у рентгенівському та гамма-діапазонах, що, можливо, дозволить використовувати їх для здійснення керованого термоядерного синтезу.

Лазери є унікальними джерелами світла. Їхню унікальність визначають властивості, якими не володіють звичайні джерела світла. Як уже згадувалось, усі коливання електромагнітного поля в різних частинах лазера відбуваються узгоджено. Ця властивість (когерентність) дозволяє ефективно застосовувати явище інтерференції.

Інтерференція – це взаємодія хвиль, за якої відбувається додавання їхніх амплітуд. Якщо відобразити процес цієї взаємодії, то можна побачити так звану інтерференційну картину (вона виглядає, напр., як чергування темних і світлих ділянок). Інтерференційну картину відобразити важко, тому що зазвичай джерела досліджуваних хвиль породжують хвилі неузгоджено, а самі хвилі при цьому гасять одна одну. У такому випадку інтерференційна картина буде надзвичайно розмита або ж її не буде зовсім.

Отримати інтерференційну картину можна, використавши два залежні й узгоджені джерела хвиль. Хвилі від узгоджених джерел випромінюються таким чином, що різниця ходу хвиль із врахуванням початкових фаз може дорівнювати цілому числу довжин хвиль. Якщо ця умова виконується, то амплітуди хвиль накладаються одна на одну і відбувається підсилення хвиль. Якщо різниця ходу становитиме півцілу кількість довжин хвилі, то результат буде протилежний – хвилі у цих точках простору взаємно погасять одна одну.

Пояснимо за допомогою простих формул цю ситуацію. Нагадаємо, що *фазою коливань* називається аргумент елементарної функції (у нашому випадку синуса). Якщо є два когерентні коливання електромагнітного поля від двох атомів, то, позначаючи фази цих коливань φ_1 та φ_2 , відповідно,

$$\varphi_1 = \vec{k}\vec{r}_1 - \omega t + \alpha, \quad \varphi_2 = \vec{k}\vec{r}_2 - \omega t + \beta,$$

отримаємо вираз для результуючого коливання:

$$\sin \varphi_1 + \sin \varphi_2 = 2 \sin \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} \cos \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}.$$

У тих точках простору, де виконується умова

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \vec{k}(\vec{r}_1 - \vec{r}_2) + (\alpha - \beta) = 2n\pi,$$

де n – ціле число, відбувається підсилення. У тих точках простору, де виконується умова

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \vec{k}(\vec{r}_1 - \vec{r}_2) + (\alpha - \beta) = (2n + 1)\pi,$$

відбувається пригнічення інтенсивності.

З роками з'являються все нові типи лазерів і одночасно вдосконалюються старі: створюються лазерні установки з необхідними для різних цілей характеристиками, модернізується вимірювальна техніка. Освоєння лазерних технологій суттєво підвищує ефективність сучасного виробництва. Вони дозволяють здійснювати найповнішу автоматизацію виробничих процесів, унаслідок чого економлять сировину, робочий час, підвищують якість продукції.

Лазер – це одне з найбільших досягнень сучасної фізики. Їхня поява здійснила революцію в оптиці за нетривалий час. Вони вагомо вплинули на різні галузі науки. Завдяки такому корисному винаходу виникли голографія, лазерна хімія, лазерні технології, оптика тощо. Багато людей вважають, що лазер – це лише розважальний пристрій, не замислюючись, що він приносить неабияку користь. Він не просто поліпшує умови проведення наукових досліджень, а й допомагає людям у лікуванні, наведенні краси, дозволяє заглибитися в пізнання нових рівнів різних форм життя.

1.4.2. Художня голографія

Голографія (від грец. Ολογραφία, holos – "увесь" і grapho – "пишу", тобто "повний запис") – особливий спосіб запису і наступного відновлення хвильового поля, що заснований на реєстрації інтерференційної картини. Вона зобов'язана своєю появою законам хвильової оптики – інтерференції та дифракції.

Щоб показати відмінності голограми від інших видів зображень, порівняємо її з картиною. Зображення на картині відображає двовимірну проєкцію тривимірного світу. Художники намагаються показати тривимірність за рахунок різних хитрощів, наприклад зменшення і розмивання віддалених об'єктів, відображення перспективи, але все одно це проєкція і вона обмежена двома вимірами. Можна дивитися на картину під будь-яким кутом, але від цього нічого не зміниться.

Із цього погляду можна розглянути також фотографію. Вона теж відображає двовимірну проєкцію і так само статична під

будь-яким кутом огляду. Можна тільки сказати, що один предмет міститься далі від іншого, але не можна оцінити відстань між ними. Інформація про третій вимір зберігається на фотографії в деякому обсязі через те, що плівка реєструє лише інтенсивність світла. А найголовніше, фаза світлової хвилі, яка залежить від відстані від об'єктива до предмета, на фотоплівці не фіксується. І тут виявляє свої здібності та можливості людське око. Адже зображення, яке падає на сітківку, нічим не відрізняється від нього на плівці фотоапарата, і ми начебто маємо отримувати проєкцію тривимірного світла на наше око, втрачаючи інформацію про об'єм. Але цього не відбувається.

Справа в тому, що зображення, яке передається в мозок симетричними ділянками сітківки обох очей, трохи розрізняється, а самі очі постійно здійснюють дрібні установчі рухи. Саме ця "невелика" різниця у 2D-зображеннях дозволяє мозку в підсумку обчислювати відстань між предметами і сприймати світ у 3D. Це називається стереоскопічним зором, він удосконалюється протягом усього життя, поки мозок збирає й аналізує інформацію про будову різних предметів.

У технології виготовлення голограм використовують останні досягнення оптики, квантової радіофізики, мікроелектроніки, оптоелектроніки, хімії та фізики, різноманітні світлочутливі матеріали, поліграфію тощо. Висока наукоємність голографічної технології створює великі труднощі при організації серійного виробництва і потребує значних капіталовкладень. Проте досвід світових виробників показує, що всі ці труднощі можна подолати, оскільки їхня продукція має відносно низьку вартість, що сприяє широкому використанню голограм і забезпечує рентабельність виробництва загалом.

Фізична основа голографії – учення про хвилі, їхню інтерференцію і дифракцію, що зародилось ще у XVII ст. у роботах голландського вченого Христіана Гюйгенса (1629–1695). Подальший розвиток цього напряму науки пов'язаний із іменами Томаса Юнга (Англія, 1773–1829), Огюстена Жана Френеля (Франція, 1788–1827), Йозефа фон Фраунгофера (Німеччина, 1787–1826). Уже на початку XIX ст. вони мали достатні знання, щоб сформулювати основні принципи голографії. Цього, однак,

не сталося аж до робіт Д. Габора (1900–1979), хоча багато вчених у другій половині XIX і на початку XX ст. підходили до принципів голографії досить близько.

Голографія як наука почала активно розвиватися в 1960-х роках із появою перших лазерів. Ідею об'ємного запису інформації висловив англійський учений угорського походження Денеш (Денніс) Габор ще в 1947 році. Працюючи над удосконаленням електронного мікроскопа, він винайшов новий метод записування і відновлення хвильового фронту (Нобелівська премія за 1971 рік). Свій метод він назвав голографією. Цим винахідник хотів підкреслити, що в голографії реєструється повна інформація про хвилю – як амплітудна, так і фазова. Однак оскільки в 40-ві роки XX ст. ще не існувало інструментів для такого записування, то ідея не могла бути реалізована на практиці. Минуло ще 12 років, поки вчені зробили перший лазер, і 15 років, перш ніж світ побачив першу голограму, записану за методом Д. Габора.

У 1962 році співробітники Мічиганського університету Еммет Лейт (США, 1927–2005) і Юріс Упатнієкс (Латвія, США, нар. 1936) застосували метод Габора для записування і відновлення хвильового фронту, використовуючи газовий гелій-неоновий лазер. Результат був приголомшливий: вони отримали перші чіткі об'ємні голограми високої якості. Тим самим Е. Лейт і Ю. Упатнієкс заклали базис для роботи сучасних голографічних студій. Однак їхній метод мав істотний недолік: голограми, що записані у такий спосіб, відновлювалися тільки в когерентному світлі (тобто при освітленні лазером), що різко обмежувало сферу їх застосування – колір зображення відповідав кольору відновлювального лазера.

У 1962 році співробітник Державного оптичного інституту ім. С. І. Вавилова Юрій Денисюк (1927–2006) продемонстрував спосіб запису зображення у тривимірних середовищах, який дозволяв зберігати інформацію про фазу, амплітуду і спектральний склад хвилі, яка надійшла від об'єкта. Такі голограми можуть бути відтворені при освітленні пучком звичайного білого світла, унаслідок чого можна отримати просторові (тривимірні) неспотворені кольорові зображення.

В основі методу голографії лежить використання явища інтерференції, згідно з яким для виявлення фазової інформації, що міститься у хвилі, треба створити інтерференцію досліджуваної (об'єктної) хвилі з деякою допоміжною (опорною) хвилею. Амплітуда результуючої хвилі міститиме інформацію як про амплітуду, так і про фазу об'єктної хвилі. При цьому обидві хвилі, що інтерферують, повинні мати високу когерентність, щоб забезпечити чітку інтерференційну картину на фотопластині (голограмі).

Зазначимо основні особливості голографічного методу:

- процес голографії є двоступінчастим: на першій стадії голограма записується, на другій прочитується;
- при читанні голограми відтворюється початкова об'єктна світлова хвиля (неначебто сам об'єкт, як і раніше, відбиває світло);
- інформація про об'єкт записується інтегрально: кожна точка видимої поверхні об'єкта записується по всій поверхні голограми, тому псування або втрата частини її поверхні у багатьох випадках не призводить до втрати інформації;
- на відміну від фотографування, метод голографії не вимагає застосування лінзових систем.

При розгляданні голограми (що освітлена опорною хвилею) око спостерігача сприймає не двовимірне зображення об'єкта, а сам об'єкт як він є. При читанні голограм тривимірних реальних об'єктів спостерігають саме тривимірні реальні об'єкти. Голограма відтворює об'ємне зображення, що має з оптичного погляду властивості реального об'єкта.

Розвиток голографії, а саме вдосконалення голографічних процесів і матеріалів, поліпшення якості голографічних зображень зумовили появу нової сфери образотворчого мистецтва – художньої голографії.

У звичайній фотографії реєструється лише розподіл амплітуди (точніше її квадрата) у двовимірній проекції об'єкта на площину фотознімка. Тому, розглядаючи фотографію під різними кутами, ми не отримуємо нових ракурсів, не можемо, наприклад, побачити, що робиться за предметами, які розташовані на передньому плані.

На відміну від цього в одній голограмі може бути записано кілька зображень, які рознесені за кутом спостереження і, відповідно, будуть з'являтися по черзі при переміщенні спостерігача відносно голограми (багаторакурсна голограма). Це використовують при зніманні групових портретів. На голограму, як і на фотографію, може бути накладено кілька зображень, але якщо на фотографії вони всі зливаються в одній площині, то в голограмі можуть бути розділені у просторі. Можливість записувати кілька зображень, рознесених за кутом спостереження і положенням в об'ємі, стала потужним творчим інструментом у голографії.

Колір у художній голографії формується зовсім іншим чином, ніж у фотографії. У фотографії колір утворюється спеціальними кольоровими барвниками, які поки що недостатньо стійкі, унаслідок чого кольорові фотографії не рекомендують зберігати на світлі. Крім того, усі колірні схеми, засновані на кольороподілі (тобто коли реальний колір імітується набором деяких трьох кольорів, іноді з додаванням четвертого – чорного), не ідеальні. Будь-який пристрій, заснований на кольороподілі, не може правильно відобразити всю сукупність кольорів.

Аналогічною є ситуація при виготовленні голограм. Голограми, що отримані у світлі лазера з однією довжиною хвилі, відтворюють монохромні зображення. Щоб отримати кольорову голограму і правильно передати в єдиному зображенні деталі об'єкта різного кольору, необхідно зареєструвати і потім відтворити три зображення об'єкта в різних кольорах, наприклад червоному, зеленому і синьому. Для записування високоякісних кольорових голограм застосовують спосіб послідовної реєстрації трьох окремих кольорових голограм. Для цього послідовно отримують часткові голограми на різних пластинках із фоточарами, чутливими до червоного, зеленого і синього світла, відповідно.

Інший спосіб – виготовлення часткових голограм в окремих шарах багат шарового фотоматеріалу на одній підкладці. Кожен шар є чутливим до однієї ділянки спектра, причому чутливі до червоного і зеленого кольорів шари не чутливі до синьої зони спектра, і навпаки.

У кольоровій голограмі немає ніяких барвників. Кольорову голограму виготовляють на звичайній голографічній чорно-білій

фотопластині. Колір формується за рахунок інтерференції білого світла на просторовій системі інтерференційних смуг і шарів. Тому кольорова голограма не вицвітає і, теоретично, не повинна мати обмежень за якістю передавання кольору. Нині технологія кольорової голографії ще не вийшла за межі експериментальних лабораторій, але в найближчі роки вона стане доступнішою.

Ще однією особливістю і перевагою є те, що голографія точно передає фактуру поверхні об'єкта. За будь-якого фотографічного або поліграфічного виконання зображення неможливо повністю виключити вплив фактури самого матеріалу або фарбувального шару. Навіть за якісного офсетного друкування є структура поверхні, що визначається технологією; крім того, через наявність дзеркального відображення на зображенні можуть формуватися відблиски або воно забарвлюється кольором найближчих предметів. Голографічне зображення загалом не має матеріального носія, оскільки формується у вільному просторі. Це зумовлює точне передавання фактури поверхні будь-якого матеріалу.

Художня голографія як окремий вид мистецтва перебуває на початку свого розвитку, її можливості ще не повністю розкриті. Художники в багатьох голографічних студіях породжують безліч фантастичних проєктів, які іноді вимагають нових рішень, технологій і оснащення. Така ситуація є могутньою рушійною силою для її розвитку як науки і виробництва. Голографія як мистецтво є синтезом оптичної науки і художньої творчості, що вимагає спільної роботи вчених, дизайнерів і художників.

1.4.3. Голографічний захист документів

Захист документів від підробки з давніх часів був і понині залишається важливим і складним завданням. Не є секретом, що можна підробити будь-який документ, але так було завжди. Наприклад, можна згадати Стародавній Єгипет, а саме Рамзеса II, який приписав собі заслуги попередніх фараонів, або сучасну російську історичну науку, яка приписує Московському князівству участь у Грюнвальдській битві 1410 року, маючи підроблений звіт із XIX ст.

Для поліпшення достовірності документів використовували різні печатки, спеціальний оброблений папір тощо. Захист продукції або документів – одне з головних завдань державних і комерційних компаній-виробників. У середині ХХ ст. було винайдено голографію, що спричинило революцію у цій сфері.

Відомо, що голограма – це продукт високих технологій, складний багаторівневий об'єкт, що робить її однією із найнадійніших засобів сучасного захисту продукції від підроблення. Саме тому за допомогою голограм захищають цінні папери, валюту деяких країн, візові документи, угоди тощо.

Будь-яка голограма є засобом збереження інформації про електромагнітні хвилі, що відбилися від об'єкта. Методом фізичного записування у спеціальному середовищі ми отримуємо інтерференційну картину, яка є наслідком хвильової природи електромагнітного випромінювання і містить інформацію про його амплітуду та фазу в деякій точці простору.

Багатоступінчастий голографічний захист може передбачати як візуальне спостереження, так і спостереження за допомогою спеціальних приладів контролю прихованого зображення. Окрім мікротекстів і мікрозображень, у ньому можуть міститись елементи, що відновлюються в лазерному промені. Під час створення голограми забезпечується індивідуальність виготовлення еталонного елемента (голографічної матриці оригіналу).

Голографічний захисний елемент призначений для маркування носіїв інформації, документів і товарів із метою підтвердження їхньої справжності, авторства тощо, виконаний із використанням технологій, що унеможливають його несанкціоноване відтворення.

Існує кілька класифікацій голографічного захисту документів, зокрема за способом формування зображення і технологією формування мікроструктури, глибиною візуального образу, конструктивним виконанням.

Спрощено технологія виготовлення захисних голограм така: виготовляють рисунок майбутньої голограми, яким може бути безпосередньо сукупність дифракційних ґраток. На фоточутливому шарі отримують голограму. У результаті хімічних змін на її поверхні утворюється мікрорельєф інтерференційної картини. Потім гальванічним методом або напилюванням наносять мета-

леве покриття. Далі виготовляють штамп, за допомогою якого тиражують голографічні відтиски на полімерному матеріалі. Після металізації отримують голограми, які називають райдужними.

Як захисний елемент голограма має кілька рівнів захисту від підробки. Зокрема для цього використовують:

- унікальний дизайн;
- мікротекст і мікрорисунки, нанесення на голограму різного роду текстової (при цьому величина шрифту може бути різною) або графічної інформації;
- тангірні сітки – рельєфні рисунки із систематично розміщених точок і ліній для отримання штрихових кліше з рівним тоном;
- гільйошні (від фр. Guilloché – "візерунок із хвилястих ліній") сітки;
- цифрову наскрізну нумерацію;
- приховане і кодоване зображення;
- призматичні елементи, які за зміни кута нахилу голограми створюють динамічний ефект;
- зображення у двох ракурсах, які накладаються один на одного, і залежно від кута зору виникає тільки одне зображення;
- фарбування й окантування;
- додаткове друкування металізованої фольги гарячого тиснення будь-якого кольору по ексклюзивному голографічному фону.

За матеріалом виготовлення голографічні наклейки поділяють на руйнівні та неруйнівні, кольорові та прозорі, можуть бути товсті й тонкі. Практично будь-яка голограма повинна мати захист від повторного використання. У випадку голограми-наклейки це досягається правильним вибором речовини, яку використовують як клей. Найпростіше це реалізувати, використовуючи як основу еластичну полімерну плівку. За спроби її відклеїти відбувається деформація підкладки і, як наслідок, руйнування лакових шарів із мікрорельєфом. Інший варіант – шар слабого клею між підкладкою і лаковими шарами з мікрорельєфом. У результаті відклеювання виходить чиста підкладка і частина з лаковими шарами, які вже неможливо перенести на іншу основу, оскільки тонкий лаковий шар без основи не володіє необхідною механічною міцністю.

У підсумку можна стверджувати, що підроблення документів було, є і, мабуть, буде. Сьогодні поліграфічні та комп'ютерні технології стали загальнодоступними й дозволяють підроблювати документи якісно так само, як їхні захисні елементи. Однак це складне технологічне завдання, яке потребує великих матеріальних витрат.

Нині в більшості випадків використовують dot matrix-голограми, які є цифровими, тобто створеними за допомогою комп'ютерів. Вони визначаються як голографічне зображення, що утворене шляхом об'єднання множини маленьких точок, які, у свою чергу, є мікроскопічними дифракційними ґратками на плоскій або кривій поверхні. Відмінність цього зображення від отриманого за допомогою методів традиційної голографії полягає в самому процесі його створення, зовнішньому вигляді та візуальному враженні, яке воно справляє. Одержане за такою технологією зображення є матрицею точкових голограм. У свою чергу, кожна елементарна голограма – це не що інше, як мікроскопічна дифракційна ґратка. Здатність такої голограми забезпечувати ефективний захист є результатом інновацій, відкриттів і еволюції методів голографії, в основі яких лежать вивчення оптичних ефектів, матеріалознавства та попередні види голографічних захисних елементів. Отже, оригінальні голограми з унікальним дизайном – це один із кращих на сьогоднішній день методів для захисту документів або товарів від підробки.

Однак не варто зупинятися в пошуках методів захисту документів, адже прогрес у виготовленні підробок теж триває. Отже, потрібні нові ефективні методи вивчення голографічних захисних елементів, експертизи в межах комплексного технічного дослідження.

1.4.4. 3D-кінематограф

Від самого початку свого існування кінематограф шукає нові технічні способи донести до глядачів зображення картинки. Однією з відомих і популярних трансформацій кінематографу є використання в кінофільмі об'ємного зображення, яке змушує нас відчувати себе поруч із дією, що відбувається на екрані.

Суть 3D-кінематографа (від 3 dimensions – "три виміри") полягає в такому: на екран проєктують одразу дві картинки: одна призначена для правого ока, інша – для лівого. Спеціальні окуляри, які видають при вході в кінозал, розділяють зображення, тому кожне око бачить те, що має побачити, і передає картинку в мозок. Мозок поєднує отриману інформацію і добудовує в нашій свідомості об'ємне зображення.

В останні десятиліття значно зменшилась вартість створення таких фільмів. Зняти фільм стало набагато простіше і з технічного погляду. Для створення 3D-фільмів існують два найпоширеніші способи: реальна зйомка у 3D спеціальною стереокамерою (точніше системою камер) і перетворення фільмів зі звичайних форматів на формат 3D за допомогою спеціальної обробки, що створює ефект об'єму.

Однак усе більше фільмів знімають за змішаною технологією. У фільмі використовують відзняті у 3D матеріали і комп'ютерну графіку, а також фрагменти, що відновлені із двовимірних (2D) джерел. Усе це дозволяє швидко робити якісне 3D-кіно.

3D-кіно набуває все більшої популярності. Воно впливає на глядача не лише на емоційному, а й на фізичному рівні, оскільки є не просто фільмом, а захоплюючим атракціоном. Глядачі мають можливість повністю поринути у фільм і стати безпосередніми учасниками подій.

Ідея створення на площині ілюзії об'ємного зображення не нова. Стереодфотографія виникла за кілька десятиліть після того, як з'явилися звичайні фотографії. Перший фотоапарат із двома об'єктивами, що призначений для створення стереопар, був розроблений у 1849 році шотландським ученим Девідом Брюстером (1781–1868), який використав властивості поляризованого світла.

Ще однією з перших спроб зробити тривимірну графіку, яка заснована на інших фізичних засадах, став анагліф. Перший метод отримання анагліфічного зображення був розроблений Вільгельмом Роллманом у 1853 році в Лейпцигу. В основі цього методу отримання стереоефекту було кольорове кодування зображень. Для цього використовували анагліфічні окуляри, у які замість діоптрійних скелець вставляли спеціальні світлофільтри. Найбільшого поширення набула пара, що складалася із червоно-

го та синього світлофільтрів. Стереозображення було комбінацією двох зображень стереопари, у якій у червоному каналі зображувалася картинка для правого ока, а в синьому – для лівого. Кожне око сприймало зображення, зафарбоване в колір, що відповідав світлофільтру в окулярах. Основним недоліком цього способу були незначні кольорові спотворення, що викликав світлофільтр.

Знадобилось більше ніж 100 років, щоб стереофотографія набула популярності. Це було пов'язано передусім зі спрощенням технології зйомки.

Історію 3D-кіно починають із усталеної дати, 27 вересня 1922 року, а саме з виходу у світ першого стереоскопічного фільму – "Сила любові" ("The Power of Love") американців Гаррі Фейрролла і Роберта Елдера, хоча він ще мав деякі ознаки німого кіно, яке поступово відходило в історію.

Наприкінці 1920-х років почали виробляти звукові фільми. Розроблення цього виду кінематографа почалось задовго до 1922 року. Піонерами 3D-кінематографії були Вільям Фрізе-Грін і брати Люм'єр, які експериментували зі стереоскопічним зображенням на кіноекрані. Вони винайшли системи, за допомогою яких дві кіноплівки, пофарбовані у червоний і синьо-зелений кольори, одночасно проєктували на екран для перегляду крізь анагліфічні окуляри з аналогічно пофарбованими скельцями. Цікавим є те, що хоча стрічки для анагліфічних фільмів були кольоровими, самі фільми кольоровими не були. Колір був потрібен лише задля досягнення ефекту 3D. Зображення було об'ємним, але чорно-білим.

Недоліком цього методу є неповне передавання кольору. Сформоване об'ємне зображення завдяки ефекту бінокулярного змішування кольорів сприймається однотонним або (за певного співвідношення яскравостей) ахроматичним. У зв'язку із цим анагліфічний метод прийнятний тільки для чорно-білих фільмів. Його величезною перевагою є простота реалізації стереоефекту, що, у свою чергу, дозволяє переглядати 3D-кіно навіть удома, оскільки метод працює фактично на будь-яких сучасних телевізорах і моніторах.

Фрізе-Грін наприкінці 1890-х подав заявку на патент щодо виробництва стереоскопічних фільмів. "Батьки" кінематографа брати Льюїс теж не залишилися осторонь від тодішніх трендів об'ємного кіно і в 1934 році створили анагліфічний римейк своєї відомої короткометражки "Прибуття поїзда".

У грудні 1922 року інженери Лоренс Хаммонд (1895–1973, винахідник знаменитого електрооргана) і Вільям Кесседі представили публіці свою систему "телевью" (televue). Це був найбільш ранній приклад затворної стереосистеми. Єдиним театром, який установив у себе цю систему, виявився нью-йоркський "Селвін" ("Selwyn Theater"). За системою "телевью" був знятий лише один повнометражний фільм "Людина з Марса" ("The Man From Mars"), 27 грудня 1922 року перевиданий під назвою "Радіоманія" ("Radio-Mania"). Варто зауважити, що ідея самому Хаммонду не належала, але він зміг добитися її життєздатної реалізації.

До середини 1930-х років стереоефект став доступний у рухомих зображеннях. У цей самий час були винайдені поляризаційні світлофільтри, які дозволяли контролювати кількість світла, що потрапляло на кіноплівку. Це дало можливість розпочати експерименти з кольоровим стереоскопічним кіно (одночасно в Німеччині та Італії).

Нагадаємо, що електромагнітні хвилі є поперечними, тобто вектори, уздовж яких змінюються із часом напруженості електричної та магнітної компонент, перпендикулярні до напрямку розповсюдження хвилі й один до одного. Площиною поляризації прийнято називати площину коливання електричної компоненти, яка в поляризованому світлі зберігає орієнтацію. Отже, замість розділення зображень для двох очей за допомогою розділення різних кольорів, як у анагліфічному методі, тепер із цією метою можна було використовувати поляризовані промені із взаємно перпендикулярними площинами поляризації.

За *лінійної поляризації* два зображення накладаються одне на одне, на один і той самий екран через ортогональні (розташовані під кутом 90° один до одного) поляризаційні фільтри у проєкторах. При цьому необхідно використовувати спеціальний посріблений екран, який дозволяє уникнути деполаризації та компен-

сувати втрату яскравості (оскільки на екран падає тільки частина від світла, що випромінює кожний проєктор).

Глядач одягає окуляри, у які також вбудовані ортогональні поляризаційні фільтри. Кожен фільтр пропускає тільки ту частину світлових хвиль, чия поляризація відповідає поляризації фільтра, і блокує ортогонально поляризоване світло.

Лінійно поляризовані окуляри вимагають, щоб глядач тримав голову практично на одному рівні, не нахиляючи її, інакше ефект погіршується. Наприклад, якщо окуляри повернути на 90° , то картинки поміняються місцями. А під кутом 45° узагалі розділення не буде: крізь скельця будуть проходити обидві однаково затемнені картинки (з роздвоєними "тривимірними" об'єктами). Отже, окуляри з лінійною поляризацією дуже чутливі до нахилів голови.

Прикладами технологій, що використовують лінійну поляризацію, можуть служити Стерео-70 та IMAX 3D.

За *кругової поляризації* два зображення так само накладаються одне на одне крізь фільтри із перпендикулярно спрямованою поляризацією, коли площина поляризації обертається. В окуляри, що призначені для глядача, вбудовують такі самі фільтри. На відміну від лінійної поляризації, коли глядач нахиляє голову, розділення лівого і правого зображень зберігається і видима об'ємність стереозображення не зникає.

Прикладами технологій із круговою поляризацією є RealD Cinema, MasterImage, Volfoni Smart Cristall. Для RealD використовують кругову поляризацію, але окуляри при цьому темніші. Зображення проєктують за допомогою одного проєктора, який зі швидкістю 144 разів на секунду показує кадри то для лівого, то для правого ока, а перед лінзою проєктора стоїть синхронізований фільтр, який забезпечує відповідну поляризацію світла. Розділення зображень у часі перенесене з окулярів на додатковий фільтр перед проєктором. Цей фільтр сильно знижує яскравість, тому зображення сприймається досить темним.

Також треба згадати технологію інтерференційних фільтрів (Dolby 3D), яка формує для кожного ока зображення з різними довжинами хвиль червоного, зеленого і синього кольорів. Цей метод, по суті, є розвитком анагліфічного, але кожному оку да-

ють усі три кольори у трохи різних діапазонах частот (що не перетинаються). Спеціальні окуляри відфільтровують певні довжини хвиль, і глядач бачить стереозображення. Порівняно з поляризаційним цей метод дозволяє заощадити на вартості екрана (не потрібен посріблений або алюмінійований екран), але вартість самих фільтрів-окулярів виявляється набагато вищою.

Останніми роками тривають розробки *безокулярних* (автостереоскопічних) методів, які спираються на різні технології, що не вимагають від глядача використання спеціалізованих окулярів для розділення частин стереопари. Ці методи переважно представлені растровими системами. Окрім растрового, серед безокулярних методів відомий також голчастий, але детальних відомостей про його застосування в кінематографі немає.

Растрові методи мають низку недоліків: якісне зображення спостерігається тільки за деяких ракурсів, що, крім необхідності розташування глядачів у фіксованих секторах огляду, накладає обмеження на розмір екрана; ефективне розширення зображення по горизонталі зменшується вдвічі.

1939 року компанія "Крайслер Моторс" ("Chrysler Motors") показала на Нью-Йоркській всесвітній виставці тривимірний фільм, знятий Дж. А. Нолінгом. Для показу використовували поляріоди Едвіна Ленда, які дозволяли бачити повнокольорове стереоскопічне зображення.

Утім, ера стереоскопічного кіно розпочалася лише у 1950-ті роки, відколи Голівуд розпочав пошук новачій, щоб виграти жорстоку конкурентну боротьбу з телебаченням і повернути глядача. Це зумовило появу мережі стереокінотеатрів. Пік кіношного стереобуму припав на кінець 1950-х років.

У 1952 році світ побачила перша стереоскопічна кольорова кінострічка "Диявол Бвана" ("Bwana Devil"), яку зняв Арч Оболер. Фільм знімали за технологією "Natural Vision", яку розробили М. Гунцберг і його соратники. Винахідник пропонував свою камеру відразу кільком студіям, але зацікавився нею тільки Оболер. Проте тоді тривимірне зображення не надто поширилося через обмежені можливості більшості кінотеатрів і складне обладнання, що було необхідне для показу об'ємного кіно (срібні екрани, поляризовані скельці в окулярах, подвійні синхронізовані проєктори, спеціальні лінзи тощо).

У 1980-ті роки у цьому форматі було знято кілька науково-популярних фільмів. Однак, незважаючи на нову хвилю інтересу до об'ємного зображення, недосконалість і незручність перегляду за допомогою картонних окулярів знову призвели до забуття 3D-формату. І тільки після того, як у 1970-ті роки колектив канадських учених розробив новий тривимірний формат IMAX, об'ємне кіно отримало реальний шанс стати популярним.

Формат IMAX уперше був представлений на виставці "Експо 70" в Осакі. А перший кінотеатр "Кіносфера" був побудований уже за рік у Торонто. Проте аж до кінця XX ст. цей формат не міг похвалитися широким поширенням через свою відносно велику вартість. Станом на 2010 рік налічувалось близько 300 постійних кінотеатрів, що працювали у форматі IMAX.

На практиці також використовують RealD 3D, Xpand 3D, Dolby 3D та ін.

Тут необхідно додати кілька слів про вплив 3D на здоров'я людини. Попри хороші враження від перегляду фільму, технологія 3D досить шкідлива для організму людини, і ось чому.

По-перше, офтальмологи зазначають, що перегляд, зокрема тривалий, 3D-кіно може мати негативний вплив на гостроту зору певних груп глядачів: короткозорих, далекозорих, з порушенням біокулярності, коли одне око бачить краще за інше, а також на дітей до 12 років і глядачів старше 40 років.

По-друге, перегляд іноді викликає так звану кіберхворобу, близьку до заколисування. Для хвороби характерне напруження очей, порушення орієнтації у просторі та навіть нудота. Причиною хвороби є сенсорний конфлікт між частинами зорового апарату – коли тривимірний об'єкт "залишає" площину екрана, при погляді на нього очні яблука повертаються всередину. Однак кришталіки продовжують фокусувати світло, що виходить від екрана, щоб зображення зберігало чіткість. Незважаючи на те, що положення зіниць змінилося, кривизна кришталіка залишається тою самою.

По-третє, за частих переглядів 3D-фільмів деякі люди перестають відчувати стереоефект. Сприйняття об'ємного зображення різними людьми неоднакове і залежить від гостроти й особливостей зору. Поняття "стереосліпота" означає неможливість відрізнити плоске зображення від тривимірного.

Проте варто зазначити, що перегляд 3D протягом перших 15 хв навіть корисний. Фахівці стверджують, що за цей час м'язи, які відповідають за регулювання кришталіка, повністю розслабляються. На жаль, далі може відбуватися зниження чутливості до кольорів і виникати відчуття дискомфорту, а інколи навіть запаморочення.

Наприкінці можна сказати таке. 3D-кінематограф, як і кінематограф узагалі, є одним із провідних жанрів масового мистецтва та індустрії розваг, адже технології для відтворення стереоконтенту поступово з'являються не лише в кінотеатрах, а й у кожній домівці. Однак треба усвідомлювати, що в основі 3D-технології лежать маніпуляції з нашим зором. Різні технології створення тривимірних кінофільмів пройшли тривалий еволюційний шлях від зйомок і відтворення за допомогою двох пофарбованих кіноплівок до сучасних комп'ютерних методів суміщення віртуальних та реальних спецефектів.

Розділ 2

СВІТ МАЙБУТНЬОГО (ФУТУРОЛОГІЯ). ІНФОРМАЦІЙНИЙ СВІТ

2.1. Історія розвитку автоматики

Автоматика (від грец. αὐτόματος – "самодіючий") – галузь науки і техніки, яка розробляє технічні засоби і методи для здійснення технологічних процесів, у яких людина не бере безпосередньої участі.

Формування автоматики як наукової дисципліни, що досліджує різні пристрої та шляхи механізації виробничих і побутових процесів, належить до порівняно недавнього часу. Спочатку вона розвивалась на базі наукових досягнень суміжних галузей, і окремі теоретичні питання її розроблялися іншими науковими дисциплінами. Проте бурхливий розвиток автоматики за останні роки зумовив сформування її в окрему наукову дисципліну, що спирається, у тому числі, і на досягнення кібернетики.

Кібернетика – це наука про спільні закономірності отримання, зберігання, передавання інформації у складних системах, машинах, організмі тощо. Об'єктом кібернетики є всі керуючі системи. Кібернетика ввела такі поняття, як кібернетичний підхід, кібернетична система. Прикладами кібернетичних систем є автоматичні регулятори в техніці, людському мозку, суспільстві тощо. Кібернетика – це міждисциплінарна наука, яка виникла на перетині з такими науками, як математика, логіка, фізіологія, біологія, соціологія. Вона аналізує, виявляє спільні принципи та підходи під час наукового пізнання.

Принципи кібернетики як загальної науки про керування в найрізноманітніших умовах (системах) покладено в основу сучасних термінів і понять теорії автоматичного керування.

Сприяючи ліквідації істотних відмінностей між фізичною і розумовою працею і забезпечуючи бурхливий розвиток продук-

тивних сил, автоматика перетворилась на один із основних елементів сучасного виробництва. Прогрес суспільства, науково-технічна революція можливі тільки на основі широкого впровадження нової техніки, комплексної механізації та автоматизації виробничих процесів у всіх сферах господарства.

Очевидно, що сучасні тенденції та досягнення спираються на багатовіковий еволюційний шлях, корені якого сягають первісного суспільства. Таким чином, питання історії автоматики є досить важливими для розуміння сьогодишнього стану розвитку науки і техніки.

Стародавні мисливці користувалися під час полювання палицею і каменем, пізніше – стрілою і арканом. Ці знаряддя допомагали людям стати сильнішими і давали можливість добувати їжу з меншим ризиком для життя. Важкі умови виживання змусили первісну людину винайти пастки, які спрацьовували без її присутності. Така пастку приводив у дію сам звір. Дещо пізніше людина сконструювала пастку-самостріл, стріла якої ранила звіра. Із часом стали застосовувати самолови і для риби, які майже не відрізнялися від пасток для звірів.

Пастки, що з'явилися майже 20 тис. років тому, нагадували найпростіші автомати. Як указував німецький етнограф Юліус Ліпс (1895–1950), поява першої пастки мала в історії людської культури більше значення, ніж навіть винайдення колеса.

Одним із перших відомих автоматичних приладів став торговий автомат, який з'явився близько 2,2 тис. років тому у давньогрецькому місті Олександрія (зараз Єгипет). За його допомоги у храмі продавалася "свята" вода. Віряни опускали монету у щілину диковини – статуї лева. На подив людей, що молились, із пащі звіра виливалася порція "святої" води. Таємниця "чуда" була схована всередині лева. Монета, опущена у щілину, падала на правий кінець важеля і нахиляла його. Клапан відкривав отвір, і вода трубкою стікала в долоні людини, що молилася. Монета, що ковзнула по нахиленій площині важеля, спрямовувалася у "скарбничку", а важіль повертався в попереднє горизонтальне положення. Здавалося б, усе дуже просто, але в ті часи люди вірили в чудо, автомат служив церковникам і допомагав набивати кишені драхмами. Таким чином, "біографія" торгового

монетного автомата, що обслуговує нас у магазині і на вулиці, почалася ще до нашої ери.

Цей храм був обладнаний автоматичним пристроєм, який відчиняв його двері. Після того, як жрець розпалював вогонь на камінному вівтарі, у його порожнині нагрівалося повітря, яке витискувало воду з розташованого під ним резервуара. Вода трубкою поступала в посудину, що була підвішена на ланцюгу і зв'язана із дверима храму. Посудина наповнювалась водою і натягувала ланцюг, який відчиняв ворота. Ці пристрої описані стародавнім ученим Героном Олександрійським у праці "Пневматика" приблизно у 60-ті роки н. е. Сам Герон Олександрійський був також винахідником різних саморушних пристроїв. Найбільшу славу йому приніс ляльковий театр-автомат, велика скриня на колесах, усередині якої ховалися механічний двигун і програмний пристрій. Автоматично відчинялася завіса і з'являлись фігури акторів-автоматів, які за наперед заданою програмою розігрували сцени із часів завоювання Трої.

Крім розважальних автоматів, почали з'являтися автоматичні пристрої, які безпосередньо служили людям і приносили їм користь. Передусім це годинники, що використовували течію води. Цей нескладний пристрій мав суттєвий недолік: унаслідок неоднакової швидкості витікання води шкала такого годинника не могла бути рівномірною.

Досконалішим був інший пристрій: завдяки автоматичній стабілізації рівня води у проміжному резервуарі швидкість її витікання з нього була постійною, що дозволило збільшити точність вимірювання часу. Історичні перекази засвідчують, що давньогрецький філософ Платон (427–347 до н. е.) використовував такий пристрій не тільки як годинник, але і як автоматичний сигналізатор. Для цього нижній резервуар робили герметичним, і коли вода в ньому досягала певного високого рівня, тиск повітря у ньому зростав і спрацьовував клапан, виконаний у вигляді флейти. У потрібний час цей інструмент своїм голосом скликав учнів на початок занять у академії Платона.

До численних винаходів Герона належить створення таксометра-автомата. Він закріплювався на осі коліс і зубчастою передачею обертав диск лічильника. Шляхом порівняння поло-

ження диска лічильника на початку і в кінці шляху визначали відстань, яку проходив екіпаж. Таксометр-автомат був розрахований на 32,4 тис. км і, вичерпавши цю відстань, починав відлік заново. Значно пізніше лічильник-автомат був удосконалений одним із римських офіцерів, який винайшов пристрій, що дозволяв перед кожним новим рейсом установлювати лічильний пристрій на нуль. За кожні десять обертів диска у спеціальному віконці з'являлась відповідна велика цифра. Таким чином, римляни ознайомились із так званою десятинною передачею, що застосовується понині в таксометрах сучасних автомобілів і багатьох лічильних автоматичних пристроях.

У середні віки почалась автоматизація деяких процесів на водяних млинах, лісопильнях, у гірництві. Приблизно у IX ст. з'явилися перші механічні годинники, які рухались за рахунок опускання важків. Вони не мали регулятора швидкості ходу і тому були не дуже точними. Ідея регулятора швидкості ходу годинника з'явилась 1654 року в голландця Християна Гюйгенса (1629–1695) – відомого фізика, математика й астронома. Очевидно, знаючи вже про закон коливання маятника, відкритий італійським ученим Галілео Галілеєм (1564–1642) у попередньому сторіччі, Гюйгенс запропонував маятниковий регулятор рівномірності руху годинника. Це був перший механічний регулятор швидкості руху.

Окремо варто зазначити внесок у розвиток автоматики видатного італійського митця, інженера та вченого Леонардо да Вінчі (1452–1519). Він спроектував понад 100 різноманітних механізмів і пристроїв, більша частина з яких була реалізована значно пізніше зі зростанням технічних можливостей людства. Ідеї підводного човна, гелікоптера, танка, літака, автомашини тощо багато в чому не лише теоретично, а й практично були розроблені цим генієм доби Відродження. Леонардо робив креслення та розрахунки всіх вищезгаданих пристроїв, але, на жаль, жодні автентичні прототипи, які були створені вченим, не збереглися.

Інтенсивний розвиток автоматики, що був пов'язаний із використанням енергії пари, почався у XVIII–XIX ст. завдяки промисловій революції у Європі. Наприклад, англійський механік Джордж Уатт (1736–1819) у 1784 році побудував відцентро-

вий регулятор швидкості парової машини із застосуванням принципу зміни керованих технологічних параметрів залежно від їх відхилення відносно заданого значення. Принцип керування за відхиленням величини від заданого значення, відомий як принцип Уатта, дістав поширення в сучасній техніці. У 1830 році російський дипломат і винахідник Павло Львович Шиллінг (1786–1837) у розробленому ним телеграфі запропонував перше електромагнітне реле, яке одержало практичне застосування в різних сферах промисловості.

Велике значення для розвитку теорії автоматичного керування мали дослідження російського академіка Олександра Михайловича Ляпунова (1857–1918), який у 1892 році у праці "Загальна задача про стійкість руху" заклав основи теорії стійкості нелінійних динамічних систем, а також обґрунтував вихідні положення лінійної теорії автоматичного керування.

2.2. Робототехніка як синтез автоматички і кібернетики

У XX ст. енергію пари дедалі більше замінювали електричною енергією, а питанням автоматизації різних електроустановок приділяли більше уваги. У цей період виникають автоматичні електростанції, автоматизуються окремі промислові операції, цехи та цілі підприємства. Ставляться і розв'язуються завдання комплексної автоматизації промислових процесів і виробництв. У 1960-80-ті роки теорія автоматичного керування розв'язує все складніші питання з розробки нових систем, методів їх дослідження та синтезу.

Великою подією в розвитку теорії автоматичного керування була поява в 1948 і 1952 роках праць американського вченого Норберта Вінера, які стали основою нового напрямку розвитку науки – кібернетики. Принципи кібернетики як загальної науки про керування в найрізноманітніших умовах (системах) покладено в основу сучасних термінів і понять теорії автоматичного керування. Також 40–50-ті роки XX ст. ознаменувалися почат-

ком бурхливого розвитку радіоелектроніки. Електронні пристрої забезпечили збільшення швидкодії, чутливості, точності та надійності автоматичних систем.

1946 року у США була побудована електронна цифрова обчислювальна машина "ЕНІАК". Перша вітчизняна машина (і перша в континентальній Європі) такого типу – мала електронна обчислювальна машина (МЕОМ) – була створена у Києві в 1950 році колективом Обчислювального центру АН УРСР під керівництвом академіка Сергія Олексійовича Лебедєва (1902–1974). Швидкість її дії становила 3000 операцій за хвилину, а площа була близько 50 м². Дані вводили за допомогою магнітної стрічки, а виводили за допомогою друкарського пристрою, з'єданого з пам'яттю. Машина могла виконувати 50 математичних операцій за секунду, запам'ятовувати в оперативній пам'яті 31 число і 63 команди. У 1952 році в Інституті точної механіки і обчислювальної техніки АН СРСР була побудована велика аналітична обчислювальна машина (БАСМ). Так було розв'язане одне з найважливіших завдань сучасності. Згодом великогабаритні машини першого покоління поступилися місцем дедалі меншим машинам наступних поколінь, які могли не тільки самостійно існувати, а й, будучи вбудованими в технологічну машину-автомат, ставали її електронним "мозком".

Найбільшого поширення набули маніпулятори, керовані безпосередньо оператором. Проте тоді, коли необхідні зусилля можуть перевищувати можливості людини, застосовують маніпулятори, що складаються з єдиної руки великих розмірів і чималої потужності. Керують маніпулятором за допомогою двох важелів, а зворотний зв'язок є тільки візуальним. Природно, що швидкість виконання операцій у цьому випадку значно знижується. Наприкінці 50-х років ХХ ст. почала змінюватися міра участі людини в керуванні машиною. Свої функції вона поступово передавала техніці. Спочатку це були рухові функції, потім функції передавання і переробки інформації, а врешті-решт функції прийняття рішення.

Удосконалення систем керування роботів і маніпуляторів визначило появу трьох поколінь останніх. До першого покоління належали роботи, які мали циклічну систему керування, до дру-

гого – роботи з рефлексним принципом керування, до третього – роботи з адаптивною системою керування, які наслідують принципам самоорганізації та самовдосконалення. Створення третього покоління роботів висунуло необхідність введення у систему керування елементів штучного інтелекту. Створена в 1958 році американська обчислювальна машина "Марк-І" відрізняла коло від квадрата. При цьому система машинного зору не копіювала око людини, а реалізовувала свою програму ефективного перероблення інформації.

З усієї різноманітності образів зовнішнього світу робот відрізняв лише цілком конкретні, що наділені особливими якостями. Роботи з елементами машинного зору були створені в Единбурзькому (Шотландія) та Стенфордському (США) університетах, Массачусетському технологічному інституті (США) та Електротехнічній лабораторії (Японія).

Сам термін *робот* (від чеськ. *Robota* – "підневільна праця", "каторга") був запропонований чеським письменником Карелом Чапеком (1890–1938) і вперше використаний у п'єсі "R.U.R." (1921). У цьому творі під роботом малася на увазі машина з антропоморфною будовою і поведінкою – "механічна людина".

Розрізняють чотири групи роботів: 1) власне роботи – кібернетичні автомати; 2) керуючі роботи – автомати, призначені для розв'язання складних обчислювальних і логічних задач; 3) керовані роботи – пристрої, призначені для виконання механічних операцій на деякій відстані від командного пункту; 4) інформаційні роботи – автоматичні системи, призначені для пошуку, перероблення і передавання інформації про стан різних параметрів досліджуваних об'єктів.

Сьогодні в умовах науково-технічної революції автомати широко застосовують у промисловості, транспорті, дослідних лабораторіях. Однак яку б роботу не виконував автомат, він працює не сам по собі, його роботою керує програма – визначена послідовність дій, яку задає людина. Програма роботи автомата може бути закладена в його конструкції. Наприклад, програма роботи годинників міститься у пристрої спускового механізму і маятника, що одержують енергію від заводної пружини. У складніших автоматах, наприклад верстатах із програ-

ним керуванням, програма роботи задається ззовні у вигляді серії сигналів, записаних на магнітну стрічку, перфокарту або спеціальний чіп. Пристрій, вмонтований у блок керування верстатом, "зчитує" ці сигнали і посиляє їх на механізми, які виконують необхідні операції.

Завдяки бурхливому розвитку техніки у ХХ ст. з'явилися енергетичні, технологічні, транспортні та інші машини й агрегати з автоматичним керуванням. Широке використання у виробничих процесах автоматичного й автоматизованого устаткування – це і є автоматизація виробництва. Якщо механізація звільнила людину від важкої фізичної праці, то автоматизація передбачає передавання автоматичним пристроєм також функцій керування, регулювання і контролю, які раніше виконувала лише людина.

Автоматичне керування широко застосовують для виконання операцій, що вимагають від людини переробки великої кількості інформації за короткий час. Зараз на допомогу людині приходять електронно-обчислювальні машини (ЕОМ). ЕОМ стала необхідною ланкою на багатьох промислових підприємствах і транспорті. При керуванні яким-небудь об'єктом ЕОМ одержує інформацію від датчиків, що контролюють стан об'єкта. ЕОМ аналізує отримані дані й виробляє команди, що потім перетворюються на сигнали, які впливають на об'єкт. Наприклад, верстати з автоматичним керуванням без участі людини роблять різні вироби, виготовлення яких не вимагає переналагодження верстата в ході роботи. Якщо виріб виявляється складним для одного верстата, то для його виготовлення ставлять кілька верстатів-автоматів, поєднуючи їх у автоматичну лінію. Автоматичні лінії, верстати з програмним керуванням, промислові роботи можна побачити на багатьох машинобудівних заводах.

У зв'язку з широким використанням керуючих ЕОМ, які для кожного моменту часу розраховують оптимальні режими технологічного процесу і виробляють керуючі команди з усіх автоматизованих операцій, відбувається перехід до третього етапу розвитку автоматизації. Він охоплює період із другої половини ХХ ст. і до сьогодення.

У 1960–80-ті роки теорія автоматичного керування розв'язувала все складніші питання з розробки нових систем, методів їх дослідження та синтезу. У зв'язку з розвитком ЕОМ і появою достатньо дешевих, надійних і швидкодіючих ЕОМ у світі з'явилися перші автоматизовані системи управління. Вони побудовані на базі управляючих обчислювальних комплексів, які є спеціалізованою промисловою ЕОМ, що призначена саме для обчислення і реалізації функцій автоматизованих систем управління. Різноманіття цих функцій дозволило підняти автоматизацію на якісно новий рівень.

До кінця XX ст. автоматизація проникла в усі сфери людської діяльності, зокрема такі:

- контроль технологічних процесів;
- науково-дослідницька та конструкторська діяльність;
- машинобудування (упровадження конвеєрів);
- освіта (дистанційне навчання і комп'ютерне тестування знань);
- бібліотечна й архівна справа, що дозволяє прискорити доступ до необхідної інформації за рахунок створення електронних бібліотек і архівів, а також забезпечує поступовий перехід від паперових носіїв до електронних;
- побут (різноманітні автоматичні побутові прилади, які полегшують домашню працю).

Автоматичне регулювання підтримує сталість режиму роботи машини (стабілізує її роботу) або змінює цей режим за заздалегідь заданим законом. Наприклад, на електростанціях автоматичні регулятори підтримують необхідну частоту обертання турбіни, частоту і напругу вироблюваного струму, регулюють електричну потужність. Автомати пускають і зупиняють агрегати станцій відповідно до графіка споживання електроенергії.

Незамінним також є використання автоматів у шкідливих і агресивних для людського життя умовах (з високим рівнем радіації, токсичності, тиску або температури) або надзвичайних ситуаціях (техногенні аварії). Усе більше застосовують автомати у воєнно-оборонній сфері. Поступовий розвиток технологій і автоматизація практично всіх сфер життя зумовили концепцію "безлюдного виробництва", тобто створення роботів, які в майбутньому можуть повністю замінити людину.

Отже, автоматика розробляє технічні засоби і методи технологічних процесів без безпосередньої участі людини. Вона стала одним із основних факторів сучасної науково-технічної революції, оскільки прогрес суспільства можливий тільки на основі широкого впровадження нової техніки, комплексної механізації й автоматизації виробничих процесів у всіх галузях господарства. Доручаючи все більш відповідальні справи автоматам, людина безупинно вдосконалює їхню конструкцію, зовнішні та внутрішні зв'язки, шукає нові принципи дії.

Хоча автоматика зародилася ще в давні часи, однак її бурхливий розвиток припав на початок XVIII ст. (на тлі промислової революції у Європі). Згодом вона стала невід'ємною частиною нашого повсякденного життя і з кожним днем удосконалюється.

Проте необхідно пам'ятати і про негативні риси такого розвитку подій. Сьогодні все частіше постає запитання, чи стане людина рабом технологій, що співіснують із нею і не завжди відповідають її реальним потребам. Водночас ми боїмося, що машини замінять людей у професійному плані. У спеціалізованих дослідницьких центрах вважають, що заміна людей машинами вже почалася. Це може призвести до того, що в людей зникнуть цілі сфери зайнятості, адже автоматизація праці торкнеться багатьох професій. Через ризик безробіття людині доведеться набувати нових звичок, постійно вчитися та вдосконалюватися. У деяких країнах уже сьогодні засновують постійні курси для навчання і перекваліфікації співробітників, щоб люди могли залишитися потрібними у світі машин.

2.3. Вплив інформаційної та кібернетичної революції на суспільство

В історії розвитку цивілізації відбулося кілька соціальних революцій – перетворень суспільних відносин через кардинальні зміни у веденні суспільного господарства. Наслідком цих перетворень стало придбання людським суспільством нових якостей.

Аграрна революція відбувалася протягом кількох тисяч років, промислова – понад сто років, а новим революціям потрібні лише десятиліття. Аналіз статистичних показників і фактів реального життя свідчить, що характерною рисою нашого часу став безпрецедентний за темпами розвиток сучасних інформаційних технологій (ІТ), що включають нові засоби зв'язку й опрацювання інформації. Це відбувається насамперед у країнах-лідерах світового господарства.

В основі розвитку будь-якого суспільства, явища або дії лежать інформація та продукти її обробки – знання й технології, які, у свою чергу, є ресурсами, організаторами та двигунами інформаційних революцій, глобальних епохальних перетворень. У різні історичні часи всі типи суспільства характеризуються намаганням і вмінням керувати виробництвом та людьми, шукати й обробляти інформацію, отримувати нові знання та вдало ними користуватися.

Ще Гомер описував, як афіняни щорічно проводили *кібернесії* – свята керманичів. Переміщатися морем завжди було небезпечно, і з часом керування кораблем перетворилося на популярну модель управління, а слово *кібернет* стало означати не лише "керманич", а й "правитель над людьми". Нині воно перетворилося на *кібернетику* – науку про управління взагалі.

Діяльність окремих людей, груп, колективів і організацій усе більше залежить від їхньої інформованості та здатності ефективно використовувати інформацію. Перш ніж виконати якісь дії, необхідно зібрати, осмислити і проаналізувати інформацію. Пошук раціональних рішень у будь-якій сфері вимагає оброблення великих обсягів інформації, що часом неможливо без залучення спеціальних технічних засобів.

З появою кібернетики як науки з'явилося індустріальне суспільство, де набирало обертів спочатку впровадження механізації, а потім комп'ютерних технологій, програмного забезпечення, збирання, оброблення й використання інформації в усіх сферах господарювання. Подальший соціально-економічний розвиток і швидкозмінні інформаційні революції зумовили розвиток суспільства, у якому почало домінувати оптимальне поєднання знань і можливостей людей та машин.

Наприклад, використання здобутків кібернетичної революції в економіці служить як пізнавальним цілям, так і господарським. Пізнавальні цілі полягають у тому, що кібернетика надає можливість по-новому розглядати зв'язки між різними елементами економічних систем і способи функціонування останніх (як суспільно-економічних формацій загалом, так і окремих їх частин), зокрема механізми формування й розвитку ринку, грошового обігу, обміну товарів, зовнішньоекономічної діяльності. Упровадження в економіку кібернетичних принципів, яким підпорядкована сукупність взаємопов'язаних дій, дозволило моделювати, прогнозувати і реалізовувати ефективні управлінські рішення в усіх сферах господарювання. Окремо варто виділити економічну кібернетику, яка, виходячи із тлумачення економіки як сфери діяльності людини з метою задоволення суспільних і особистих потреб, сприяє розв'язанню важливих задач розбудови суспільства та підвищення рівня добробуту.

Інформатизація суспільства – організований соціально-економічний і науково-технічний процес створення оптимальних умов для задоволення інформаційних потреб і реалізації прав громадян, органів державної влади й місцевого самоврядування, організацій, громадських об'єднань на основі формування і використання інформаційних ресурсів.

Інформатизація почалася у США у 1960-ті роки, у 1970-ті – у Японії, а трохи згодом – у Західній Європі. Було сформоване кіберсередовище, що характеризується створенням, розповсюдженням і використанням значного обсягу знань, які суттєво впливають на всі процеси розвитку суспільства та життєдіяльності людини. Одним із наслідків такого розвитку стала поява *штучного інтелекту*, який усе ширше застосовують у різних сферах діяльності людини для прогнозування її результатів із використанням складних імовірнісних моделей. Це, зокрема, дозволяє швидко бачити зміни на глобальному ринку праці, де кількість робочих місць у найближчій перспективі зменшиться практично у два-три рази, у той час як населення світу загалом наблизиться до 8 млрд осіб. Щоб ресурсів вистачило на всіх, країни будуть вимушені зменшити витрати, підвищити продук-

тивність праці, збалансувати податкові системи, що без машин, нових технологій, роботів неможливо.

Останні десятиріччя стали переломними в розвитку світової цивілізації. Добігає кінця індустріальний період її еволюції й розпочинається новий – інформаційний, особливістю якого є використання людиною в основних сферах громадського життя розвинутої ІТ-інфраструктури.

Як згадувалося вище, формування сучасного інформаційного суспільства стало результатом кількох інформаційних революцій, які кардинально змінили способи не лише обробки інформації, а й виробництва, стиль життя, системи цінностей.

Перша інформаційна революція була зумовлена появою писемності, уможливила передавання інформації, знань від покоління до покоління через її фіксацію у знаках і зруйнувала монополію вузького кола людей на знання.

Друга була викликана винаходом книгодрукування у XV ст. і надала доступ до інформації широким верствам населення завдяки тиражуванню знань.

Третя (XIX ст.) пов'язана із застосуванням електричного струму, завдяки чому з'явилися телеграф, телефон, радіо, що дозволило оперативно передавати і накопичувати інформацію, звукові та візуальні образи.

Четверта інформаційна революція (70-ті роки XX ст.) зумовлена появою мікропроцесорної технології та персонального комп'ютера. Вона характеризується переходом до комп'ютерних засобів перетворення, передавання і зберігання інформації та створенням програмного забезпечення. Її "вінцем" стала всесвітня мережа "Інтернет", що уможливила інформаційний обмін у глобальних масштабах. Це явище інтегрує ефекти попередніх революційних винаходів у інформаційній сфері (книгодрукування, телефонія, радіозв'язок, персональний комп'ютер), оскільки створює технологічну основу для подолання будь-яких відстаней при передаванні інформації, що сприяє об'єднанню інтелектуальних здібностей і духовних сил людства.

Інформаційна та кібернетична революції вплинули на різні сфери життєдіяльності суспільства (економічну, соціальну, політичну, культурну), а нові інформаційні технології помітно

змінити умови життя. Чим більший обсяг інформації ми використовуємо, тим більше нас цікавить лише інформація про світ, а не досвід безпосереднього спілкування з ним. Це зумовлює пошук нових способів отримання опосередкованої інформації, що вимагають усе більш ускладнених пояснень.

Варто зазначити й неоднакову зацікавленість у інформаційній революції як окремих країн і регіонів, так і певних соціальних прошарків. З одного боку, є досить оптимістичні прогнози щодо перспектив суспільного розвитку, пов'язаних із інформаційною революцією, а з іншого, – усе частіше лунають тривожні застереження про так званий "цифровий розрив" між тими, хто користується методами інформаційних технологій, і тими, хто не має такої можливості. З огляду на фактори, що ускладнюють проблему "цифрового розриву" (низький матеріальний рівень життя у країнах, що розвиваються; відставання цих країн у забезпеченні комунікаційною інфраструктурою; низький рівень освіченості населення і, як наслідок, брак необхідних для розвитку та використання інформаційно-комунікаційних технологій кваліфікованих фахівців; мовний бар'єр: майже 80 % веб-сайтів і 96 % комерційних сайтів – англomовні), можна дійти висновку, що в найближчі роки інформаційне суспільство для одних країн стане реальністю, а для інших – лише орієнтиром для розвитку.

Слід мати на увазі також двоїстий, суперечливий вплив інформаційної революції. З одного боку, високий освітній рівень населення сприяє швидкому, але здебільше поверхневому залученню до цінностей політичної культури. З іншого боку, західна модель соціальної поведінки, що виявляється в таких цінностях, як приватна власність, правова держава, для значної частини населення залишається абстрактною, не засвоєною в процесі соціалізації, оскільки їй бракує громадянської орієнтації особистості, психології раціонального оптимізму і підприємницьких традицій. Так виникають проблеми психологічного і морального сприйняття або несприйняття політичної модернізації, яку інколи розглядають не як природний національний розвиток, а як іноземний (чи космополітичний) вплив.

Створення високоефективних систем керування транспортом, енергосистемами, інфраструктурою життєзабезпечення спричи-

няє зростання залежності й уразливості людської спільноти від випадкових чи навмисних збоїв устаткування і програмного забезпечення. Водночас усе голосніше пророкують неминучість надцентралізації влади, монополізації інформаційного простору, контролю над індивідуальною свідомістю, тотального використання маніпулятивних методів, посилення культурного імперіалізму й укорінення медіакратії (знищення в найближчому майбутньому всіх історичних завоювань демократії). На думку деяких дослідників, за нинішнім станом комунікацій зачаївся злий намір замінити слабкі культури сильнішими або ж установити інформаційно-фінансовий тоталітаризм.

Інтернет як вияв інформаційного суспільства став інструментом зв'язку і політичної комунікації. Завдяки ньому виникають передумови для зародження нетрадиційних форм політичної організації, включаючи існуючі в кіберпросторі віртуальні "держави". Це має як позитивні, так і негативні наслідки, оскільки інформаційно-комунікаційні технології можуть використовувати терористи й екстремісти. Екстремісти різного ґатунку (неонацисти, скінхеди, расисти, релігійні фанатики) вбачають у "Інтернеті" ефективний засіб активізації своєї діяльності, поширення своїх поглядів, вербування прихильників. Із моменту появи в "Інтернеті" першого екстремістського сайту "Штормовий фронт", який створив у 1995 році Ден Блек (один із колишніх лідерів Ку-Клукс-Клану), Всесвітня павутина постійно поповнюється сайтами, що пропагують ідеї насильства, расової та релігійної нетерпимості. Отже, наслідком свободи вибору і самореалізації у віртуальному просторі став занепад деяких моральних засад суспільства.

Виникають і бурхливо розвиваються нетоварні інформаційно-фінансові ринки (ф'ючерсів, форвардів, страхові, інвестиційні, валютні), які часто за обсягом перевершують традиційні товарні. Відбувається дематеріалізація грошей: вони відриваються від матеріального носія і стають електронними. В економічній літературі навіть з'явилися спеціальні терміни – "інформаційна економіка", "економіка, заснована на знаннях", у яких головним виробничим ресурсом стали знання та інформація.

Знання стає чи не основним джерелом багатства, чого ніколи не було раніше. На думку американського психолога, засновника *теорії постіндустріального суспільства* Денієла Белла (1919–2011), поділ населення на тих, хто належить або не належить до вищого соціального прошарку (носіїв знань), статус якого визначається не майновим станом, а інтелектуальним потенціалом, здатністю генерувати нові знання, перетворюється на одну з найгостріших проблем західного світу, зокрема етичну. Виникає також потенційний ризик порушення соціальних і біологічних основ існування людини. Складно уявити, чим це може обернутися у підсумку. Радикальні зміни в самоусвідомленні здатні зачепити такі базові поняття, як розуміння сім'ї, статі, ставлення до життя. Проте кібернетична революція може допомогти заздалегідь потурбуватися про створення оптимальних соціальних, правових та інших інструментів, щоб такі зміни не застали зненацька і можна було мінімізувати їхні негативні наслідки.

Революція керованих систем торкається і соціальних систем. Можна сподіватись, що із часом будуть вироблені технології соціального передбачення і мінімізації впливу негативних проблем. Це дозволить полегшити масове поширення інновацій.

2.4. Біотехнології

Біотехнологія – це сукупність промислових методів, які застосовують для виробництва різних речовин із використанням живих організмів, клітин, біологічних процесів чи явищ для практичних потреб людини з метою отримати вигоду або поліпшити життя.

Термін *біотехнологія* вперше застосував у своїх роботах у 1919 році угорський міністр продовольства Карл Ерекї. Широкого вжитку термін набув у 70-ті роки XX ст. (від *біос* – "життя", *технос* – "мистецтво", "майстерність", *логос* – "слово", "учення"), хоча біотехнологічні методи були відомі вже давно (використання мікроорганізмів для випікання хліба, виготовлення сиру та інших молочних продуктів, вина, пива тощо).

Великий внесок у становлення біотехнологій як напрямку біології зробив видатний французький мікробіолог і хімік Луї Пастер (1822–1895). Його ім'я широко відоме фахівцям із харчових технологій завдяки створеній ним і названій згодом на його честь *пастеризації*.

Перший патент із біотехнології був виданий у 1891 році у США – японський біохімік Дз. Такаміне відкрив методику використання ферментних препаратів у промислових цілях. За останні 100 років завдяки нестримному прогресу в усіх напрямках спектр біотехнологічних завдань і методики їх розв'язання істотно змінилися. В основі нових біотехнологій лежать високотехнологічні методи генної та клітинної інженерії, за допомогою яких проводять безліч складних операцій, у тому числі відтворення життєздатних копій з окремих фрагментів клітин. Взаємодія молекулярної біології, генетики, генної інженерії, біохімії, мікробіології, хімії, хімічних технологій дозволяє створювати нові біологічні агенти, удосконалювати керування біосинтезом тощо. Наприклад, у фармацевтичній промисловості біотехнології охоплюють сукупність технологічних методів і біологічних процесів, що використовують живі організми для виробництва лікарських субстанцій.

Першочерговим завданням біотехнології є напрацювання й упровадження нових методів виробництва лікарських препаратів для діагностики, профілактики та лікування серцево-судинних, злоякісних, спадкових, інфекційних, у тому числі вірусних, захворювань: інтерферонів, інсулінів, гормонів, антибіотиків, вакцин, моноклональних антитіл тощо.

Методи біотехнології створюють нові можливості для виробництва антибіотиків із високою вибірковою активністю щодо певних груп мікроорганізмів. Однак антибіотики мають деякі недоліки (токсичність, алергенність, стійкість до них патогенних мікроорганізмів тощо), які можна істотно зменшити методами хімічної модифікації (пеніциліни, цефалоспорини) і генної інженерії.

Світ, у якому майже немає невиліковних хвороб, – уже не просто фантазії: це світ, де методи генотерапії та редагування геному стануть зброєю медицини. Уже сьогодні завдяки ним удалося досягти значного прогресу в лікуванні кількох раніше невиліковних патологій.

Спадкові захворювання, викликані "поломками" у ДНК, називають генетичними. Якщо вони спровоковані мутацією в одному гені, то їх називають моногенними. До них належать, наприклад, фенілкетонурія, хвороба Гоше, серповидна клітинна анемія.

Існують патології, причиною яких є руйнація відразу кількох генів (полігенні) або дефект значної частини хромосоми (хромосомні хвороби). До полігенних захворювань належать деякі види раку, цукровий діабет, шизофренія, епілепсія, ішемічна хвороба серця тощо. Найбільшого успіху сьогодні вдалося домогтися в лікуванні моногенних генетичних захворювань, оскільки виправити один ген методично простіше, ніж боротися із полігенними хворобами або хромосомними аномаліями (проте і тут усе не безнадійно!). У майбутньому генна терапія і редагування геному стануть головними інструментами боротьби з генетичними хворобами.

Концепція генної терапії полягає в доставлянні у клітину здорового гена, який замінює свій "дефектний" варіант.

Найпоширеніша функція багатьох антибіотиків – синтез білка бактерій. Апарат трансляції прокариотів у бактерій відрізняється від такого в людини, що дозволяє використовувати специфічні інгібітори синтезу білка в бактерій без шкоди для клітин нашого організму. Через масове поширення генів стійкості у бактерій учені активно вивчають їхні апарати, що синтезують білок, і шукають нові мішені й інгібітори трансляції. За допомогою мікроорганізмів отримують такі лікарські препарати, як кортизон, гідрокортизон тощо, які належать до групи стероїдів.

Розглянемо деякі проєкти, над якими працюють фахівці.

Вирощування тканин. Сучасні технології дозволяють вирощувати тканини й навіть цілі органи за рахунок ресурсів самого організму (т. зв. аутологічні клітини, серед яких – широковідомі стовбурові). Однак головна проблема полягає в тому, що для будівництва клітин потрібен матрикс – каркас, який у ідеалі має замінитися відновленою тканиною і безслідно зникнути.

Маска для Ілона Маска. Американський винахідник Ілон Маск, керівник "Space X", має намір організувати перший пілотований політ і заснувати колонію людей на Марсі. Однією із проблем стало забезпечення нормального дихання. Частка кисню на червоній планеті становить лише 0,2 %, тобто у 100 разів менше,

ніж на Землі. Біотехнологи як рішення запропонували фільтрувальні маски, що зможуть перетворювати вуглекислий газ на кисень. Такі технології вже є, залишається довести їх до практичного застосування.

"Штучний лікар". Для того щоб діагностувати хворобу, можна створити програму на основі штучного мозку. У такому випадку система може бути побудована за принципом штучних нейронних мереж. Це груба модель мозку, у якій замість нервових клітин використовують прості процесори. Вони взаємодіють відповідно до деяких математичних моделей і позбавлені людської емоційності. З великою точністю вони здатні передбачати майбутній стан будь-якого об'єкта, у тому числі людини, без сумнівних діагнозів і фатальних лікарських помилок.

Робота "штучного лікаря" організована таким чином: у системі заповнюють біометричні дані про пацієнта, результати ЕКГ, показники росту, ваги, віку тощо. Програма їх аналізує і видає результат: імовірність розвитку хвороби, умови й терміни її загострення, рекомендації.

Чип (інтегральна мікросхема) у тілі. Сьогодні проникнення інформаційних технологій у медицину стало тотальним. Безконтактні методи діагностики, комп'ютерні моделі патологій, моделювання реакцій на ліки – далеко не повний перелік того, що чекає на людство. Живі тканини й електроніка стануть єдиним цілим, а управління тілом – справою техніки. Можна буде "вимкнути" біль, "налагодити" серце, "домовитися" із мозком, у режимі онлайн "відремонтувати" органи або навіть реально поліпшувати людей. Ембріологи навчилися редагувати геном на ранніх стадіях розвитку, що в перспективі має позбавити людство від шкідливих мутацій і цілої низки спадкових хвороб.

Нині біотехнологи пропонують максимально застосовувати чипові технології та електронні пристрої (*гаджети*) у медичній практиці шляхом імплантації в органи і тканини-мішені. Прогнозують, що згодом гаджети стануть настільки маленькими, що зможуть без ускладнень "подорожувати" нашим організмом. Серце, легені або шлунок оснастять бездротовими датчиками, які 24 години будуть відправляти дані про стан організму. Такі

технології спростять життя пацієнтам, а головне – допоможуть знайти першопричини складних патологій.

Біотехнології майбутнього насамперед направлені на медицину, і цьому є причина. По-перше, у нашому світі існують багато невиліковних хвороб і людей, які потребують допомоги. По-друге, є хвороби, про які людина може навіть не здогадуватися, тому вчені працюють над спеціальними "штучними ліками", які могли б заздалегідь їх виявляти.

Ще один важливий внесок біотехнологій у життя сучасного суспільства полягає у їх застосуванні в харчовій промисловості. Традиційна біотехнологія заснована на ферментації. За останні 30 років виникли нові виробництва, що базуються на використанні різних міцеліальних грибів, дріжджів, бактерій, рідше водоростей.

Мікроорганізми застосовують для отримання деяких нуклеотидів і цитохромів. Вони є продуцентами вітамінів B2 і B12, які беруть участь у синтезі бета-каротину.

Завдяки мікроорганізмам одержують полісахариди. Їх застосовують у медицині, наприклад як замітник плазми крові – декстрин, у харчовій, текстильній, парфумерній промисловості та для збільшення видобутку нафти. Розширюється масове виробництво на основі вірусних і бактеріальних препаратів для профілактики захворювань сільськогосподарських тварин.

Також мікроорганізми використовують у хлібопеченні, для отримання оцту, молочнокислих продуктів, етанолу, гліцерину, ацетону, бутанолу й низки органічних кислот.

Одним із найбільш перспективних напрямів традиційної біотехнології є використання мікроорганізмів як одного із засобів захисту рослин від шкідників. Розвиток цього напрямку зумовлений багатьма вадами пестицидів та інших сільськогосподарських препаратів. По-перше, абсолютна більшість пестицидів є сильними біологічно активними речовинами, що можуть негативно впливати на ріст, розвиток і загальний стан рослин.

По-друге, дуже часто використання пестицидів може знищити всю мікрофлору, передусім корисну, оскільки вона дуже чутлива до них. Це порушує нормальні мікробіологічні процеси у ґрунті, у тому числі симбіотичні й асоціативні, що часто призводить до зниження протистояння рослин шкідникам, хворо-

бам, бур'янам. Це може виявитись за зберігання врожаю, коли відбувається зміна мікрофлори поля на мікрофлору сховища. Як приклад наведемо збільшення псування картоплі збудниками м'якої гнилі внаслідок багаторазової обробки пестицидами від колорадського жука. Ще одним прикладом може служити захворювання рослин на фітофтору внаслідок надлишку органічних і азотних добрив.

По-третє, невміле використання пестицидів може сприяти появі нових стійких форм організмів-шкідників.

Одним із виходів із ситуації, що склалася в сільському господарстві, може стати заміна пестицидів на мікроорганізми (бактерії, актиноміцети, гриби), а також хижаків і паразитів шкідників і збудників хвороб або продукти їхньої життєдіяльності. Для такої заміни зроблено чимало: отримані препарати мікроорганізмів, відібрані комахи-хижаки, кліщі та нематоди, паразитичні організми різного рівню організації, опрацьовані методи вирощування таких тварин і мікроорганізмів та їх застосування в полі й закритому ґрунті. Препарати для боротьби із фітофагами надходять у продаж із інструкцією з використання.

Набагато важче склалась ситуація із біозахистом рослин від хвороб. Незважаючи на численні розробки біопрепаратів для такого захисту, тільки деякі з них рекомендовані для застосування. Передусім це антибіотики, які мають деякі переваги порівняно із фунгіцидами: добре розчиняються у воді, досить стійкі до навколишнього середовища, легко проникають у тканини рослин. Ці ознаки дозволяють використовувати їх для придушення збудників хвороб. Майже всі антибіотики здатні придушувати широке коло патогенів (гриби, бактерії, мікоплазми).

Триває розроблення антивірусних антибіотиків. У деяких країнах дозволено використовувати антибіотики медичного призначення або синтезовані для захисту рослин у чистому вигляді або в суміші із фунгіцидами. Деякі зарубіжні фірми випускають препарати спеціально для захисту рослин: "Бластоцидин", "Касугиміцин", "Поліоксин", "Валідаміцин" та ін. У нашій країні найбільше поширені антибіотики "Трихотецин", "Фітобактеріоміцин" і "Фітолавін-100".

Антибіотики є продуктами біотехнології, проте їх важко визнати біологічними засобами захисту рослин. Принципово вони не відрізняються від звичайних фунгіцидів і бактерицидів хімічної природи, крім того що є продуктами життєдіяльності мікроорганізмів. Це звичайні органічні з'єднання, але синтезовані не у хімічному реакторі, а живою клітиною.

Антибіотики мають усі переваги й вади хімічних пестицидів:

- вони активні не тільки проти патогенів, але й проти всієї мікрофлори рослини;
- токсичні для теплокровних тварин, у тому числі для людини, погано впливають на рослини; винятком є антибіотики пеніцилінового ряду, які порушують синтез клітинної стінки бактерій;
- спричиняють відбір мікроорганізмів, у тому числі патогенів, які стійкі до їхньої дії, що робить неможливим застосування більшості антибіотиків у сільському господарстві;
- вартість препаратів, що виготовлені на основі антибіотиків, вища за вартість препаратів хімічної природи.

Зважаючи на ці фактори, можна сказати, що застосування антибіотиків для захисту рослин від хвороб не має перспективи, якщо тільки не будуть знайдені інші специфічні сполуки, які б вибірково знищували патогени, не завдаючи шкоди рослинам, тваринам і корисним мікроорганізмам.

2.5. Проблеми біоетики

Біоетика як міждисциплінарний напрям сформувалась наприкінці 1960-х – початку 1970-х років. Термін *біоетика* запропонував американський учений Ван Ранселер Поттер (1911–2001) у 1969 році. Цей термін трактують по-різному. Передусім біоетику намагаються ототожнювати з біомедичною етикою, обмеживши її зміст етичними проблемами відносин "лікар – пацієнт". Ширше розуміння біоетики включає низку аксіологічних, соціальних і пов'язаних із системою охорони здоров'я та ставленням людини до тварин і рослин проблем. Нагадаємо, що *аксіологія* (від грец. *αξια* – "цінність") – розділ філософії, наука

про природу духовних, моральних, естетичних та інших цінностей, їхній зв'язок між собою, із соціальними, культурними чинниками та особистістю людини.

Біоетика орієнтована на дослідження живих істот незалежно від того, чи застосовують їх у терапії, тобто на досягнення сучасної біології при обґрунтуванні або розв'язанні моральних колізій, що виникають у ході наукових досліджень.

Сьогодні біоетика – це більше, ніж просто розділ філософії. Це міждисциплінарна сфера людського знання, у формуванні якої беруть участь медики, біологи, юристи, соціологи, філософи і представники інших професій. Біоетика керується біофілософськими ідеями, ідеалами і принципами, а також правовими вимогами до вчених, медиків, інших фахівців, націлює їх на захист і збереження здоров'я людей. У сучасній системі охорони здоров'я вона є особливим професійним складником. Вона висуває на перший план завдання збереження життя взагалі (у земній біосфері) і людського життя зокрема, зміцнення фізичного, психічного і розумового здоров'я людей. Із цього виникають нові морально-правові відносини в усій системі охорони здоров'я між взаємодіючими суб'єктами – ученими, лікарями, медсестрами і пацієнтами.

Біоетика стала логічною відповіддю на численні етичні запитання і проблеми, що з'явилися останніми десятиліттями у процесі клінічної роботи, а також під час біомедичних досліджень і експериментів. Вона покликана не тільки ідентифікувати й аналізувати конфліктні ситуації, що виникають на стику медицини, біології, філософії та юриспруденції, а й визначати шляхи їх розв'язання.

2.5.1. Медичний аспект

Оскільки біоетика тісно пов'язана з медициною, то її витоки мають тисячолітнє коріння. Історично першою формою лікарської етики були моральні принципи лікування Гіппократа, викладені ним у "Клятві". Гіппократа називають батьком медицини. Ця характеристика не випадкова. Вона фіксує народження професійної лікарської етики.

У стародавніх культурах – вавилонській, єгипетській, іудейській, індійській, грецькій – здатність лікувати зазвичай свідчила про "божественну" обраність людини і визначала її елітне, жрецьке положення в суспільстві. Наприклад, перші вавилонські лікарі були жерцями, а основними засобами лікування були обряди і магія, а у магів Персії та брахманів Стародавньої Індії медична практика була особливим правом.

Становлення грецької світської медицини було пов'язане не тільки із впливом раціонального знання і накопиченням досвіду лікування, але і з принципами демократичного життя міст-держав Стародавньої Греції. Перший етап формування морального кодексу людей, що обрали лікування видом професійної діяльності, почався із формування медицини і завершився появою праць грецьких філософів (Сократ, Арістотель, Гіппократ). У "Клятві" Гіппократа були вперше сформульовані та виписані обов'язки лікаря перед хворими і колегами з ремесла. Основним принципом у гіппократівській моделі біомедичної етики є правило: "Не нашкодь!".

Другою історичною формою лікарської етики стало розуміння взаємин лікаря і пацієнта, що склалися в середні віки. Висловити її вдалося Парацельсу. Парацельс (лат. Paracelsus), справжнє ім'я Філіп Ауреол Теофраст Бомбаст фон Гогенгайм (1493–1541), – лікар епохи Відродження. Його псевдонім означає "Той, хто наблизився до Цельса", знаменитого римського філософа та лікаря I ст.

Модель Парацельса – це форма лікарської етики, коли моральне ставлення до пацієнта тлумачиться як складова стратегії терапевтичної поведінки лікаря. Якщо в моделі Гіппократа медична етика розуміється як завоювання довіри пацієнта, то модель Парацельса – це врахування емоційно-психічних особливостей пацієнта, визнання глибини його душевно-духовних контактів із лікарем і включення цих контактів у лікувальний процес.

У межах моделі Парацельса повною мірою розвивається патерналізм як тип взаємозв'язку лікаря і пацієнта. У середні віки характер і рівень розвитку медичних знань перебував у гармонійному зв'язку із християнською антропологією, зокрема постановкою і розв'язанням проблеми взаємин душі та тіла. Патологічні процеси в організмі людини виявлялися і фіксувалися в

досвіді та медичному знанні тільки на рівні больових відчуттів. Середньовічне розуміння власне хвороби – це передусім стан переживання болю.

Носії медичних знань – священнослужителі та їхні помічники, надаючи допомогу хворій людині, діяли відповідно до релігійних настанов. Так тривало до тих пір, поки професія лікаря не стала самостійною і більш поширеною завдяки появі медичних факультетів університетів.

Створення медичних факультетів при університетах і об'єднання лікарів у корпорації стали третім етапом розвитку медичної етики. Наприклад, у IX ст. почала формуватися медична школа в Салерно, що досягла розквіту в XII ст. завдяки перекладам медичних книжок з арабської на латину. Це вже була світська школа, а не церковна. Її головна заслуга – виготовлення нової медичної літератури.

Четвертий (деонтологічний) етап розвитку медичної етики найбільше пов'язаний із німецьким філософом Іммануїлом Кантом (Immanuel Kant; 1724–1804, Кенігсберг) – родоначальником німецької класичної філософії. У численних роботах він стверджував, зокрема, що умова пізнання – загальнозначущі апріорні форми, що впорядковують хаос відчуттів. Ідеї Бога, волі, безсмертя, теоретично бездоказові, є, однак, постулатами "практичного розуму", необхідною передумовою моральності. Центральний принцип етики Канта – категоричний імператив, а саме: існує єдиний фундаментальний моральний принцип – чинити так, аби завжди розглядати інших людей як цілі, а не засоби. Цей принцип є імперативом (командою), і він категоричний (застосовується без винятків, у всіх випадках, місцях і обставинах). Кант також вважав, що, аналізуючи людську діяльність, небезпечно ставити насолоду на перше місце – це загрожує самій сутності моралі. Найважливіший принцип сучасної біомедичної етики – повага до моральної автономії пацієнта – походить саме від кантівського уявлення про моральну свободу, відповідальність і гідність особистості.

Із 70-х років XX ст. почався новий, п'ятий етап розвитку медичної етики – біоетика, хоча, фактично, перше розгорнуте обговорення проблем біоетики відбулося ще в м. Нюрнбергу

1946 року. Це було пов'язано з експериментами німецьких медиків на людях у роки Другої світової війни. На Нюрнберзькому процесі було пред'явлено звинувачення 23 німецьким ученим-медикам. Саме тоді в Нюрнбергу був створений перший міжнародний документ із біоетики, "Нюрнберзький кодекс", який регламентував проведення наукових досліджень на людях.

Принципи, що викладені в Кодексі, були не вимогами закону, а нормами моралі, вони не мали обов'язкового характеру. У Кодексі вказувалось на необхідність при проведенні експериментів на людях дотримуватися етичних критеріїв, таких як добровільна згода і дієздатність випробуваного, його інформування про цілі, методи і можливі наслідки запланованого експерименту. Експеримент має приносити користь суспільству, яка не може бути досягнута іншими методами. Випробуваного необхідно позбавити всіх зайвих фізичних і психічних страждань і ушкоджень, а також гарантувати, що обладнання забезпечить його захист від поранення, інвалідності, смерті. Накладалася заборона на експерименти, які передбачали смертельний результат для випробовуваних. Обговорювалася можливість припинення експерименту за бажанням випробуваного.

Положення Кодексу містили перелік базових етичних принципів проведення медичних досліджень на людях. Однак, незважаючи на важливість першого в історії людства міжнародного кодексу такого роду, він істотно не вплинув на практику проведення медичних дослідів на людях у мирні часи.

У другій половині XX ст. виникла розгорнута дискусія з етичних проблем як у сфері біології, так і медицини. Завдяки новітнім технологіям життєзабезпечення стало можливим тривале підтримування автономної роботи кожного органа людини, у тому числі легенів і серця. Із розповсюдженням такої техніки з'явилася велика кількість хворих, дихання і кровообіг яких тривалий час підтримуються штучно, але при цьому вони не приходять до тями. Разом із тим актуальною стала проблема критеріїв смерті людини, оскільки розвиток трансплантології вимагає нових донорів і органів. У 1968 році на засіданні ВООЗ та ЮНЕСКО за критерій смерті людини прийняли смерть мозку.

У 1960-ті роки набув чинності громадський рух на захист евтаназії – легкої смерті для невиліковних хворих. Був опублікований меморандум на захист добровільної евтаназії, який знайшов багато прихильників. Евтаназію легалізовано в Нідерландах (1992), кількох штатах Америки та північних територіях Австралії (1997). Відбулися воістину революційні зміни у сфері репродуктивних технологій. У 1978 році у клініці "Борн-Холл" (Кембридж, Англія) медикам удалося у пробірці з'єднати яйцеклітину зі сперматозоїдом. З'явилася на світ перша дитина "із пробірки" – Луїза Браун. Саме в цей час американський біолог-біохімік, учений-гуманіст В. Р. Поттер увів до наукового обігу термін "біоетика" і визначив її основні напрями.

2.5.2. Філософський аспект

Свого часу відомий американський еколог і охоронець природи Олдо Леопольд (1887–1948) сформулював особливу етику – етику Землі – і поширив її дію не тільки на окремих осіб, а й на всі види та спільноти. Він вважав, що етика Землі покликана затвердити право на існування у природних умовах усього того, що становить екосистему, і закликав змінити роль людини в біосфері, перетворивши її із завойовника природи на повноправного представника біологічного співтовариства. Усупереч традиційному погляду, нова етика проголошує право кожного виду на існування, незалежно від його економічної цінності або корисності. На думку О. Леопольда, для становлення нової етики достатньо просто припинити вважати дбайливе поводження із Землею суто економічною проблемою. Розглядаючи кожну проблему, треба шукати не тільки те, що економічно вигідно, але й те, що добре, етично й естетично. Будь-яка міра хороша, якщо сприяє збереженню цілісності, стабільності та краси біотичного співтовариства, а та, що цьому перешкоджає, – погана. В. Р. Поттер так само, як і О. Леопольд, вважав, що застосування етики не має обмежуватися лише сферою людських відносин – її слід поширити на всю біосферу як ціле з метою регуляції втручання людини в різноманітні вияви життя.

Велика роль у формуванні філософсько-аналітичної бази біоетики належить видатному німецькому лікарю і філософу, нобелівському лауреату Альберту Швейцеру (1875–1965). У його етиці *благоговіння перед життям* немає поділу на більш і менш цінне життя, вище і нижче. Вважаючи кожную форму життя священною і недоторканною, А. Швейцер критикував антропоцентричність і поширив біблійну заповідь "не вбий" за вузькі межі міжлюдських відносин. На його думку, виживання можливе, якщо зміна менталітету випереджатиме темпи технічного прогресу, зменшиться прірва між бідними і багатими, знизяться витрати на озброєння, а економічний прогрес не буде супроводжуватися руйнуванням і деградацією навколишнього середовища. А. Швейцера можна за правом назвати основоположником екологічної науки, яка усвідомила проблему, що виникла перед людством у середині ХХ ст.: збільшення знання не супроводжується збільшенням мудрості, що необхідна для управління цим знанням. Етика А. Швейцера, що характеризується універсалізмом і глобальністю, спрямована на подолання цього розриву і пошук виходу з духовної кризи ХХ ст. Учений бачив причину ідейної кризи сучасності у протистоянні етики особистості та етики суспільства і вважав, що все розмаїття етичних систем і етичних світоглядів можна звести до двох основних типів: *етика самозречення* і *етика вдосконалення*.

2.5.3. Становлення біоетики в Україні

Розвиток біоетики в Україні базується на сучасних світових традиціях, в основі яких лежить багаторічний досвід медичної етики і лікарської деонтології, які раніше викладали в університетах як етичну філософію.

Із 1990-х років Україна все активніше бере участь у міжнародних наукових проєктах і клінічних дослідженнях, що стимулює впровадження етичного контролю відповідно до вимог міжнародних організацій, членом яких стала наша держава, а саме: Всесвітньої організації охорони здоров'я, Всесвітньої асоціації

лікарів, Всесвітньої асоціації психіатрів, Організації Об'єднаних Націй, Ради Європи.

Після створення Міжнародного комітету з біоетики (ЮНЕСКО, 1997) у багатьох країнах світу почали формувати національні комітети. При Президії НАН України був створений Комітет з питань біоетики (1998), завданнями якого стали аналіз із позицій біоетики наукових досліджень і використання їх результатів, а також розроблення основних принципів і положень для прийняття законодавчих актів про проведення біомедичних досліджень в Україні.

У 2004–2006 роках Україна брала участь у розробленні й упровадженні стандартів на основі доказової медицини (у рамках європейського проєкту про допомогу розвитку системи медичних стандартів). Поступово збільшується список медичних і наукових установ, яким дозволені клінічні випробування лікарських засобів та інші біомедичні дослідження, що вимагають високого рівня знань членів біоетичних комітетів.

Етична експертиза і регулювання біомедичних досліджень та їх проведення в Україні базуються на таких основних міжнародних документах: Гельсінська декларація (1964); Європейська конвенція про захист хребетних тварин, яких використовують для експериментальних та інших наукових цілей (1986); Належна лабораторна практика, GLP (1987); Конвенція Ради Європи стосовно права людини та біомедицини (1997); Належна клінічна практика, GCP (1997); Загальна декларація про геном людини та права людини (1997); Рекомендації комітетам із біоетики, які проводять експертизу біомедичних досліджень (2002); Загальна декларація про біоетику та права людини (2005) та ін.

Зарубіжний досвід свідчить: для впровадження біоетичних принципів у практику необхідно мати належну правову базу, яка не тільки декларує принципи, але й передбачає механізми контролю їх здійснення. В Україні правова регламентація клінічних досліджень і експериментальної роботи із тваринами введена відносно недавно і, хоча проводиться велика робота в цьому напрямі, на практиці вона фактично залежить від знань і моральної позиції дослідників.

2.5.4. Сучасні проблеми біоетики

Біоетика як прикладна етика торкається складних моральних проблем, які передусім виявляються в медичній практиці, тому їхня специфіка багато в чому визначається епістемологічними особливостями медицини (епістемологія – учення про пізнання).

По-перше, медицину можна розглядати і як мистецтво, і як науку. По-друге, медицина як будь-яка наука володіє специфічними рисами. Це спричиняє різне, навіть суперечливе, розуміння її цілей, завдань, методів, ставлення до пацієнтів тощо. Як зауважив сучасний італійський історик Карло Гінзбург, уже в античні часи медицину критикували за невідповідність до критеріїв науковості. При цьому автор відносить медицину, разом із історією, до доказових дисциплін, які оперують якостями, а не кількостями, а об'єктами їх досліджень є суб'єктивні випадки, ситуації та документи саме як явища індивідуальні. Такий аналіз індивідуальних випадків піддається реконструкції тільки посередництвом слідів і симптомів – доказів. Тільки реєструючи всі симптоми, можна розробити точні історії окремих хвороб.

У медицині традиційних культур було вкорінене цілісне ставлення до пацієнта. Утім, починаючи із XIX ст., теорія і практика західної медицини стали ґрунтуватися на біомедичній моделі, що, на перший погляд, свідчить про надбання медициною статусу науковості. При цьому із 60-х років XX ст. значно посилюлися тенденції, спрямовані на зміну підходу до пацієнта: лікар більше не сприймає його цілісно, не займається особистістю хворого, а лише "ремонтують" окремі частини біологічної системи, що "неправильно працюють". Надспеціалізація, технологізація сучасної медицини, нездоланий розрив між непрофесійним і медичним дискурсом поглибили прірву між індивідуальним досвідом хвороби і безособистою анонімною медичною теорією.

Застосування принципів біоетики за розуміння її предметного поля при обґрунтуванні морального вибору в конкретних ситуаціях часто породжує моральні дилеми, що спричиняють гострі дискусії, у тому числі в суспільстві загалом. Наприклад, сповідування принципу автономії особистості вимагає правдивого інформування пацієнта про діагноз і ймовірний прогноз

навіть за умови його фатального змісту. Однак таке повідомлення може викликати психологічний стрес, що зменшить волю пацієнта до життя, а отже, і опірність організму хворобі. Очевидним стає порушення принципу "не зашкодь".

Абсолютне сповідування принципу автономії пацієнта мало б дати йому право розпоряджатися власним життям на свій розсуд у випадку невиліковної хвороби (дилема евтаназії), але тут діє принцип недоторканності людського життя. Останній має як релігійне, так і філософське обґрунтування. З погляду релігійної свідомості людина – Боже творіння, що обумовлює повноту належності Богу і заперечує самовладдя над своїм тілом, оскільки людина наділена відповідальністю за себе, а не правом панування над собою. У філософії обґрунтування цього принципу ґрунтується на тому, що особистість становить першу і трансцендентну цінність, і якщо цю основу зруйнувати, то ми впадемо в повний релятивізм.

Зазвичай на практиці сповідування одного принципу зумовлює порушення іншого, отже, принципи не мають абсолютної дії, оскільки від них доводиться відступати в конкретних ситуаціях, що не позбавляє вибір можливої моральної шкоди.

До основних проблем біоетики на сучасному етапі розвитку суспільства належать:

- захист прав пацієнтів (у т. ч. ВІЛ-інфікованих, психічно хворих та інших хворих із обмеженою компетентністю, дітей);
- дотримання справедливості в системі охорони здоров'я;
- аборт, контрацепція та нові репродуктивні технології (штучне запліднення, запліднення у "пробірці" з подальшою імплантацією ембріона в матку, сурогатне материнство);
- проведення експериментів на людях і тваринах;
- визначення критеріїв діагностики смерті;
- трансплантологія;
- генна терапія та генна інженерія;
- клонування (терапевтичне і репродуктивне);
- надання допомоги невиліковно хворим пацієнтам (хоспіси, організація паліативної допомоги);
- евтаназія (пасивна чи активна, добровільна чи примусова).

Різні сфери застосування нових біомедичних технологій дають безліч прикладів, коли розв'язання моральних дилем у ме-

жах традиційної медичної етики неможливе. У сучасній медицині важко виявити сфери, яких би не торкнувся науковий і технологічний прогрес. Саме під його впливом традиційні проблеми медичної етики трансформуються у проблеми біоетики. Біоетика намагається осмислити етичні проблеми з різних поглядів, позицій і світоглядних підстав. Її синкретичний (еклектичний) і багаторівневий характер дає можливість маневрувати для вироблення моральних позицій і прийняття моральних рішень не тільки в непростих ситуаціях застосування біомедичних технологій, але й у філософському, соціокультурному, медичному контекстах.

Біоетика пропонує нові етичні принципи і правила для регулювання діяльності вчених і клініцистів-практиків. Принципи біоетики виникають із необхідності поєднання цінностей об'єктивного знання і універсальних духовних цінностей людської культури, при цьому людина є метою, а не засобом розвитку науки і суспільства. Проте біологічна етика не ставить за мету стримування або заборону новітніх біотехнологій, з якими пов'язують майбутнє цивілізації. Ідеться про необхідність скрупульозної й довготривалої експертизи, щоб визначити можливе й допустиме і виключити негативні наслідки для людини та природного довкілля. У цьому сенсі біоетика здатна багато в чому стабілізувати розвиток соціуму, стати своєрідною Біблією для сучасної людини в її пошуках шляхів подальшого розвитку, реалізації її прагнення бути господарем і творцем свого життя.

На засадах сучасної біоетики відбувається інтеграція загальнонаукових, правових і етичних принципів. Зокрема, у процесі прийняття рішень у складних морально-практичних ситуаціях продуктивно співпрацюють інституції біоетики та екології із державними установами США. Поширюються кодекси екологічної поведінки підприємств. Наприклад, кодекс під назвою "Принцип Валдіза" був створений для підприємств США у 1989 році. Цей документ зобов'язує корпорації та фірми дотримуватися екологічних нормативів, заощаджувати природні ресурси, чесно інформувати громадськість про характер своєї діяльності. Для опрацювання основ екологічного менеджменту і його впровадження в практику створюють спеціальні консуль-

тативні центри. Наприкінці 1980-х років у США була створена Коаліція за екологічно відповідальну економіку. До неї увійшли бізнесмени та представники державних природоохоронних організацій (Одюбонівське товариство, Сьєрра-клуб та ін.).

Сьогодні біоетика є гідною альтернативою науковій парадигмі тієї концепції освіти, якій притаманне прагнення до структурно-функціонального аналізу, бінарності (концепція, в основі якої лежить існування тільки двох гендерів – чоловіка і жінки), технізації мислення. Протягом останніх 20 років у розвинених країнах світу біоетика є одним із важливих складників вищої освіти медиків, біологів, філософів, соціологів.

Осмислення проблем біоетики ставить наукову думку перед необхідністю дослідження в новій біотехнологічній ситуації одного із основних питань філософії – про ставлення її до життя. Це питання вже не є суто гносеологічним (гносеологія – учення про пізнання), воно набуває онтологічного статусу (онтологія – учення про буття) і екзистенціального значення (екзистенціалізм – учення про існування людини та її свободу вибору).

Для прийняття рішень у разі етичних конфліктів, що часто виникають у клінічній практиці, створена система етичних комітетів при окремих лікарнях і на загальнодержавному рівні. Завдяки цим комітетам скасовується поширене ставлення до людини як пересічного об'єкта спостереження та вивчення, експериментування й маніпулювання.

У 1978 році було видано енциклопедію "Біоетика". Упроваджують новітні біотехнології, зокрема досягнення генної інженерії, відповідно до чинного законодавства, нормативних актів, громадської думки та релігійних поглядів. Наприклад, у США контроль за безпечним використанням трансгенних організмів здійснюють кілька федеральних агенцій, серед них Агенція з охорони навколишнього середовища (EPA), Адміністрація із продовольства та ліків (FDA), Міністерство сільськогосподарства. У 1987–1994 у США було надано 1300 дозволів на випробування трансгенних рослин за польових умов. Подібні агенції діють у Канаді. Створено спеціальне законодавство та комісії в багатьох західноєвропейських країнах, які більш вимогливо ставляться до широкого використання

трансгенних організмів порівняно зі США та Канадою. Загальна площа під трансгенними культурами у світі сьогодні вже сягає 10 млн га.

На жаль, у питаннях біоетичного розвитку нашої держави з багатьох причин далеко до світового рівня. Біоетика є обов'язковою дисципліною в усіх медичних закладах Заходу, її активно включають до навчальних програм у системі середньої освіти. У розвинених країнах Європи та у США біологія як пріоритетний напрям сучасної науки отримує з бюджетних витрат на науку майже третину. Зі ставленням до науки, яке склалося в Україні, ми ризикуємо безнадійно відстати, попри свої пріоритети й напрацювання, від розвинених країн світу, у коло яких так прагнемо інтегруватися. Коли суспільство не вкладає коштів у розвиток медичної генетики, воно утискає права та інтереси людей, які ще не народилися. Тому інтенсивний розвиток новітніх біотехнологій безумовно має відповідати вимогам сучасної біологічної етики, а її поглиблене дослідження і популяризація є справою пріоритетною й обов'язковою для кожної цивілізованої держави.

Біоетика відображує результати не лише науково-технологічного прогресу, а й антропологічної та антропоцентричної криз. Антропологічної, адже питання, що підіймаються у біоетиці, не можна розглядати відокремлено від медичного контексту, що притаманно сучасному світогляду. Наприклад, із 1960-х років дозвіл абортів розглядали вже не із клінічно-медичного погляду, а з погляду політичного феміністичного руху, що відображав революційні настрої молоді у Європі та США.

Великий вплив на становлення сучасних поглядів на біоетику мав видатний французький філософ та історик Поль-Мішель Фуко (Paul-Michel Foucault; 1926–1984). У роботі "Народження клініки" він продемонстрував, як медицина інституалізується як каральний і репресивний апарат захисту здоров'я громадянина, а біоетику вважав однією із форм повернення людини до самої себе. Особливо такою вона є з антропоцентричного погляду, оскільки наприкінці ХХ – на початку ХХІ ст. з'явилися екологічні рухи, що поставили до порядку денного обговорення всієї біологічної планетарної цілісності, а не лише збереження чи продовження окремого людського життя.

Незважаючи на велику кількість документів і договорів, що регламентують дослідження, медицину та інші сфери, де є потреба в біоетиці, як у світі, так і в Україні, запитань залишається багато. На жаль, універсальної відповіді на них, як про це мріяли науковці минулих століть, ще не існує.

2.6. Комп'ютеризація майбутнього

В останні десятиліття XX ст. людство вступило в нову епоху всесвітньої історії. Її головна ознака – корінний, планетарний переворот у телекомунікаційних засобах спілкування. Якщо технологічні перевороти попередніх епох революціонізували способи перетворення речовини, то новітні електронно-обчислювальні машини, що об'єднуються у глобальні комп'ютерні мережі, революціонізують способи перетворення інформації.

2.6.1. Загальна комп'ютеризація

Комп'ютеризація – це процес упровадження в різні сфери людської діяльності комп'ютерів, що забезпечують автоматизацію інформаційних процесів і технологій. Мета комп'ютеризації полягає в поліпшенні якості життя людей за рахунок збільшення продуктивності та полегшення умов їхньої праці.

Комп'ютеризація радикально змінила цивілізаційний і соціокультурний простір наприкінці XX – на початку XXI ст. та стала важливим складником процесу інформатизації суспільства. Практично вся сучасна людська діяльність піддалася комп'ютеризації. Наведемо деякі приклади:

- сфера виробництва (верстати із числовим управлінням, промислові роботи, комплексні автоматизовані виробництва тощо);
- підприємництво (насамперед банківська і страхова справи: автоматизація бухгалтерського обліку, організація банківських операцій, використання пластикових карт і мережі "Інтернет" для взаєморозрахунків);

- засоби масової інформації (комп'ютери стали основним технічним забезпеченням телебачення і преси);
- засоби зв'язку (електронна пошта, комп'ютеризація телефонних мереж);
- освіта (дистанційне навчання за допомогою ПК);
- побут (програмувальні побутові прилади, бортові комп'ютери у автомобілях, системи безпеки і спостереження, інтернет-магазини тощо).

Комп'ютеризація дозволила автоматизувати процес проектування, без чого стали б нереальними сучасні рівні автомобіле- і літакобудування, створення космічних літальних апаратів і багато іншого. Комп'ютерні технології, які з кожним роком усе більше вдосконалюються, стали невід'ємною частиною нашого повсякденного життя, без них неможливо уявити сучасний світ. Електронна пошта, спеціалізовані сайти, що надаються Всесвітньою павутиною, різні комп'ютерні програми відкрили перед людством широкі можливості. Комп'ютеризація у різних сферах господарства значно збільшила продуктивність праці або зовсім замінила її високотехнологічними пристроями, що виконують виробничі процеси набагато швидше, тим самим підвищуючи рентабельність виробництва. Отже, комп'ютеризація в широкому сенсі – це процес упровадження електронно-обчислювальної техніки в усі сфери життєдіяльності людини.

Сучасне суспільство називають інформаційним, оскільки інформація є найважливішим елементом його життєдіяльності. Інформатизація як процес переходу до інформаційного суспільства торкнулася всіх сфер людського життя. Нові інформаційні технології відкривають наступну сторінку в розвитку науки і житті наукового товариства загалом. Електронна пошта, комп'ютерні конференції забезпечують можливість дистанційного навчання, тісного контакту вчених, інтенсивного обговорювання проблем. Інформатизація наукових досліджень – це реалізація комплексу заходів, спрямованих на забезпечення повного і своєчасного отримання достовірних знань про об'єкти досліджень.

Упровадження комп'ютерів у різні сфери управління і матеріального виробництва, удосконалення їхньої технічної бази й оснащення сучасними комунікаційними засобами збільшує опе-

ративність накопичення і обробки інформації, стає практично головним чинником підвищення ефективності управлінських взаємодій і надійності техніко-економічних обґрунтувань проєктів економічного розвитку.

Сучасне суспільство не може уявити своє життя без комп'ютерних технологій, які значною мірою його і полегшують, і ускладнюють. Більше того, деякі науковці, які представляють різні наукові дисципліни і школи, кажуть про певну кризову ситуацію, яка є наслідком загальної комп'ютеризації. Однак, незважаючи на деякі кризові явища, глобальна комп'ютеризація соціуму має більше позитивних наслідків.

Небувалого розмаху досягла швидкість поширення інформації. Тепер події, що відбулися в одному кінці світу, стають відомими всьому світові за кілька хвилин. Саме тому ХХІ століття назвали інформаційним. У багатьох сферах людської діяльності, де комп'ютер використовують як звичайний робочий інструмент, відбуваються корінні зміни у функціях працівників, їхніх ідеологічних позиціях і навіть психології особистості. Сьогодні важко зустріти студента, який би при підготовці до занять не користувався комп'ютером, будь то електронна бібліотека, самостійна робота чи скачування готових рефератів, – вірний помічник завжди до його послуг.

Персональні комп'ютери стали також неодмінним атрибутом дозвілля й особистого життя людей: у мережах знайомляться, самотні знаходять собі друзів тощо. Перегляд фільмів, прослуховування музики, читання книг, гра – усе це комп'ютер, який деяким навіть замінив живих людей. У цьому, на жаль, полягає недолік персональних комп'ютерів, а також мобільних телефонів.

Перерахуємо переваги та недоліки впливу комп'ютеризації на сучасне суспільство. До основних позитивних якостей належать:

- доступність величезного обсягу інформації, швидкість і простота її отримання;
- розвиток без паперових технологій, автоматизація процесів, що робить управління зручним;
- спрощення обміну інформацією (комунікації) між людьми, що перебувають у різних частинах земної кулі.

Однак масова комп'ютеризація викликала також низку негативних явищ:

- більшість користувачів не знають і не використовують усі можливості сучасного комп'ютера, що, у свою чергу, не дозволяє підвищити їхній рівень знань;
- доступність великих масивів інформації призвела суспільство до формального, безвідповідального ставлення до неї;
- великі можливості комп'ютерних технологій дозволяють перекладати розумові здібності на машину, що спричиняє відставання людини в логічному мисленні від комп'ютерної техніки;
- хакерство, і зокрема хакери, – люди, які на високому рівні володіють комп'ютерними технологіями і використовують їх у недобрих цілях; через них навіть з'явилося нове поняття – кіберзлочин;
- заміщення життя віртуальною реальністю, справжнього спілкування – віртуальним.

Отже, комп'ютеризація суперечливо впливає на всі сфери людського життя загалом і науку як одну з його головних складових зокрема. Комп'ютерна техніка, будучи, по суті, явищем науки, що з'явилася спочатку як засіб розв'язання багатьох соціальних проблем, із плином часу сама стала відносною проблемою, тому в майбутньому потрібно спроектувати таку модель інформаційного суспільства, де позитивний ефект від комп'ютеризації був би найбільшим, а негативні риси виявлялися як найменше.

2.6.2. Всесвітні гроші

Можливо, однією з найважливіших сфер впливу комп'ютеризації стало її впровадження в економіку та фінанси. Сучасна економіка відображується в абсолютно новій формі культури, а саме віртуальній, що закладає певний фундамент подальшої еволюції функціональних можливостей грошей.

Функція світових грошей полягає в обслуговуванні руху вартості в міжнародному економічному обороті й забезпеченні реалізації взаємовідносин між державами. Відносини між суб'єктами економіки різних держав і самими державами виникають у зв'язку із зо-

внішньою торгівлею, міжнародним туризмом, кредитними, культурними, політичними та іншими зв'язками між ними.

Якщо національна валюта країни вільно конвертується (конвертація – гарантована можливість обміну національної валюти на іноземну за реально існуючим курсом), то вона здатна обслуговувати платежі не тільки на внутрішньому, а й на зовнішньому ринку. У цьому випадку для зовнішніх зв'язків не потрібна якась особлива форма грошей, крім національної валюти. Якщо ж національна валюта у країні вільно не конвертується, то зовнішні зв'язки цієї країни обслуговуються вже не нею, а іноземною валютою, що виступає в ролі світових грошей. Це дає підставу для виділення світових грошей як самостійної функції.

Світові гроші функціонують як загальний платіжний, купівельний засіб і засіб перенесення багатства з однієї країни до іншої. Якщо світові гроші використовують для погашення боргів, пов'язаних із зовнішньою торгівлею, міжнародними банківськими та фінансовими позиками тощо, то вони виконують функцію засобу платежу. Як загальний купівельний засіб світові гроші функціонують при оплаті міжнародної товарної угоди готівкою, наприклад за негайної закупівлі країною в надзвичайних умовах зерна, зброї тощо. Якщо світові гроші переміщуються із однієї країни до іншої без зустрічного переміщення товарного еквівалента, наприклад у разі переведення підприємцями своїх грошей на зберігання за кордон, під час надання зовнішніх позик чи допомоги, то це означає переміщення багатства з однієї країни до іншої. Отже, світові гроші – це комплексна функція, що включає майже всі функції, властиві грошам на внутрішньому ринку.

Протягом майже трьох тисячоліть функції світових грошей покладалися на золото. Воно могло виступати в ролі:

- найбільш ліквідного платіжного засобу;
- розрахункового інструменту;
- засобу матеріалізації суспільного багатства.

Головним завданням золота було регулювання балансу між певними зобов'язаннями держави на міжнародній (світовій) арені. Вирівнювання балансу здійснювалося досить прямолінійно – за допомогою переміщення золота між країнами. Таким чином,

пасивне сальдо погашалося при вивезенні "сонячного" металу, а активне – при його ввезенні. При цьому приймання золотих монет у платежі здійснювалося за масою, а не за кількістю національних монет. У 50-60-х роках ХХ ст. функцію світових грошей поряд із золотом усе частіше виконували вільноконвертовані валюти, насамперед долар США.

Нині гроші не менш актуальні, ніж у минулі століття, але все ж існують величезні відмінності як у їх утриманні, так і у засобах використання. У зв'язку з бурхливим розвитком нових інформаційно-інноваційних технологій частіше стали говорити про формування й розвиток інформаційного суспільства, яке має принципові відмінності від попередніх етапів розвитку людства. Його також називають постіндустріальною цивілізацією, яка відрізняється новими способами організації технологічної сфери, створенням інтелектуальних технологій і реорганізацією сфери культури; формально її зовнішнім аспектом є комп'ютеризація. Іншими словами, головною стає інтелектуальна царина людської діяльності. За таких умов економіка суспільства не тільки змінює форму, але й реалізується у віртуальній реальності.

На сьогоднішній день експерти прогнозують, що новими світовими грошима можуть стати криптовалюти, зокрема біткоїн (Bitcoin). Криптовалюта (від англ. Cryptocurrency) є різновидом цифрової валюти, емісія й облік якої засновані на асиметричному шифруванні та застосуванні різних криптографічних методів захисту, таких як Proof-of-work (доказ чи доведення роботи) та/або Proof-of-stake (доказ чи доведення частки). Функціонування системи відбувається децентралізовано в розподіленій комп'ютерній мережі.

Біткоїн – це електронна валюта, концепт якої був озвучений у 2008 році Сатоші Накамото. Сатоші Накамото (англ. Satoshi Nakamoto) – псевдонім людини або групи людей, які розробили протокол криптовалюти – біткоїн – і створили першу версію програмного забезпечення, у якому цей протокол був реалізований. Було зроблено кілька спроб розкрити реальну особу або групу, що стоїть за цим ім'ям, але жодна з них не привела до успіху. Біткоїн був представлений у 2009 році і базується на опублікованому документі Сатоші Накамото.

Нагадаємо, що повна капіталізація ринку біткоїнів на грудень 2017 року, коли курс сягав 12 000\$, становила 200 млрд USD. Середня ціна одного біткоїна на листопад 2017 року була понад 10 000\$. У грудні 2017 року біткоїн став шостою за капіталізацією валютою світу, обійшовши рубль, фунт і південнокорейську вону.

Створений на початку 2009 року, біткоїн був новим видом цифрових електронних грошей, що заснований на особливому алгоритмі. На початку свого існування біткоїни коштували лише 5 центів. Валюта не є борговим зобов'язанням і не підкріплена ніякими реальними цінностями. За походженням біткоїн нагадує віртуальну валюту із футурологічних книжок – вона не прив'язана до жодної держави і не має автора. Проте біткоїн дає можливість здійснювати анонімні платежі.

Отже, загальна комп'ютеризація вплинула на реалізацію концепції світових грошей. Є великою ймовірністю того, що в найближчому майбутньому криптовалюти будуть виконувати функції світових грошей. Проте наразі зарано говорити про це напевно, оскільки такі тенденції ще не цілком очевидні. Неможливо навіть спрогнозувати наслідки введення таких світових грошей, але ймовірність цього вказує на значне зростання впливу криптовалют нині й у найближчому майбутньому.

Отже, комп'ютерні технології стали невід'ємною частиною людського буття. Сучасне суспільство завзято користується перевагами глобальної комп'ютеризації. Однією із ознак цього є здатність криптовалют стати новими світовими грошима, замінивши звичні вільноконвертовані валюти і золото. Однак існують певні негативні наслідки, до яких призводить активна комп'ютеризація, наприклад комп'ютерна залежність, що є серйозною психологічною хворобою. Проте, незважаючи на деякі недоліки, не можна не оцінити переваги загальної комп'ютеризації, яка значно полегшує наше повсякденне життя. Комп'ютеризація суспільства кожного дня набирає нових обертів і, безумовно, стане однією з головних рис світу майбутнього.

Розділ 3

НАУКА І НЕПІЗНАНЕ

3.1. Таємниці людської свідомості

Сьогодні наука розвивається вражаючими темпами. ХХІ століття – це вік передових технологій і різноманітних досліджень, які значно підвищили рівень життя окремих людей і суспільства загалом, а дослідження в галузі медицини подовжили вік людини. Кожного дня вчені роблять нові відкриття, які поступово змінюють світ і наше уявлення про нього.

Людство намагається осягнути таємниці Всесвіту. Однак, незважаючи на успіхи в багатьох сферах, більше загадок приховує сама людина. Ми пізнаємо світ. Але як?

Проблема свідомості – одна з найскладніших і недостатньо досліджених у сучасній науці. Її вивчають психологи, біологи, логіки, філософи, фізики та ін. Пізнати, описати, визначити свідомість дуже важко, оскільки вона не існує як окремий предмет або річ. Складність дослідження полягає в тому, що свідомість – такий об'єкт пізнання, який не піддається безпосередньо експериментам. Адже неможливо навіть на сучасному етапі розвитку науки жодним чином зафіксувати наявність свідомості приладами. Можна під мікроскопом розглядати будь-яку клітину мозку, але свідомість залишиться невловимою.

Свідомість – це широке поняття, яке описує відображення в суб'єктивному переживанні людини її бачення зовнішнього світу. Воно включає й об'єднує в собі кілька аспектів – стан психологічного життя людини, сприйняття подій, відповідні почуття й уявлення. Свідомість здавна цікавила науковців, зокрема філософів. Інтерес до неї виник ще в античні часи, коли сформувались два протилежні філософські напрями – ідеалізм і матеріалізм. Однак вивчення і трактування цього терміна залишаються актуальними і нині.

Відомо, що свідомість неможливо побачити. Прилади її не фіксують. Ніхто не зміг точно сформулювати її та вивчити. Філософія намагається відповісти на два основні запитання: яка природа свідомості і як свідомість пов'язана із фізичною реальністю, передусім із тілом людини. У XIX ст. німецький філософ Артур Шопенгауер (1788–1860) назвав свідомість загадкою Всесвіту, і його означення дотепер залишається актуальним.

У найзагальнішому сенсі свідомість можна охарактеризувати як людську здатність до суб'єктивного (внутрішнього духовно-інтелектуального) засвоєння зовнішнього світу і себе.

Головною передумовою виникнення людської свідомості було ускладнення умов існування перших людиноподібних істот. Під впливом умов життя їхня центральна нервова система поступово ускладнювалась за будовою та функціями. У зоні великих півкуль головного мозку розвивалися тім'яні, скроневі та лобові частки, які здійснювали вищі пристосувальні функції.

Свідомість і сміх. Сміх – це реакція мозку на невідповідності, наприклад історії, що мають нетривіальну кінцівку. Сміх належить до тих видів людської поведінки, які все ще дуже мало досліджені. Учені, які вивчають природу сміху, знають лише те, що він примушує людей почуватися краще, але як, чому і, найголовніше, навіщо – відповідей на ці запитання поки що немає. Хоча недавні дослідження проливають світло на деякі аспекти сміху. Наприклад, учені з Каліфорнійського університету з'ясували, що під час затяжного і гучного сміху активізуються три ділянки мозку. Перша ділянка, що відповідає за логічне мислення, допомагає зрозуміти жарт. Друга, яка відповідає за міміку і рухи тіла, керує сотнями м'язів обличчя і тіла, змушуючи трястися від сміху. І, нарешті, третя ділянка мозку, що відповідає за емоції, наказує організму почуватися добре під час і після сміху.

Низка інших дослідників вважають, що сміх – це вироблений у ході еволюції механізм безпеки. Так люди сигналізували одне одному, що певні дії здійснюються заради сміху, а не з поганими намірами. Якою б не була природа сміху, ученим уже вдалося довести, що він украй корисний для здоров'я. Навіть його передчуття має терапевтичний ефект.

Учені з Каліфорнійського університету провели експеримент. Добровольців поділили на дві групи. Учасникам першої повідомили, що їм зараз покажуть комедію, учасникам другої – що їм покажуть якийсь фільм, не уточнивши його жанр. У крові добровольців із першої групи вже за кілька хвилин було зафіксовано значне зростання бета-ендорфінів – речовин, що мають знеболювальний ефект. У другій групі такий ефект не спостерігався. Після перегляду комедії підвищений рівень бета-ендорфінів зберігався в учасників експерименту протягом 24 год. Це доводить, що сміх є корисним для боротьби зі стресом, поліпшення роботи імунної системи.

Свідомість і сон. Усі живі істоти якийсь час проводять уві сні. Практично всі люди люблять спати, а деякі ще й ніяк не можуть виспатися. Людина проводить уві сні трохи більше ніж чверть життя. Однак механізм цього явища вчені досі не до кінця розуміють. За довгі роки досліджень вони точно з'ясували тільки одне – сон має критичне значення для виживання.

Регулярна відсутність сну призводить до змін настрою, галюцинацій, а у крайніх випадках і до смерті. Є два різновиди сну – спокійна фаза, під час якої мозок виявляє вкрай низьку активність, і фаза, коли мозок дуже активний. На думку дослідників, у першій фазі мозок накопичує енергію, а в другій активно працює, упорядковуючи спогади. Протягом десятиліть підтверджень цієї теорії не було. Проте нещодавно експеримент, що був проведений у Мічиганському університеті, підтвердив її справедливність.

Учені взяли кілька десятків щурів і поділили їх на дві групи. Обидві вдень училися знаходити вихід із лабіринту і ховатися від кішки. Однак ночами одна група мала можливість нормально відпочивати, а друга була практично позбавлена сну. Представники другої групи вже за кілька тижнів показували повну нездатність формувати нові спогади. З агресивних гризунів пацюки перетворилися на безпорадні грудочки вовни, неспроможні запам'ятати, де міститься вихід із найпростішого лабіринту. Отже, нові спогади принаймні здебільшого формуються уві сні, довели вчені.

Сучасний фінський психолог Антті Ревонсуо (Antti Revonsuo) стверджує, що основна роль снів – навчання мистецтва виживання. Якщо людина уві сні проживає небезпечну ситуацію, то згодом, у реальному житті, вона на рівні рефлексів здатна протистояти схожим небезпекам завдяки спогадам зі снів.

Свідомість і мова. Розвиток праці сприяв об'єднанню людей. У них з'явилася потреба щось сказати одне одному. Вимовні в тій чи іншій ситуації звуки, що супроводжувалися жестами, поєднувалися в мозку з відповідними предметами і діями. Звук із вираження емоцій перетворився на засіб позначення образів предметів, їхніх властивостей і відносин. За допомогою мови відбувається перехід від сприйняття й уявлень до понять. З погляду матеріалізму чітко спостерігається виникнення мови одночасно із соціумом в історичному процесі трудової діяльності первісної людини.

Ще одна важлива функція мови – спосіб організації та вираження думки. Тому свідомість і мова нерозривно пов'язані між собою. Дійсно, думка людини завжди прагне вилитись у відповідний мовний еквівалент.

Однак не можна ототожнювати думку, свідомість і мову, оскільки мова не лише передає предметний зміст свідомості, а й впливає на свідомість та її зміст, так само, як, наприклад, матеріал впливає на наміри скульптора, якість фарб – на наміри живописця тощо. У мові людина фіксує свої думки, почуття. Висловлюючи думки і почуття, вона виразніше усвідомлює їх сама.

Отже, мова є прямим і найгнучкішим способом виявлення свідомості. Вона виконує багато функцій, а саме:

- позначає, називає предмет, явище чи дію, що виділені людиною з оточуючого буття;
- є засобом мислення і вираження предметного змісту знання;
- робить свідомість реально існуючим поняттям;
- є засобом спілкування людей, обміну досвідом, переживаннями, почуттями;
- зберігає та передає інформацію для прийдешніх поколінь, тим самим сприяючи соціально-історичному розвитку;
- є засобом управління як поведінкою людини, так і колективними діями.

Несвідоме та підсвідоме. Прикладом, коли людина не контролює процеси, у яких бере участь, є несвідоме. Людина невідушно робить деякі вчинки, іноді навіть не помічаючи цього. Несвідоме виявляється в інтуїції, передчуттях, творчому нахилі, раптових здогадках, спогадах, сновидіннях, гіпнотичних станах тощо.

Поведінка, характер, культура людини значною мірою визначаються її вродженими емоціями, інстинктами, тобто несвідомим. Несвідоме, на думку австрійського психолога Зигмунда Фрейда (1856–1939), є головним і первинним регулятором людської діяльності, глибинною основою психіки, що визначає все свідоме життя людини. Саме несвідоме є вираженням людини, її справжнім "обличчям", що відповідає за її потаємні схованки й непізнані речі. Проте думка, що несвідоме визначає все свідоме життя, є перебільшенням. Людина не може керуватись тільки інстинктами протягом усього життя. Вони – лише частина цілого, не більше.

Першими дослідниками свідомого й несвідомого були З. Фрейд і його учень К. Юнг.

Фрейд виділив у людській психіці три сфери: "Воно" (несвідоме), "Я" (свідомість), "Над-Я" (засвоєні людиною культурні ідеали, норми і вимоги суспільства). Несвідоме прагне до задоволення, розрядки у дії. Для цього йому потрібно проникнути в "Я", яке управляє діями. Цьому проникненню перешкоджає внутрішня цензура – "Над-Я", оскільки культура, за Фрейдом, ґрунтується на відмові від бажань несвідомого. Свідомість людини "Я" стає "полем бою" між "Воно" і "Над-Я". Основне завдання свідомості – знайти стан динамічної рівноваги між цими силами, інакше неминуче психічне захворювання.

Фрейд розробив спеціальний метод лікування таких хвороб – психоаналіз, за допомогою якого пробував прояснити в кожному окремому випадку несвідомі мотиви, які викликали душевний розлад людини.

Далі розвив цю концепцію його учень, швейцарський психоаналітик Карл Густав Юнг (1875–1961), який вважав, що підхід Фрейда характеризує лише поверхневий шар несвідомого. Його найбільший глибинний пласт є єдиним для психіки всіх людей, а тому загальнолюдським, колективним несвідомим. Колективне

несвідоме постійно виробляє деякі структури і схеми, які символічно оформлюють уявлення людей. Ці схеми Юнг називав *одвічними образами*, або *архетипами*. Він сформулював визначальні архетипи, а саме: Персона (сукупність соціальних масок людини), Аніма (жіноче начало), Анімус (чоловіче начало), Тінь (нижча природа людини) та ін. Вони апріорні, притаманні кожній людині від народження і виражають закодовану в кожній особистості деяку форму або можливість уявлень. Архетипи виявляються через сни, переживання, міфи, релігійні традиції, відхилення в поведінці. Будучи вираженням загальних людських потреб, інстинктів, потенцій, архетипи містять величезну енергію, безособову силу. Люди інтуїтивно тягнуться до цих ірраціональних, священних первообразів і одночасно бояться їх. Символічне тлумачення архетипів демонструє подвійність ставлення до них, дозволяючи трохи відкрити (позначаючи) і одночасно приховати (раціонально не роз'яснюючи) міць несвідомого. Прояснення несвідомих мотивів індивідуальної поведінки людини Юнг пов'язав із аналізом її сновидінь.

Погляди німецького філософа і психоаналітика Еріха Селігмана Фромма (1900–1980) були дещо відмінними. Фромм зауважив, що вчення про несвідомі сили, які визначають свідомість людини, мають давню традицію у західній філософії, яка сягає XVIII ст.

Нідерландський філософ та релігійний мислитель Бенедикт Спіноза (1632–1677) був першим, хто розробив поняття несвідомого. Він вважав, що люди усвідомлюють своє бажання, але не знають причин, які визначають саме це бажання, тобто людина є невільною, але вона живе з ілюзією свободи, оскільки її роблять рухомою неусвідомлювані нею причини. Для Спінози само існування несвідомої мотивації є основою людського рабства. Досягнення ж свободи базується на дедалі більшому усвідомленні дійсності всередині людини та поза нею.

Внутрішній зміст і критерій розвитку самосвідомості визначив німецький філософ Георг Вільгельм Фрідріх Гегель (1770–1831). Він вважав, що за тим, чим задовольняється дух, можна судити про його втрату. Отже, кожна людина має корегувати розвиток своєї самосвідомості загальнозначущими імператива-

ми. За інших умов вона втрачає свої орієнтири і деградує у "свідомість без самосвідомості".

Залишається відкритим запитання: чи було несвідоме в первісної людини і чи є воно в дитини прихованим від культури тягарем нездійснених насолод? Очевидно, що Фрейд неправомірно обмежував несвідоме формами біологічного, які містять некультурний зміст переходу людини від інстинктів тваринного світу до культури. Насправді несвідоме є сходинкою у становленні психіки. Як перехідна форма до свідомості, несвідоме містить багатозначну систему взаємообумовленості чуття, відчуття та первісних уявлень.

Підсвідоме можна розглядати як своєрідний резервуар свідомості людини, де зберігається незатребувана інформація із власного досвіду, а також закладені можливості різних комбінацій цієї інформації.

У філософській літературі *несвідоме* і *підсвідоме* інколи отожднюють. Проте ці явища, по суті, є різними. Несвідоме не може стати свідомим, а підсвідоме – це взагалі складне явище, яке на сьогодні досліджене на відносно низькому рівні.

Свідомість і людський мозок. Людський мозок – це дуже складний і найтонший нервовий апарат. Він уявляється як самостійна система і водночас є підсистемою, що включена до складу цілісного організму і функціонує в єдності з ним, регулюючи його внутрішні процеси і взаємини із зовнішнім світом.

Які ж факти незаперечно доводять, що саме мозок є органом свідомості, а свідомість – функцією людського мозку?

Визначальною умовою появи індивідуальної свідомості є формування самосвідомості, тобто усвідомлення людиною самої себе як чуттєвої, мислячої та діючої істоти; розуміння власного "Я". У такий спосіб людина виділяє себе зі світу природи та співтовариства інших людей. І завдяки цьому вона здатна пізнавати навколишній світ – "не-Я". Запитання про природу "Я" залишається відкритим. Відповіді на нього наведені у вигляді версій: природа "Я" божественна, соціальна тощо.

Є очевидним, що від рівня складності організації мозку залежить і рівень конструктивної здатності свідомості, яка дозволяє сприймати й оцінювати події та явища. Мозок первісної людини

був слабо розвинений і міг служити органом лише примітивної свідомості. Мозок сучасної людини, що сформувався в результаті тривалої біосоціальної еволюції, є високоорганізованим органом.

Людина народжується в суспільстві, яке має певний рівень розвитку, тому формування її індивідуальної свідомості здійснюється переважно за рахунок засвоєння нею різноманітної інформації, накопиченої суспільною свідомістю. Разом із тим сама суспільна свідомість розвивається за допомогою досягнень зрілої індивідуальної свідомості, творчих проривів, відкриттів, винаходів, що зроблені окремими особами в тих або інших сферах діяльності. Суспільна свідомість зазвичай сильніша за індивідуальну, оскільки людина змушена підшиковувати власну свідомість під настанови й орієнтації своєї соціальної групи (нації, класу тощо) і тому досить легко піддається колективному навіюванню. Для кожної особи, яка бажає зберегти своєрідність, завжди актуальною є проблема пошуку шляхів і способів послаблення залежності від диктату суспільної свідомості.

Численні експериментальні дані досліджень у різних галузях науки, таких як психофізіологія, фізіологія вищої нервової діяльності і споріднених, незаперечно свідчать про те, що свідомість невіддільна від мозку: не можна відокремити думку від матерії, яка мислить. Мозок із його складними біохімічними, фізіологічними, нервовими процесами є матеріальним субстратом свідомості.

Свідомість реалізується у двох здібностях: віддзеркалювальній і активно-творчій. Сутність свідомості в тому й полягає, що вона може відображати суспільне буття тільки за умови одночасного активно-творчого його перетворення. Функція випереджального відображення свідомості найбільш чітко реалізується щодо суспільного буття, яке істотно пов'язане зі спрямованістю у майбутнє.

Досліди над свідомістю. Ще наприкінці 1950-х років американські фахівці провели серію дослідів, що були засекречені від громадськості. Піддослідними були люди, яких засудили до смертної кари, але дали їм можливість вибору: або вони проходять відносно безболісний тест, або сідають на електричний стілець. Природно, засуджені вважали за краще пройти парапсихологічний тест. Засудженого клали на кушетку, вводили у вену

спеціальний хімічний коктейль і занурювали у стан глибокого гіпнотичного трансу. Переконавшись у готовності піддослідного, учені починали навіювати його свідомості динаміку різних зовнішніх обставин.

Те, що відбувалося із ув'язненими під час дослідів, просто виходило за межі розуміння людських можливостей. Наприклад, піддослідному клали в руку звичайний металевий предмет, але при цьому переконували його свідомість, що цей предмет розжарений і обпікає його руку. Тіло блискавично реагувало на навіювання свідомості, і рука людини починала покриватися опіками без зовнішніх причин.

Надихнувшись результатами досліджень, учені вирішили у своїх дослідах йти глибше, продовжуючи навіювати свідомості пацієнта неіснуючі в реальності дії щодо органів дихання. Людину переконували, що кімната, у якій вона перебуває, сповнена отруйного диму, і піддослідний дійсно починав задихатися і кашляти. У результаті цих дослідів учені дійшли висновку, що прихована внутрішня робота людського мозку не тільки впливає на тіло й окремі органи, а й змінює їх, тобто сила навіювання така велика, що матеріалізує плоди підсвідомості в реальність і впливає на неї.

Самосвідомість. Самосвідомість – це усвідомлення людиною своїх дій, думок, почуттів, інтересів, мотивів поведінки, становища в суспільстві. Згідно з Іммануїлом Кантом, самосвідомість узгоджується з усвідомленням зовнішнього світу, тобто свідомість власного буття людини є одночасно безпосереднім усвідомленням буття інших речей, що містяться ззовні.

Людина усвідомлює себе через:

- створену нею матеріальну і духовну культуру;
- відчуття власного тіла, рухів, дій;
- спілкування і взаємодію з іншими людьми.

Формування самосвідомості полягає у:

- безпосередньому спілкуванні людей одне з одним;
- їхніх оціночних відносинах;
- формулюванні вимог суспільства, що пред'являються до окремої людини;
- усвідомленні правил взаємовідносин.

Людина усвідомлює себе не тільки за допомогою інших людей, але й через створену нею духовну і матеріальну культуру. Пізнаючи себе, людина ніколи не залишається такою самою, якою була раніше. Самосвідомість з'явилася у відповідь на заклик суспільних умов життя, які із самого початку вимагали від кожної людини вміння оцінювати свої слова, вчинки і думки з позиції певних соціальних норм. Життя суворими уроками навчило людину здійснювати саморегулювання і самоконтроль. Регулюючи свої дії та передбачаючи їхні наслідки, людина бере на себе повну відповідальність за них.

Самосвідомість тісно пов'язана із феноменом рефлексії, що розширює її смисловий простір. *Рефлексія* – це роздуми людини про себе, коли вона вдивляється в таємні глибини свого внутрішнього духовного життя.

Аналіз розвитку людини дає можливість констатувати, що свідомість сформувалась у неї не одразу. Спочатку людина мало чим відрізнялась від тварин, адже вона не усвідомлювала себе як окрему, індивідуальну частинку Всесвіту.

Виникнення нових видів праці стало передумовою для ускладнення відносин, розумової діяльності людини та становлення її як біосоціальної, розумної істоти. Займаючись будь-якою працею, людина формувала певні уявлення, почуття, психічні властивості. Поступово, пристосовуючись до нових умов життя і співпраці в первісному суспільстві, вона починала усвідомлювати свої обов'язки та певні права. Наявність уже на цьому етапі свідомості, можливо й не найвищого ступеня розвитку, засвідчує той факт, що людина піддавала критиці певні звичаї та устої. Вона на якомусь етапі усвідомила, що деякі правила, освячені авторитетом богів чи предків, не відповідають елементарним вимогам доцільності у сучасності.

Отже, процес свідомості як заключний етап процесу пізнання є складним багатоетапним психофізіологічним феноменом сприйняття, переробки і створення нової інформації, на кожному з етапів якого складаються певні форми визначення причинно-наслідкового зв'язку різних процесів, у тому числі інформаційних.

Сучасний канадський журналіст і соціолог Малкольм Гладуелл у 2005 році написав книгу "Спалах! Сила несвідомих думок, або Як не заважати мозку приймати рішення", що була присвячена зазначеній тематиці. У книзі представлені результати досліджень із психології та поведінки людини, що розкривають тему адаптивного несвідомого – розумовий процес, який спрацьовує автоматично, коли в нашому розпорядженні порівняно мало потрібної інформації для прийняття рішення. Автор розглядає як сильні риси адаптивного несвідомого, наприклад експертне оцінювання, так і його пастки, наприклад стереотипи. Він доводить, що швидкі рішення є найкращими. Коли ми раптово приймаємо рішення, наша інтуїція і свідомість добре роблять свою справу. У чомусь із ним можна погодитись. Проте цей метод не призначений для повсякденного використання, принаймні стосовно дійсно важливих питань. Утім, свідомість часто допомагає нам, коли ми цього навіть не очікуємо й не помічаємо.

Повністю розкрити таємницю людської свідомості ще нікому не вдалося. Людина, її сутність є справжньою загадкою, яку ще довго будуть вивчати. Однак уявлення, що людина здатна на все, має повне право на існування.

3.2. Антропний принцип і розвиток Всесвіту

Антропний (від грец. *anthropos* – "людина") принцип – це принцип спостерігача, без якого не має вистави. Принцип стверджує, що ми бачимо Всесвіт таким, тому що тільки в такому Всесвіті міг виникнути спостерігач (людина). Він був запропонований для пояснення з наукового погляду, чому у спостережуваному Всесвіті має місце низка нетривіальних співвідношень між фундаментальними фізичними константами, необхідними для існування розумного життя (стала Планка, швидкість світла, маси протона й електрона тощо).

У сучасному трактуванні космологічний антропний принцип стосується переважно двох проблем науки: чому Всесвіт такий, а не інакший, і яка роль і місія людини в космосі? Не дивно, що ці запитання привертали увагу людей із сивої давнини і належать до найактуальніших упродовж усієї історії людства. Кожна епоха відзначалася властивим їй трактуванням цих проблем на базі розробленої на той час світоглядної космологічної концепції.

У геоцентричному світі Арістотеля (384–322 рр. до н. е.) і Птолемея (близько 87–165 рр. н. е.) центром Всесвіту вважали Землю, навколо якої обертаються всі світила. Із цим постулатом людина автоматично потрапляла у центр Всесвіту. Концепція центрального положення людини у Всесвіті свого часу дістала назву *антропоцентризму*, а в нашу пору набула широкої популярності в дещо зміненій ідеології антропного принципу.

Польсько-німецький астроном і математик Микола Коперник (Mikołaj Kopernik, 1473–1543) позбавив Землю привілейованого місцеположення, але в уявленнях мислителів тієї епохи Всесвіт обмежувався Сонячною системою (на той час орбітою Сатурна), а ставлення до зірок було таке саме, як і в античні часи, тобто вважали, що Сонячна система оточена сферою нерухомих зірок.

За словами німецького математика й оптика Йоганна Кеплера (Johannes Kepler, 1571–1630), зоряна сфера складається із льоду або кришталю. Цю сферу він помістив на відстані 60 млн радіусів Землі, тобто у 100 разів ближче, ніж, як відомо тепер, розміщується найближча до нас зоря. У його світі центром світобудови було Сонце (звідси термін *геліоцентрична система світу*). Щоправда, Кеплер висловлював також інші думки, які на той час вважали фантастичними: що зорі мають однакову природу з нашим Сонцем і, подібно до Сонця, оточені планетами. Особливо гаряче відстоював цю ідею італійський філософ Джордано Бруно (Giordano Bruno, 1548–1600), який також вважав, що Всесвіт нескінченний. Відомо, що в результаті конфлікту з офіційною владною силою, якою на той час була католицька церква, він поплатився життям.

Невдовзі після цього Чумацький (Молочний) Шлях за допомогою телескопа, винайденого італійцем Галілео Галілеєм (Galileo di Vincenzo Bonaiuti de' Galilei, 1564–1642), був поділений на велику кількість зірок. Завдяки працям британського астронома Вільяма Гершеля (Friedrich William Herschel, 1738–1822) уперше вдалося скласти уявлення про нашу зоряну систему – Галактику. Деякий час вважали, що вона єдина і є центром Всесвіту. Проте вже Гершель називав маленькі туманні плями, що він бачив у телескопі, молочними шляхами, запровадивши для нашої Галактики написання терміна *Молочний Шлях* із великої літери. Ці здобуті спостережною астрономією досягнення стверджували ідею Дж. Бруно про множинність і рівноправність світів і еквівалентність будь-якого місця у Всесвіті.

У XVIII та XIX ст. більшість учених дотримувалися тієї думки, що головною рушійною силою Всесвіту є ньютонівська сила тяжіння, згідно з якою процеси в ньому здійснюються механічно з точністю добре налагодженого годинника. Дещо бентежили незрозумілі й захопливі досягнення у світі живого. Відомий англійський богослов Вільям Пейлі (William Paley, 1743–1805) свого часу писав, що ті самі мотиви, які спричинили появу ока як механізму зору, зумовили появу й телескопа для допомоги зору. Англійський учений Чарльз Роберт Дарвін (Charles Robert Darwin, 1809–1882) пояснював ці успіхи природним добром і пристосуванням живих організмів до умов "безжально нейтрального світу".

Наукове уявлення про антропний принцип світобудови складалося поза будь-яким зв'язком із проблемою SETI (пошук позаземних цивілізацій). Якщо раніше вчених цікавило, як влаштований Всесвіт, то тепер вони почали осмислювати і те, чому він так влаштований, тобто чому у Всесвіті діють саме такі фізичні закони і чому фізичні константи мають саме такі значення. І хоча конкретні ідеї щодо тісного зв'язку фундаментальних властивостей Всесвіту із життям були сформовані наприкінці 50-х років минулого століття радянськими вченими, але деякі факти (насамперед стосовно числових збігів), що зумовили формування уявлень про антропний принцип, фіксувалися світовою наукою ще раніше. Один із найвизнач-

ніших фізиків ХХ ст., нобелівський лауреат Альберт Ейнштейн (Albert Einstein, 1879–1955), ніби заповів фізикам майбутнього проблему щодо того, чому Всесвіт саме такий, а не інакший.

Один із перших кроків на шляху формування поняття антропного принципу зробив 1923 року англійський астрофізик Артур Стенлі Еддінгтон (Arthur Stanley Eddington, 1882–1944). Він підрахував кількість протонів у Всесвіті, що, на його думку, могло впливати на деякі фізичні константи. Ближче до майбутньої теорії підійшов у своїх роботах у 1937–1938 роки Поль Дірак (Paul Adrien Maurice Dirac, 1902–1984), висловивши *гіпотезу великих чисел*. Потім були: аналіз фізичних умов, що є необхідними для виникнення життя, проведений Фредом Хойлом (Fred Hoyle, 1915–2001); висловлена Дж. Хітроу думка про тривимірність простору як обов'язкову передумову для існування "спостерігачів" і його ж вказівка на описаний рівняннями Ейнштейна зв'язок між густиною (щільністю) матерії Всесвіту, його розмірами і часом існування (із останнього випливало, що Всесвіт обов'язково заселяється живими організмами).

Згодом радянський астрофізик Абрам Леонідович Зельманов (1913–1987), розвиваючи уявлення Ейнштейна про неоднорідний і анізотропний Всесвіт, зробив відоме зауваження, що людство є свідком спостережуваних властивостей Всесвіту (процесів певного типу), тому що за інших його властивостей розвиток Всесвіту проходив би без свідків. Йому належать також інші фізичні й астрономічні спостереження та філософські узагальнення, які зумовили формування антропного принципу.

Узагальнив багато ідей і ввів термін *антропний принцип* сучасний австралійський астрофізик Брендон Картер (Brandon Carter) у 1974 році (працює в Медоні, Франція). Від самої появи теорія антропного принципу була дискусійною як для природничо-наукової, так і для філософської спільноти. Достатньо зауважити, що донині немає єдності навіть у його формулюванні. Сам Картер викладав антропний принцип у двох варіантах: – "слабкому" і "сильному".

"Слабкий" антропний принцип зводився до того, що космологічні параметри, які відкривають і спостерігають астрономи, визначаються нашим власним існуванням. Імовірні властивості Всесвіту мають бути узгоджені або обмежені існуванням астрономічного спостерігача, тобто біологічно. Іншими словами, те, що ми очікуємо спостерегти, має бути обмежено умовами, необхідними для нашої присутності як спостерігачів.

"Сильний" антропний принцип зводився до твердження, що Всесвіт має містити життя, тобто константи природи мають бути такими, щоб життя могло існувати, адже поза вузькими межами значень фундаментальних констант життя неможливе. Варто, наприклад, постійній тонкій структурі сили на порядок іншою, як атоми вже не зможуть існувати, а отже, не зможе існувати й усе, що з них складається.

Американський фізик-теоретик Джон Арчібалд Вілер (John Archibald Wheeler, 1911–2008) висловив своє розуміння антропного принципу. На його думку, передбачити на початку Всесвіту під час його вибуху наявність спостерігаючої та скеровуючої людини неможливо, оскільки просторово-часовий континуум мав виникнути з певного догеометричного стану (вихід із якого і є Великим Вибухом). Цей первинний догеометричний Всесвіт мав бути таким, щоб уможливити конструкцію (у цьому випадку не спостерігача, а творця) просторово-часового зображення самого із себе. Конструктор міг передбачити і людину. Дж. Вілер також стверджував, що спостерігачі необхідні для набуття Всесвітом буття.

Антропний принцип викликає чимало критики. Насамперед указують, що не Всесвіт є таким, тому що в ньому існує людина, а людина існує тому, що умови і властивості Всесвіту це допускають. Однак, зрештою, у такому запереченні не можна не помітити своєрідного коловороту запитань, оскільки знову маємо вийти на початкове: чому ж світ влаштований саме таким чином?

Окрім цього, антропний принцип вступає у конфлікт із принципом Коперника, який полягає в тому, що ані Земля, ані простір довкола неї не посідають якогось особливого місця у Всесвіті.

ті. Компромісом між антропним принципом і принципом Коперника є твердження, що особливими є такі області можливих значень констант, які обумовлюють виникнення розумного життя в певній частині Всесвіту.

Хоча, як уже зазначалося, антропний принцип було сформовано поза зв'язком із проблемою SETI, він становить неабиякий інтерес у контексті питання про позаземне життя, зокрема в таких основних аспектах, як заселеність нашого Всесвіту і множинність населених світів-всесвітів.

Радянський фізик Йосип Леонідович Розенталь (1919–2004), висловлюючи своє розуміння антропного принципу, зазначав, що певні числові значення фундаментальних сталих необхідні для існування зірок і галактик. А ті, у свою чергу, необхідні для виникнення розумного життя. Невеликі (у межах порядку) зміни будь-якої фундаментальної сталої за умови збереження фізичних законів унеможливають існування цих основних станів. А отже, можливим є існування тільки такого Всесвіту і життя тільки в такому Всесвіті.

Проте залишається суто умоглядне запитання, чи є можливим існування якихось "екзотичних" з нашого погляду всесвітів, у яких, за випадковості реалізації початкових умов (тобто якщо відкинути, заперечити антропний принцип), не існує зірок, галактик і взагалі відомих нам форм матерії, і чи є можливим у таких всесвітах існування так само "екзотичних" форм життя.

А. Зельманов зауважував, що якщо наш Всесвіт є безмежним, то це означає, що він є єдиним. Крім того, говорити про реальне існування інших всесвітів має сенс тільки в тому випадку, якщо можлива емпірична або теоретична перевірка цього факту. А це, знову ж таки, означало б наявність зв'язків між зазначеними феноменами і, у свою чергу, те, що вони є частинами єдиної системи, єдиного необмеженого Всесвіту.

Що ж стосується життя в нашому Всесвіті, то антропний принцип надає розглядуваному питанню нового ракурсу. Хоч як би до цієї теорії ставитися, але не можна не погодитись, що з якихось причин наш Всесвіт надзвичайно тонко пристосований до виникнення та існування життя. Крім того, спостереження

показують, що Всесвіт є ізотропним і однорідним, його властивості однакові у великих масштабах.

Відомий британський фізик-теоретик Стівен Вільям Гокінг (Stephen William Hawking, 1942–2018) стверджував, що за такої великомасштабної однорідності Всесвіту надзвичайно важко мати антропоцентричні погляди і вірити, що структура Всесвіту визначається чимось настільки периферійним, як деякі складні молекулярні утворення на другорядній планеті, що обертається навколо середньої зірки в зовнішній ділянці досить типової спіральної галактики. Л. М. Гінділіс сформулював свою думку таким чином: чи може бути так, що найглибші, фундаментальні властивості Всесвіту роблять його загалом придатним для існування життя (і людини), а реалізується життя тільки в певній (мізерній!) частині Всесвіту? Він вважав, що структура Всесвіту має визначатися чимось більш фундаментальним, і якщо вже вона пов'язана із життям, то життя має бути властиве Всесвіту цілком. Отже, антропний принцип надає нові значні аргументи на користь масштабного поширення життя (і розуму) у Всесвіті.

Дехто висуває аргументи іншого характеру. Якщо Всесвіт розглядати як єдину систему різних рівнів існування – від фізичної матерії до соціальних утворень розуму, і якщо існують певні спільні для всього Всесвіту закони еволюції, то, знову ж таки, розум закономірно має виникати в усіх частинах Всесвіту, бути в ньому поширеним явищем.

Сумніви в абсолютності висновків із другого закону термодинаміки також вплинули на осмислення проблеми антропного принципу. Автор досліджень із філософських проблем астрономії, радянський астрофізик Фелікс Олександрович Цицин (1931–2005) вважав, що за достатньо високого рівня енергетичної потужності космічна цивілізація стає фактором уже не тільки космогонічного, а й космологічного масштабу, навіть будучи обмеженою другим законом. Однак, на його думку, космічна цивілізація, що подолати межі другого закону, може ініціювати зміну перебігу космічної термодинамічної еволюції та характеру термодинамічного стану матерії у своїй окрузі, вихід матерії й енергії зі стану "теплової смерті" у скільки завгодно великому, необмежено розширюваному із часом Всесвіті Ньютона –

Больцмана. Ураховуючи неединичність (теоретично – необмеженість кількості) хай би вкрай поодиноких космічних цивілізацій у такому Всесвіті, ми отримуємо його картину, що радикально відрізняється від нескінченної мертвої пустелі з рідкими острівцями активної енергії та матерії (яка, однак, уже принципово багатша за клаузіусову нескінченну пустелю без усяких островів життя!). Як подолання другого принципу видозмінить на космологічному рівні картину Всесвіту Фрідмана або, тим більше, світ множинних Всесвітів у межах концепції Всесвіту, що роздувається, – питання, яке потребує спеціального розгляду.

Учені цілком серйозно обговорюють гіпотези впливу розумного життя на перебіг надзвичайно масштабних природних космічних процесів. Зрештою, у щойно означеному контексті можна припустити і такий, наприклад, хід міркувань. У неживій природі відбувається взаємодія елементів, процесів тощо, які уможливають існування як таке. За цілком прийнятою сучасною наукою теорією, життя виникає внаслідок еволюції неживої матерії. Виділившись із неживої матерії, елементарні форми життя, безперечно, впливають на навколишнє природне середовище у свій специфічний (переважно більш вільний і варіативний) спосіб. Життя розумне починає впливати на середовище дедалі доцільніше, спрямованіше, не тільки пристосовуючись, а й пристосовуючи зовнішню природу до свого існування. Людина, наприклад, протягом своєї історії все ефективніше створює навколо себе потрібний температурний і світловий режим, винаходить для своїх потреб відсутні в природі штучні матеріали, дедалі масштабніше впливає на перебіг глобальних природних процесів. Суть усіх цих безперечних реалій людської життєдіяльності можна визначити як вплив розумного життя на неживу матерію.

Наприклад, за законами, які регламентують існування неживої форми природи, відбувається зміна світлої та темної частини доби на планеті Земля. Однак розумне життя (людина) поступово змінює межі дії цього закону, розкладаючи спочатку вогнище, потім запалюючи лучину, свічку, газову лампу у своєму житті; згодом людина починає застосо-

увати для подовження світлової частини доби електричний струм і освітлювати за потребою вже не тільки житло, а й місце свого поселення.

Можливість використання електроенергії та розширення світлової частини доби так чи інакше забезпечується певними законами людської культури (розвитком науки і техніки), функціонуванням соціуму (зобов'язаннями держави або якоїсь соціальної інституції щодо підтримки енергетичного забезпечення певної місцевості та спільноти). Звісно, забезпечення штучним освітленням не більше (частіше навіть менше) гарантоване, ніж збереження природного світла. Може, наприклад, відбутись непередбачувана інструкція з експлуатації та технічними умовами зупинка електростанції внаслідок технічного збою тощо. Причому можливість такого розгортання подій із певною часткою ймовірності можна прогнозувати, виходячи як із закономірностей людської життєдіяльності, які передбачають деякий рівень помилки, так і масштабних об'єктивних (природних) впливів, – землетрусу, урагану тощо.

У природних процесах також можливі відхилення. Наприклад, забезпечення земної поверхні сонячною енергією може перерватися внаслідок якогось збою (місячне затемнення, втрата світлопропускної спроможності атмосфери через виверження вулкана або масштабних пожеж, порушення обертання Землі навколо Сонця внаслідок впливу якогось космічного об'єкта, вичерпання енергетичного запасу Сонця тощо). Однак розумне життя, що можна бачити на прикладі земної культури людства, здатне так чи інакше впливати на неживу природу і змінювати перебіг природних процесів, задавати їм новий, антропогенний формат.

Цілком імовірною є можливість тривалої еволюції розуму, розширення меж його впливу на неживу природу. А далі поставимо запитання: чи можемо ми на сьогодні точно визначити межі зростання потенціалу розуму і його впливу на неживу матерію, перебіг природних процесів і законів? Видатний німецький математик і фізик Готфрід Вільгельм Ляйбніц (Лейбніц, Gottfried Wilhelm Leibniz, 1646–1716) писав, що, спостерігаючи непомітну градацію в тих частинах

творіння, які нижче людини, аж до самих низьких, ми за аналогією можемо вважати ймовірним, що подібна градація є й у речах, які перебувають над нами і поза сферою нашого спостереження. На його думку, така ймовірність становить міцну основу розумних гіпотез.

Зрештою немає причин, з яких би ідея еволюції розуму (духу, свідомості) до стану, коли він не тільки впливатиме на неживу природу, а й навіть зможе започатковувати із себе матерію, видавалася б більш дивною і неможливою, ніж загальноприйнята на сьогодні наукова ідея про еволюцію матерії до стану, коли вона стає здатною започаткувати життя і забезпечити його розвиток до стадії розуму і духу.

Отже, життя – це складна, відкрита система хімічних і біологічних сполук із високим ступенем упорядкованості, яка зберігає величезний обсяг інформації про себе і навколишній світ. Земля за багатьма параметрами є закритою системою, тому проблема виживання людства пов'язана із освоєнням космосу. Наша цивілізація зробила перші кроки в цьому напрямі – ми почали досліджувати Сонячну систему.

У людства можуть виникнути проблеми під час установалення контактів із чужими цивілізаціями, які мають вищий, порівняно з нами, інтелект. Наш Всесвіт побудований таким чином, що в ньому стала можливою поява життя. За відповідних умов життя може виникнути і на інших планетах. Не виключено, що в матеріальному космосі існує нескінченна кількість різних всесвітів. І саме антропний принцип значною мірою дозволяє нам зрозуміти існування фізичних тіл у Всесвіті та їхню взаємодію.

3.2. Можливість існування позаземних цивілізацій

Сьогодні накопичені наукові спостереження дозволяють зробити висновок про можливість і велику ймовірність існування життя, у тому числі розумного, у придатних для цього місцях Всесвіту, зокрема й у нашій Галактиці. Фізика й астрофізика встановили факт тотожності фізичних законів у всій видимій частині Всесвіту.

З позицій сучасної науки припущення про можливість існування позаземних цивілізацій має об'єктивні підстави: уявлення про матеріальну єдність світу, розвиток, еволюцію матерії як загальну її властивість; дані про закономірний, природний характер походження й еволюції життя, а також людини на Землі; астрономічні дані про те, що Сонце – типова, звичайна зірка нашої Галактики і немає підстав для його виділення серед безлічі інших подібних зірок; водночас астрономія виходить із того, що в Космосі існує велика різноманітність фізичних умов, що загалом може зумовити виникнення найрізноманітніших форм високоорганізованої матерії.

Багато років люди гадають, одні ми у Всесвіті чи ні. Однак поки що не вдалося побачити планетні системи навіть найближчих до нас зірок унаслідок недостатніх можливостей наявних телескопів. Наразі отримані лише непрямі вказівки на існування планетних систем у найближчих зірок. Зокрема, спостерігаються періодичні коливання положення зірок Барнарда, е-Ерідана, 61 Лебедя тощо. Це можна пояснити тим, що в зазначених зірок є великі невидимі супутники, тобто планети, подібні до Юпітера.

Проте існує відомий парадокс, сформульований знаменитим італійським фізиком, нобелівським лауреатом Енріко Фермі (Enrico Fermi, 1901–1954), який піддає сумніву можливість виявлення позаземних цивілізацій. Е. Фермі поставив просте запитання: якщо у Всесвіті справді існують інші високорозвинені цивілізації, чого ж ми не спостерігаємо їхньої присутності? Немає ані радіосигналів, ані космічних зондів, ані космічних феноменів, ані артефактів, що залишилися б після можливих візитів у далекому минулому. Попри те, що за більше ніж шістьдесят років із часу висунення парадокса Фермі думок із цього приводу було висловлено безліч, єдиної, точної і такої, що задовольняє всіх, відповіді на просте запитання "де вони?" немає досі.

Парадокс Фермі можна перефразувати так: поєднання поширеної віри в те, що у Всесвіті існує значна кількість технологічно розвинутих цивілізацій, з відсутністю будь-яких спостережень, які б її підтверджували, є парадоксальним і веде до висновку, що або наше розуміння природи, або наші спостереження неповні та помилкові.

Для того щоб виникло життя, принаймні земного типу, необхідна наявність певних атомів. Усе живе складається переважно із водню, кисню, азоту, вуглецю і незначної кількості більш важких елементів від фосфору і кальцію до заліза. Ці елементи, як нині встановлено астрофізикою, виникли в надрах первинних зірок, що склалися із водню і гелію. Елементи важче водню утворювалися в надрах зірок первинного покоління при їх гравітаційному стисненні, унаслідок чого спалахували термоядерні реакції.

Органічні сполуки на утворених планетах могли виникати в ході подальшого теплового процесу, суть якого полягає в розігріві надр планети внаслідок радіоактивного розпаду урану, торію і калію-40 і винесенні на поверхню гарячих розплавлених мас. Взаємодія з водою могла спричинити утворення складних органічних сполук, що послужили основою для виникнення живої клітини.

Походження органічних сполук почали тлумачити по-новому, коли радіоастрономічні методи дозволили виявити в туманностях близько 50 різних, у тому числі органічних, сполук, що містять більше десятка атомів у молекулі, зокрема таких, що є основою білків живих організмів. Є підстави вважати, що в цих туманностях відбувається інтенсивне зореутворення, і цілком можливо, що утворюються планети з уже готовими органічними сполуками, які не обов'язково мають руйнуватися в процесі конденсації планет.

Космологія досить надійно встановила шлях еволюції речовини у Всесвіті від нуклеосинтезу важких атомів до утворення неорганічних сполук. Проте нез'ясованим залишається перехід від неживих органічних сполук до живих, тобто здатних до самовідтворення за певним "рецептом" – генетичним кодом.

Гіпотеза про виникнення життя і його еволюційний розвиток на позасонячних планетах так і залишиться гіпотезою, якщо не зробити наступний крок, який полягає в безпосередньому дослідженні простору навколо зірок за допомогою автоматичних кораблів, що розвивають швидкість, порівнянну зі швидкістю світла. Однак це навряд чи буде здійснено раніше, ніж за кілька століть, і то лише для найближчих до Сонця зірок. Пряме дослід-

дження нині можливе тільки для тіл Сонячної системи. Найближчим часом буде точно встановлено, чи є які-небудь найпростіші форми життя на навколосонячних планетах та їхніх супутниках (продовження міжнародного проєкту "Розетта" із кометою Чурюмова – Герасименко). Залишаючись у межах реального наукового підходу, можна говорити про пошук життя лише у формі розвинених цивілізацій розумних істот, які стали на шлях технологічного розвитку.

Разом із позаземними цивілізаціями безсумнівно мають існувати й нижчі форми, про які ми зможемо дізнатися від позаземних цивілізацій за виявлення й установлення хоча б одностороннього зв'язку. Установлення двостороннього зв'язку матиме якусь значущість тільки для невеликих відстаней, що обчислюються лише десятками світлових років. Як же само здійснювати дистанційний пошук позаземних цивілізацій?

Понад шістьдесят років тому в роботі, яка була опублікована в журналі "Nature", американські астрофізики Джордж Кокконі і Філіп Моррісон припустили, що за сучасного стану радіотехніки можливе встановлення двостороннього радіозв'язку між цивілізаціями в нашій Галактиці. Однак для цього обом кореспондентам потрібно знати довжину хвилі, напрямок радіосигналів і час зв'язку. Заслугою авторів роботи стало припущення, що для зв'язку слід вибрати хвилю 21 см, тому що вона має бути відома всім цивілізаціям як випромінювання нейтрального міжзоряного водню. На цій хвилі людство безперервно транслює радіоастрономічні дані розподілу водню в нашій та інших галактиках, що підвищує ймовірність випадкового виявлення випромінювання, яке посиляє будь-яка позаземна цивілізація з метою привернути до себе увагу й отримати відповідь.

Після публікації зазначеної роботи розпочався пошук таких сигналів за допомогою наявних на той час великих радіотелескопів. Пошук ґрунтувався на гіпотезі, що можуть існувати цивілізації з високим технологічним розвитком, які раніше за нас почали подавати сигнали в космос, і припущенні про взаємне бажання, принаймні в деяких цивілізацій, знайти одна одну.

А чи існують шляхи отримання інформації про існування цивілізацій, які не залежать від їхнього бажання шукати собі подібних? У результаті двадцятирічних теоретичних досліджень проблеми пошуку позаземних цивілізацій були запропоновані та частково вивчені деякі можливі шляхи отримання інформації, яка може свідчити про їхнє існування. Доказами існування позаземних цивілізацій можуть бути:

- 1) електромагнітне випромінювання в результаті технологічної діяльності цивілізації;
- 2) міжзор'яні перельоти, що можуть бути організовані потужними позаземними цивілізаціями;
- 3) сліди відвідування Сонячної системи і Землі розвиненими позаземними цивілізаціями;
- 4) колонізація Галактики;
- 5) астроінженерна діяльність розвинених цивілізацій.

Розглянемо ці можливості. Найдетальніше досліджений спосіб виявлення за нецілеспрямованим радіовипромінюванням, указаний уперше радянським астрофізиком Йосипом Самуїловичем Шкловським (1916–1985). Таке випромінювання може створювати телебачення, локація і внутрішній зв'язок у межах зони розселення біля своєї зірки. Наприклад, випромінювання несучої частоти земного телебачення може бути виявлене засобами приймання, якими володіє наша цивілізація, з відстані до 10 св. років, а випромінювання потужних локаторів – із відстані до 30 св. років. Для істотного збільшення дальності потрібні приймальні антени в десятки і сотні кілометрів, що теоретично цілком реально. Виявлення несучої частоти земного телебачення дозволить за характером її зміни та за рахунок ефекту Доплера визначити всі параметри земної кулі: напрямок її осі, швидкість обертання, діаметр, період обертання навколо Сонця, наявність у Землі природного супутника – Місяця – і навіть характер розподілу населення поверхнею планети.

Міжзор'яні перельоти способами, що відомі сьогодні, вимагають величезної енергії. Навіть розганяння до швидкості в десять разів менше швидкості світла невеликої автоматичної ракети, наприклад за проектом "Дедал" для польоту до зірки Барнарда, вимагає потужності 1018–1019 Вт протягом одного –

двох років і такого саме гальмування. Це набагато більше сумарної потужності всіх електростанцій Землі.

Цікавим також є дослідження свідчень палеоконтактів, тобто відвідувань у минулому Сонячної системи і Землі кораблями розвинених цивілізацій. Природно уявляти, що цивілізації, які живуть і розвиваються в технологічній фазі десятки й сотні тисячоліть, можуть освоїти космічні міжзоряні перельоти і, поступово перелітаючи від однієї зірки до іншої, де є планети з відповідними умовами, колонізувати всю Галактику. Виконано багато розрахунків швидкості освоєння із використанням того самого сценарію – відправлення корабля зі швидкістю 0,1 с до найближчої зірки. Виявилось, що для освоєння або колонізації всієї Галактики потрібно близько десятка мільйонів років. Отже, можливість колонізації Галактики зводиться до того, чи можна очікувати наразі існування цивілізацій, що нараховують не один мільйон років технологічного життя.

За даними космології, вік Всесвіту становить близько 15 млрд років, а вік галактик – відповідно 12 млрд років. З огляду на те, що за прикладом Землі потрібно близько 4 млрд років еволюції від клітини до космічної цивілізації, маємо, що цивілізації в технологічній фазі могли виникнути приблизно 8 млрд років тому.

Таким чином, має бути багато старих космічних цивілізацій, які почали освоювати Галактику кілька мільярдів років тому і, згідно з розрахунками, давно освоїли її. За цими розрахунками Сонячна система і Земля могли неодноразово відвідуватися, про що, можливо, є матеріальні свідчення. Тому палеоконтакти треба серйозно вивчати. Наявні спроби трактування деяких матеріальних даних як доказів палеоконтактів, на жаль, недостатньо аргументовані, а часом просто поверхневі. Наразі палеоконтакти не доведені, незаперечних свідчень відвідування Сонячної системи і Землі немає, однак хочеться сподіватись, що вчені їх знайдуть. Утім, Йосип Шкловський неодноразово підкреслював, що більшість ідей стосовно минулих контактів із позаземними цивілізаціями є суто спекулятивними і необґрунтованими.

Якщо вважати неминучим заселення всієї Галактики, то тим більше неминучим і необхідним має бути найповніше освоєння цивілізацією зони проживання біля своєї зірки разом із розвитком і збільшенням чисельності населення. Це має, за означенням радянського вченого Костянтина Едуардовича Ціолковського (1857–1935), викликати будівництво в космосі "ефірних" міст (зараз створюють технічні проекти таких поселень на сотні тисяч мешканців), тобто великих інженерних споруд, які мають свідчити про астроінженерну діяльність цивілізації.

Зазначені шляхи пошуку розумного життя у Всесвіті стосуються лише нашої Галактики, оскільки об'єкти Метагалактики дуже віддалені, щоб сподіватися зафіксувати в них будь-які свідчення життя. Людство сподівається на зустріч із людиноподібною цивілізацією, що перебуває принаймні приблизно на тому самому науково-технічному рівні, але, можливо, опанувала способи необмеженого виробництва енергії.

Викладені вище напрямки пошуку свідочств існування антропоморфної цивілізації у Всесвіті ґрунтуються на низці теоретичних положень про виникнення і закономірності розвитку цивілізацій. Сформулюємо ці положення:

- 1) життя у Всесвіті виникає неперервно, починаючи з утворення зірок другого покоління, тобто приблизно протягом останніх 12 млрд років;

- 2) позаземні космічні цивілізації виникають еволюційним шляхом безперервно орієнтовно останні 8 млрд років;

- 3) існує закон необмеженої експансії розумного життя, тобто прагнення досліджувати і займати максимальний простір;

- 4) цивілізації досягають рівня, за якого можлива практично необмежена швидкість неперервного виробництва енергії.

Перше положення ґрунтується на загальноприйнятій думці, що життя як функція матерії виникає неперервно в міру досягнення певної організації останньої у Всесвіті в її еволюційному розвитку. Початок цього процесу після Великого вибуху визначається термінами синтезу всього набору важких елементів і утворення зірок із планетами. Як уже зазначалося, космологія припускає вік Всесвіту близько 15 млрд років. Трьох мільярдів років за теоретичними моделями цілком вистачає для утворення

воднево-гелієвих зірок першого покоління, синтезу всередині них важких елементів, розсіювання і конденсації в зірки другого покоління із планетами. Звідси випливає, що період, у який стало можливим виникнення життя, триває майже 12 млрд років.

Після цього починається еволюційний розвиток форм життя біля кожної із зірок, де воно виникло, від клітини до технологічної цивілізації. Беручи цю цифру за середню оцінку терміну, що є необхідним для виникнення розуму і цивілізації, отримуємо друге положення, яке є перенесенням земного досвіду на весь Всесвіт. Воно може бути обґрунтованим за припущення, що закони еволюції живого, установлені еволюційної біологією, є універсальними і діють у всьому Всесвіті.

Третє і четверте положення, по суті, теж засновані на земному досвіді. Закон необмеженої експансії життя для простих її форм є внутрішнім (неусвідомленим) імперативом. Четверте положення – результат досягнень науки і технології останніх десятиліть. Оволодіння термоядерною енергією дає практично необмежені можливості її виробництва. Наша цивілізація перебуває на порозі цього якісно нового рубежу свого розвитку.

Неперервність виникнення життя і цивілізацій у Всесвіті, а також можливість виробництва необмеженої кількості енергії є головними теоретичними положеннями, на яких побудовані висновки про існування космічних цивілізацій у Всесвіті.

Дійсно, необмежені можливості виробництва енергії та достатній час розвитку в технологічній фазі старих цивілізацій допускають усе, що тільки не суперечить законам природи (фізики, хімії, біології тощо). Можливе створення гігантських астроінженерних споруд, випромінювання наймогутніших електромагнітних сигналів на весь Всесвіт, навіть пересування зірок, їх зіткнення, вибухи тощо. Одним словом, можлива перебудова всієї Галактики.

Теоретичні висновки приводять до неминучої колонізації Галактики, існування космічних феноменів, що пов'язані з космічною діяльністю суперцивілізацій, і потужних електромагнітних сигналів, які легко прийняти найпростішими засобами, якими володіють навіть "дитячі" цивілізації, що ледь досягли технологічної фази розвитку, наприклад земна. Однак нічого

подібного не відбувається, навіть спеціальні пошуки сигналів не дали позитивних результатів. Космос мовчить.

Звідси можна зробити один із трьох висновків: або неправильна теорія, або недостатні спостережні дані, або ж теорія правильна, але позаземних цивілізацій немає взагалі, а земна цивілізація унікальна та єдина, принаймні в нашій Галактиці.

Цей останній радикальний висновок зробив спочатку американський астрофізик Майкл Харт, а потім Й. С. Шкловський. Висувалися також інші, менш радикальні твердження про те, що цивілізації, досягнувши технологічної фази, швидко гинуть, наприклад від забруднення навколишнього середовища, ядерної війни тощо, не встигаючи розв'язати проблеми зв'язку з іншими цивілізаціями й освоїти інші зоряні системи та галактики.

Твердження про унікальність земної цивілізації заперечує наведені вище висновки про множинність і велику ймовірність виникнення життя у Всесвіті шляхом схожої хімічної і біологічної еволюції. Передусім варто відмовитися від положення, за яким усе, що не заборонене фізичними законами, буде обов'язково реалізоване. Треба шукати граничні можливості в розвитку цивілізації, які визначаються не тільки фізичними, а й біологічними і соціальними вимогами. Це здається майже нереальним, оскільки соціальні закономірності навряд чи можуть бути передбачені на астрономічні терміни. Для цивілізації важливі такі категорії, як мета, доцільність, витрати праці, часу, енергії та матеріальних ресурсів. Однак практично всі зазначені категорії пов'язані з виробництвом енергії, яке визначає матеріальний і духовний прогрес суспільства.

Існує велика ймовірність того, що виникнення життя як найвищої форми організації матерії відбулося практично одночасно (у космологічному сенсі) як закономірний етап еволюції Всесвіту загалом. Це означає, що життя на інших придатних для нього планетах виникло, як і на Землі, приблизно 4 млрд років тому. Далі починається еволюційний розвиток, який на Землі тривав майже 4 млрд років до виникнення технологічної цивілізації, яка існує не більше кількох століть.

На різних планетах через різні зовнішні умови еволюція могла йти з різними швидкостями. Проте імовірніше за все,

що швидкість еволюції визначається внутрішніми законами розвитку біосистем, які мало відрізняються одна від одної. Із цього випливає, що технологічні цивілізації тільки починають виникати і серед них немає дуже старих із тривалою технологічною фазою. Навіть можливо, що наша цивілізація одна з перших у Галактиці вийшла на технологічний рівень і ми тимчасово самотні.

Усі спроби встановити зв'язок із позаземними цивілізаціями або хоча б факт їхнього існування на сьогодні зазнали невдачі. Однак це не означає, що позаземних цивілізацій немає. Цілком можливо, що вони трапляються дуже рідко, наприклад одна – дві в галактиці. Однак існує ненульова ймовірність того, що земна цивілізація дійсно єдина.

Список використаних джерел

1. *Почепцов Г. Г.* Теорія комунікації / Г. Г. Почепцов. – М. : "Рефл-бук", 2001.
2. *Квіт С.* Масові комунікації / С. Квіт. – К. : Видав. дім "Кисво-Могилянська академія", 2008.
3. *Васюра А. С.* Техніка передавання аналогової та дискретної інформації / А. С. Васюра. – Вінниця, 1998.
4. *Прядко О. М.* Спеціальні зйомки : навч. посіб. / О. М. Прядко. – К. : Освіта України, 2014.
5. *Денбовецький С. В.* Електронні системи : навч. посіб. / С. В. Денбовецький, О. В. Лешишин. – К. : НТУУ "КПІ", 2011.
6. *Зернецька О.* Глобальний розвиток систем масової комунікації і міжнародні відносини / О. Зернецька. – К. : Освіта, 1999.
7. *Бондарев А. П.* Пристрої цифрових систем стільникового зв'язку : навч. посіб. / А. П. Бондарев, Б. А. Мандзій, С. В. Давіденко. – Л. : Вид-во "Львів. політехніка", 2011.
8. *Руденко В. Д.* Практичний курс інформатики : навч. посіб. / В. Д. Руденко, О. М. Макаруч, М. О. Патланжоглу ; за ред. В. М. Мадзігона. – К. : Фенікс, 1999.
9. *Вакуленко М. О.* Тлумачний словник із фізики / М. О. Вакуленко, О. В. Вакуленко. – К. : ВПЦ "Київ. ун-т", 2008.
10. *Павлов С. М.* Основи мікроелектроніки : навч. посіб. / С. М. Павлов. – Вінниця : ВНТУ, 2010.
11. *Бахрах Л. Д.* Голография в микроволновой технике / Л. Д. Бахрах, А. П. Курочкин. – М. : Сов. радио, 1979.
12. *Ростовский Е. Г.* Из истории развития и становления стереокино / Е. Г. Ростовский // Известия Урал. гос. ун-та. Сер. 1. Проблемы образования, науки и культуры. – 2010. – № 6(85). – Ч. 1. – С. 190 – 194.
13. *Іванов А. О.* Теорія автоматичного керування : підручник / А. О. Іванов. – Дніпропетровськ : Нац. гірнич. ун-т, 2003.
14. *Егоров Н. С.* Биотехнология: Проблемы и перспективы / Н. С. Егоров, А. В. Олескин, В. Д. Самуилов. – М. : Высшая школа, 1987.
15. *Хиггинс И.* Биотехнология: принципы и применение : учеб. пособие для студ. вузов / И. Хиггинс, Д. Бест, Дж. Джонс. – М. : Мир, 1988.
16. *Поттер В. Р.* Биозтика: мост в будущее / В. Р. Поттер. – К., 2002.
17. *Терешкевич Г. Т.* Біоетика в системі охорони здоров'я і медичної освіти : навч. посіб. / Г. Т. Терешкевич. – Л. : Світ, 2008.

18. *Сейтим А. Е.* Использование криптовалют как альтернативное решение проблем мировой валютной системы / А. Е. Сейтим // Проблемы економіки. – 2014. – № 2. – С. 50–55.

19. *Александрова М. М.* Гроші. Фінанси. Кредит : навч.-метод. посіб. / М. М. Александрова, С. О. Маслова. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К. : ЦУЛ, 2002.

20. *Варій М. Й.* Загальна психологія : навч. посіб. / М. Й. Варій. – К. : Центр учбової літератури, 2007.

21. *Девис П.* Случайная Вселенная / П. Девис. – М. : Мир, 1985.

22. *Шкловский И. С.* Вселенная, жизнь, разум / И. С. Шкловский. – М. : Наука, 1980.

23. *Рэнделс Д.* Тайны НЛО. 50 лет загадочных контактов / Д. Рэнделс, П. Хоу. – М. : Изд. "Вече", 1998.

Навчальне видання

ЄЖОВ Станіслав Миколайович

**НАУКОВИЙ ОБРАЗ СВІТУ
ІНФОРМАЦІЙНИЙ СВІТ
НАУКА І НЕПІЗНАНЕ**

Навчальний посібник

Редактор *Н. М. Земляна*

Технічний редактор *Л. П. Шевченко*

Оригінал-макет виготовлено ВПЦ "Київський університет"



Формат 60x84^{1/16}. Ум. друк. арк. 8,37. Наклад 100. Зам. № 221-10078.
Гарнітура Times New Roman. Папір офсетний. Друк офсетний. Вид. № Фз7.
Підписано до друку 14.06.2021

Видавець і виготовлювач
ВПЦ "Київський університет"

Б-р Тараса Шевченка, 14, Київ, 01601, Україна
☎ (38044) 239 32 22; (38044) 239 31 72; тел./факс (38044) 239 31 28
e-mail: vpc_div.chief@univ.net.ua, redaktor@univ.net.ua
http: vpc.knu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1103 від 31.10.02