

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ
ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

КАФЕДРА ТЕОРІЇ, ПРАКТИКИ ТА ПЕРЕКЛАДУ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ

КУРСОВА РОБОТА

з дисципліни

“ПРАКТИЧНИЙ КУРС ПЕРЕКЛАДУ”

на тему: **СТИЛІСТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТЕКСТІВ С.ГОКІНГА
ТА ЗАСОБИ ЇХ ПЕРЕКЛАДУ УКРАЇНСЬКОЮ МОВОЮ**

Студентки 4 курсу

групи ЛА-381

спеціальності 035 “Філологія”

Яркової Анастасії Олександрівни

Науковий керівник –

викл. Зайченко Ю.О.

Кількість балів: _____ Оцінка _____

Члени комісії _____

(підпис)

(вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

(вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

(вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Київ – 2022

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. СТИЛІСТИКА ТЕКСТІВ У ТЕОРЕТИЧНОМУ АСПЕКТІ...	5
1.1.Поняття стилістичних засобів	5
1.2. Класифікація стилістичних засобів.....	6
1.3. Особливості перекладу стилістичних засобів.....	12
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1.....	13
РОЗДІЛ 2. СТИЛІСТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТЕКСТІВ СТВЕНА ХОКІНГА.....	15
2.1. Загальна характеристика науково-популярного стилю	15
2.2.Специфіка використання гумору в науково-популярних текстах	18
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2.....	21
РОЗДІЛ 3. СПЕЦИФІКА ПЕРЕКЛАДУ ТЕКСТІВ СТВЕНА ХОКІНГА	23
3.1.Аналіз перекладу науково-популярної літератури на прикладі книг «Black Holes and Baby Universes» та «A Brief History of Time» Стивена Гокінга.....	23
3.2.Відтворення стилістичних засобів вираження гумору в публіцистичній прозі Стивена Гокінга.....	31
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3.....	39
ВИСНОВКИ.....	40
SUMMARY.....	41
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	42
ДОДАТОК А Матеріали для аналізу стилістичних засобів.....	45

ВСТУП

У різних мовних стилях, особливо в стилі художньої літератури, широко використовуються мовні засоби, що підсилюють дієвість висловлювання завдяки тому, що до його логічного змісту додаються різні експресивно-емоційні відтінки. Художня мова відрізняється від усіх інших перш за все тим, що вона виконує естетичну функцію. Як показують останні тенденції вітчизняної перекладацької справи, що з геометричною прогресією росте попит саме на переклад художнього стилю. Реалізація цієї функції означає подання навколишньої дійсності в образній, конкретно – чуттєвій формі. А його успішна реалізація, у свою чергу, вимагає від перекладача неабиякого літературного хисту, здатності виокремлювати і вправного володіння різними стилістичними прийомами та ефективно і досконало відтворювання їх засобами мови перекладу.

Особливості перекладу найрізноманітніших стилістичних прийомів у різних парах мов широко досліджуються у сучасній теорії та практиці перекладу, зокрема: проблемні модифікації аналізу художніх творів свої дослідження присвячували вчені-методисти З. Я. Рез, Н. О. Корст, Н. Д. Молдавська, В. Г. Марацман, Т. О. Пахомова, А. Л. Ситченко тощо.

Відтак, актуальність обраної теми дослідження, з одного боку, зумовлена соціальним попитом суспільства на якісні переклади сучасної англійської художньої прози українською мовою, а з іншого боку недостатньою інформацією, що стосується стратегій перекладу стилістичних засобів у цьому контексті.

Відповідно **мета роботи** полягає в теоретичному узагальненні основ перекладу стилістичних засобів з англійської мови, аналізі їх перекладу на матеріалі творів Стівена Гокінга.

Об'єктом дослідження є стилістичні засоби у творах Стівена Гокінга у перекладацькому аспекті.

Предмет дослідження складають особливості перекладу стилістичних засобів в англomовних науково-популярних творах Стівена Гокінга «Black Holes and Baby Universes» та «A Brief History of Time».

Предмет і мета дослідження зумовили необхідність у розв'язанні таких **завдань:**

- визначити поняття стилістичних засобів;
- з'ясувати класифікацію стилістичних засобів;
- виявити особливості перекладу стилістичних засобів;
- охарактеризувати науково-популярний стиль;
- визначити специфіку використання гумору в текстах Стівена Гокінга;
- проаналізувати переклад науково-популярної літератури на прикладі книг «Black Holes and Baby Universes» та «A Brief History of Time» Стівена Гокінга;
- дослідити особливості відтворення стилістичних засобів вираження гумору в публіцистичній прозі Стівена Гокінга.

Методи дослідження: для вирішення поставлених завдань використовувався комплекс методів – вивчення та аналіз наукової літератури, метод лінгвістичного спостереження та опису, метод словникових дефініцій, метод суцільної вибірки.

Теоретична значимість дослідження у тому, що його результати розширюють існуючі теоретичні знання в галузі стилістики англійської мови, зокрема уточнюється поняття порівняння у сучасній лінгвістиці, диференціюються порівняння в аспекті перекладу.

Практична значимість дослідження у тому, що результати проведеної роботи можуть бути використані при написанні курсових та дипломних робіт зі стилістики англійської мови та з теорії перекладу.

Структура роботи: робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків та списку використаних джерел.

1 СТИЛІСТИКА ТЕКСТІВ У ТЕОРЕТИЧНОМУ АСПЕКТІ

1.1. Поняття стилістичних засобів

Стилістичні образні засоби вивчаються протягом багато століть. З року в рік з'являються нові стилістичні відкриття, щодо цього багато суперечок та різноманітних дискусій, тому що мова постійно розвивається та змінюється. Лексична система мови є однією з найскладніших та різнобічних.

Ю.М. Скребнєв визначає стилістичні фігури як «синтаксично утворені засоби виразності» [21, с.592]. Виразність твору зазвичай полягає в особливостях використання стилістичних засобів, що привертають увагу читача та викликають інтерес. Виразні можливості автора підкріплюються та посилюються асоціативністю образного мислення читача, умінням інтерпретувати задум письменника. Основою посилення виразності мовлення є стилістичні засоби такі як епітети, метафори, порівняння, метонімії, синекдохи, гіперболи, літоти, уособлення, перифрази, алегорія, іронія. Другим способом збагачення мови є синтаксис і стилістичні фігури мови, що виникли на його основі: анафора, антитеза, градація, інверсія, багатосполучниковість, оксюморон, паралелізм, риторичне питання, риторичне звернення, умовчання, еліпсис, епіфора.

Стилістичні прийоми, що вживаються у переносному значенні з метою створення художнього образу та досягнення більшої виразності, називаються тропами. Автори художніх творів часто вдаються до використання тропів у своїх творах для опису природи, образів.

Вивченням виразних засобів мови займається не лише граматики, фонетика, лексикологія, а й стилістика. На відміну від перших трьох розділів, стилістика вивчає виразні засоби з погляду їх багатофункціональності, можливості їх вживання у різних стилях мовлення, а не просто з'ясовуючи їхню лінгвістичну природу [14, с.54].

Стилістика безпосередньо пов'язана з певними поняттями, які не мають нічого спільного з виключно лінгвістичним тлумаченням мовних категорій.

Стилістика досліджує стилістичні прийоми, виразні засоби, їх сутність, функції, класифікації та всілякі інтерпретації.

Стилістичний прийом – це цілеспрямоване використання мовних явищ, включаючи виразні засоби. Виразні засоби мають більшою мірою передбачуваності порівняно зі стилістичним прийомом. Вони використовуються для посилення виразності висловлювання, вони не пов'язані з переносними значеннями слова [11, с.145].

Під стилістичним прийомом розуміють навмисне та усвідомлене посилення будь-якої структурної чи семантичної риси мовної одиниці (нейтральної або експресивної), яка досягає узагальнення та типізації та стає таким чином моделлю, що породжує. Стилістичний прийом обмежений лише одним рівнем мови. До стилістичних прийомів відносяться стилістичні фігури та тропи, синтаксичні або стилістичні фігури, збільшують емоційність та експресивність висловлювань за рахунок незвичайної синтаксичної побудови [10, с.231].

Тож, стилістичні прийоми є одними з основних складових художнього стилю. Вміння письменника використати виразні засоби у творі свідчить про ступінь майстерності автора.

1.2. Класифікація стилістичних засобів

Стилістичні прийоми, що вживаються у переносному значенні з метою створення художнього образу та досягнення більшої виразності, називаються тропами. Стилістичні засоби є одними з основних складових художнього стилю. Вміння письменника використовувати виразні засоби у творі свідчить про ступінь майстерності автора. Мовні засоби активно прогресують, з'являється більш широкий діапазон функцій, і стають не менш актуальними, ніж інші засоби виразності, такі як прислів'я, приказки, зменшувальні суфікси тощо. Засоби мовної виразності поділяються на лексичні, фонетичні (звукові), синтаксичні, фразеологічні. Важливу роль у посиленні фонетичної

виразності мови відіграє підбір слів певного звукового забарвлення. Звукове зближення слів сильно впливає на їх образну значимість [3, с.45].

Основним способом посилення фонетичної виразності у творі є звукове інструментування – стилістичний прийом, що полягає у підборі слів схожого звучання. Для ефективнішого впливу на уяву читача застосовуються різні способи. Засоби мовної промовистості проходять крізь усі рівні мови. Вони проявляються як і фонетиці, і у синтаксисі. Це робить розуміння авторського задуму більш досконалим та багатограним. Одним з найефективніших способів впливу на читача є використання фонетичних засобів мовної виразності. На рівні підсвідомості реципієнта виникає відчуття звукового образу незалежно від бажання людини. Ось тому більшість творів будується за допомогою використання звукових засобів виразності. Прикладами фонетичних засобів є алітерація та асонанс.

Алітерація – повторення приголосних звуків для виділення слів у рядку з метою посилення виразності у творі, а **асонанс** – повторення у тексті однорідних голосних звуків. Використання автором слів зі звуками, що повторюються, є засобом досягнення певного стилістичного ефекту. Алітерація та асонанс відіграють важливу роль у художніх творах. Ці стилістичні засоби надають словам мелодійність, роблять текст легшим для прочитання.

Існують інші стилістичні прийоми для надання більшої виразності творам. Наприклад, такими прийомами є **анафора** та **епіфора**. Дані прийоми є комбінацією повторень подібних звуків, слів або груп слів на початку (анафора) або наприкінці (епіфора) кожного паралельного самостійного фрагмента мови [22, с.29].

Наступний вид виразних засобів мови – це лексичні засоби, такі як синоніми і антоніми. **Синоніми** – це слова, що належать одній частині мови, що виражають те саме поняття, але в той же час значення, що відрізняються відтінками. Наприклад, *cheerful* (веселий), *delighted* (захоплений), *pleased* (радісний), *amused* (задоволений). **Антоніми** – слова, які стосуються однієї

частини мови, але протилежні за значенням. Протиставлення антонімів у тексті є колоритним джерелом мовної експресії, що визначає емоційність мови. Наприклад, *to begin (починати) – to end (закінчувати)*, *bitter (гіркий) – sweet (солодкий)*. Вживання в літературі синонімів та антонімів посилює її емоційність та рельєфність. Слова, семантично подібні чи різні, перетворюють твір, розкривають авторський задум із різних боків. Крім того, синоніми та антоніми спрощують сприйняття тексту, оскільки уточнюють значення окремих семантичних об'єктів.

Також, в англійській мові існують такі протилежні фігури, як гіпербола і літота. Англійська мова має широкий спектр можливостей градуального вираження якостей. Дані прийоми означають художнє применшення (**літота**) та перебільшення (**гіперболу**). Іноземна мова стає яскравішою та образнішою завдяки їм [22, с.30].

Наступний стилістичний прийом, що часто використовується в англійській літературі – індивідуально-авторські **неологізми (окказіоналізм)**. Завдяки особливостям цього прийому, особливо його новизні, з'являється можливість створювати певні художні ефекти, доступно висловлювати авторський погляд на тему чи проблему.

Щоб краще роз'яснити якесь явище, дію, поведінку героя автор вдається до використання літературних образів. Одним із найбільш уживаних мовних прийомів в англійській є **метафора**, перенесення найменування з одного предмета на інший, заснований на схожості між далекими явищами чи властивостями. Основою будь-якої метафори є приховане порівняння одних предметів коїться з іншими, об'єднаних загальною ознакою (Словник літературознавчих термінів). У своїх творах автори часто використовують метафори до створення повнішої картини що у творі, передачі загальної атмосфери, внутрішнього стану персонажів. Наприклад, *floods of tears (потоки сліз)*, *a storm of indignation (штурм обурення)*.

У творах англійської літератури часто зустрічається прийом, схожий за своїми функціями на метафору – **метонімія**.

Метонімія – перенесення найменування предмета чи явища суміжності на інший об'єкт [14, с.238]. Найбільш уживані випадки перенесення найменування: 1) з особи на його зовнішні ознаки; 2) з місця на його мешканців; 3) імені автора з його творчість (книгу, картину, твір). Важливо підкреслити особливе значення метафори і метонімії серед інших стилістичних прийомів та його особливу роль утворення нових значень слів. Вчені А. Шамота, В. Ващенко, О. Тараненко виділяють такий різновид метонімії як **синекдоха** – прийом, що полягає у назві цілого через його частину або навпаки. Наприклад, *the student passes exams at certain stages of life*. У цьому реченні під "студентом" маються на увазі всі студенти загалом.

Ще один відомий стилістичний прийом – це **оксюморон**. Традиційно оксюморон розглядають як стилістичний прийом, який, будучи заснованим на контрасті, є поєднанням протилежних за значенням лексичних одиниць. У більшості випадків оксюморон демонструє ставлення автора до описуваного явища або об'єкта. Цей прийом спрямовує читача на сприйняття суперечливих, складних явищ, інколи ж навіть на боротьбу протилежностей. Наприклад, *The suffering was sweet!*

Одним із видів метафори є **уособлення**. Це стилістичний прийом полягає у перенесенні ознаки з живого предмета на неживий. При уособленні на описуваний предмет переносять властивості властиві людині. Але найчастіше неживим предметам приписуються дії, властиві лише людям. Метою використання уособлення є співвідношення зображуваного предмета з людиною, зробити його зрозумілішим читачеві [22, с.31].

Наступний поширений засіб образотворчості це **порівняння**. Воно допомагає автору висловлювати свою думку, створювати цілі художні картини, давати опис предметів.

У творах англійської літератури нерідко трапляються **фразеологізми**. У художній вони часто вживаються у звичайній мовній формі з властивим їм значенням. Додавання автором у свій твір фразеологізмів, як правило, обумовлено його прагненням посилити експресивне забарвлення мови.

Наприклад, зворот "*The observed of all observers.*" (Центр загальної уваги) ввів Шекспір. Його використовує Офелія для характеристики Гамлета: *Ophelia: O, what a noble mind is here o'erthrown...*

Неможливо уявити будь-яке літературне твір без використання іншого стилістичного прийому – **епітета**. Епітетом називають художнє означення, яке підкреслює у визначеному слові якусь його відмінну властивість. За допомогою епітету автор наголошує на тих властивостях та ознаках зображуваного ним явища, на які він хоче звернути увагу читача.

Наступна група виразних мовних засобів – **синтаксичні засоби**. До цієї групи відносяться такі прийоми як: **авторська пунктуація** – це прийом, що полягає у постановці розділових знаків, не передбачені пунктуаційними правилами. Авторські знаки оклику служать засобом вираження радісного або сумного почуття, настрої [22, с.32].

Також до групи синтаксичних виразних засобів належить **антитеза**. Це стилістичний прийом, який полягає у різкому протиставленні понять, характерів, образів, що створює ефект різкого розмаїття. Вона допомагає краще розкрити, зобразити протиріччя, протиставити явища. Крім того, антитеза є способом вираження авторського погляду на описувані явища та образи. Наприклад, ... *youth is lovely, age is lonely, youth is fiery, age is frosty* [18, с.26].

У англійській літературі досить часто можна зустріти перерахування частин мови, де кожна наступна створює сильніший ефект. Послідовність, у якій навпаки є спад або ослаблення, зустрічається рідше. Явище з першого та другого випадку можна назвати одним словом – **градація**. Це стилістичний прийом, що полягає у послідовному нагнітанні або, навпаки, ослабленні порівнянь, образів, епітетів, метафор та інших виразних засобів художньої мови [20: URL].

Наступним мовним засобом виразності, які входять у групу синтаксичних засобів, є **інверсія** – зворотний порядок слів у реченні. При інверсії слова розташовуються інакше, ніж це встановлено граматичними

правилами. Це сильний виразний засіб, що вживається в емоційному, схвильованому мовленні, допомагає передати емоційний стан героя, допомагає оцінити вчинки людини, розкрити її характер.

Полісіндетон – один з найбільш виразних засобів у поетичному тексті, одне з найважливіших явищ у його гармонійній організації, загальної пов'язаності художнього цілого. Це риторичний засіб, який полягає у навмисному повторенні підрядних сполучників для логічного та емоційного виділення перелічуваних понять. Багаторазове використання сполучників здатне надавати тексту наочність, виразність, створювати напруженість мови та підвищувати темп.

Одним із яскравих стилістичних прийомів є **парцеляція** – прийом розчленування фрази на частини або навіть на окремі слова. Її мета – надати промови інтонаційну експресію шляхом її уривчастого вимовлення.

Важливу роль написанні художнього твору грає такий стилістичний прийом, як **повтор** – свідоме вживання одного й того ж слова чи поєднання слів із метою посилити значення цього образу, поняття [22, с.34].

У своїх творах часто автори використовують такий прийом, як **синтаксичний паралелізм**. «Це один з прийомів поетичного мовлення, що у порівнянні двох явищ шляхом паралельного їх зображення. З його допомогою автор прагне виділити, підкреслити висловлену думку [22, с.36].

Тож, всі ці образотворчі засоби носять авторський характер і визначають самотність письменника або поета, допомагають йому набути індивідуальності стилю.

1.3. Особливості перекладу стилістичних засобів

Дослідження способів перекладу стилістичних засобів з англійської мови на українську визначається вагомою роллю, яку вони відіграють в перекладі художньої прози, коли йдеться не лише про передачу змісту тексту

оригіналу, а й про оптимальне відтворення емоційно-експресивної оцінки, інформативності, образності вислову тощо.

На думку І.С. Алексєєвої [1, с. 250], Л.С. Бархударова [5, с. 117] – перекладацька стратегія – програма перекладацьких дій; метод виконання перекладацького завдання, що полягає в адекватній передачі з іноземної мови на мову перекладу комунікативної інтенції відправника, з урахуванням культурологічних та особистісних особливостей оратора, базового рівня, мовної надкатегорії та під категорії.

Стратегія перекладу – це програма здійснення перекладацької діяльності, що формується на основі загального підходу перекладача до виконання перекладу в умовах певної комунікативної ситуації двомовної комунікації, яка визначається специфічними особливостями цієї ситуації і метою перекладу, а також визначає характер професійної поведінки перекладача в рамках певної комунікативної ситуації [12, с. 90].

На думку П. Піріні, стилістичні засоби можуть перекладатися з англійської мови з використанням таких стратегій:

- дослівний переклад, тобто збереження та відтворення мовою перекладу того ж самого об'єкта;
- заміна об'єкта мови оригіналу іншим об'єктом в мові перекладу з використанням різних трансформацій (узагальнення, конкретизація, синонімічна / антонімічна заміна, тощо);
- скорочення власне стилістичних засобів до їх змісту (шляхом компресії);
- збереження того ж самого об'єкта в мові перекладу, що й мовою оригіналу, з паралельною експлікацією основи стилістичних засобів (застосовуючи додавання або навіть часом описовий переклад);
- заміна об'єкта на зноску чи перекладацький коментар, що вважається неадекватним варіантом перекладу стилістичного засобу;
- опущення стилістичного засобу [28, с. 25-26].

До основних проблем перекладу стилістичних засобів відносять такі:

1. Приналежність стилістичних засобів англійської й української мов до різних стилістичних пластів лексики;
2. Національна специфіка образів стилістичних засобів;
3. Різні асоціації, експресивність й оцінка, утілені в образі стилістичних засобів;
4. Втрата фонетичних евфонічних засобів [19, с. 23].

Тож, відтворення образності є однією з найважливіших характеристик перекладу стилістичних засобів.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

У розділі визначено, що кожний літературний напрям надає перевагу певному переліку тем, і, як наслідок, певним стилістичним тематичним засобам.

Стилістичними прийомами називають різні способи комбінування мовних одиниць одного рівня в межах одиниць вищого рівня. Стилістичний прийом характеризується усвідомленою обробкою мовного явища, що сприймається як відхилення від загальноновживаних норм мовного спілкування. Зрозуміло, що природа стилістичного прийому не може полягати у відхиленні від норм мови, бо в цьому випадку він протиставлявся б їй. Стилістичний прийом ґрунтується на синтагматичних відношеннях між стилістично маркованими і стилістично немаркованими одиницями в тексті. В основі стилістичних прийомів лежать синтагматичні відношення, що виникають між стилістично різноякісними одиницями мови.

Отже, різноманіття стилістичних засобів, а саме: антономазія, метафора, метонімія, епітет; інверсія, риторичне питання, еліпсис, відокремлення, апосіопеза, ретардація, повторення, паралельні конструкції, полісиндетон, градація, порівняння, перифраз, антитеза, інтонація, алітерація, ономотопея, гафон, слугує якнайточнішому вираженню думки автора. Кожен з них сприяє досягненню образності та художності твору. Стилістичні прийоми

спрямовують рух думки, виділяючи, підкреслюючи потрібну інформацію за допомогою розташування слів у реченні, частин висловлювання в тексті, вживання нестандартних зворотів. Вони прикрашають мову. Використання стилістичних прийомів у мовленні передбачає високий рівень лінгвістичної компетентності та мовленнєвої підготовки оратора чи письменника., з одного боку, та перекладача їхніх творів – з другого.

2 СТИЛІСТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТЕКСТІВ СТІВЕНА ХОКІНГА

2.1. Загальна характеристика науково-популярного стилю

Функціональні стилі є різновидами або розгалуженнями мовної системи залежно від цілей та змісту викладу. Ці різновиди мають відомі мовні відмінності при спільності переважної більшості мовних засобів.

Кожному функціональному стилю притаманні свої стилістичні риси та стилістичні функції. Сильова характеристика – мовна характеристика, інваріантна всім текстам даного функціонального стилю, що і визначає його мовну системність, тобто взаємозв'язок у текстах цього стилю різнорівневих мовних одиниць, що обумовлений загальним комунікативним наміром авторів текстів [10].

М.П. Котюрова стильовими рисами називає ознаки тексту, що виражають специфіку та стильову своєрідність відповідного функціонального стилю завдяки реалізації функцій останнього, зумовлених його екстралінгвістичними факторами. Сильові риси являють собою ступінь детермінованої вертикалі: від базових екстралінгвістичних факторів функціонального стилю, до обумовлюваних ними функцій відповідних мовних різновидів, що реалізуються мовними та текстовими засобами зі стильовими рисами [14, с. 43].

І.В. Арнольд визначає стильову функцію як виразний потенціал взаємодії мовних засобів у тексті, що забезпечує передачу, поряд з предметно-логічним змістом тексту, також закладеної в ньому експресивної, емоційної, оцінної та естетичної інформації [3, с. 81].

Науковий стиль – це один із функціональних стилів загальнолітературної мови, що обслуговує сферу науки та виробництва [25, с.37]. Розглянемо докладніше його різновиди.

До підстилів наукового стилю відносять: власне науковий, науково-популярний, науково-навчальний. Власне-науковий підстиль є найсуворішим

і найточнішим, у цьому стилі пишуть дисертації, монографії, статті для наукових журналів, інструкції, стандарти, енциклопедії.

Науково-навчальний підстиль використовують під час написання навчальної літератури з різних предметів для різних типів навчальних закладів, довідників, посібників [12, с. 30].

Науково-популярний підстиль – один із стилістико-мовних різновидів наукового функціонального стилю, що виділяється (порівняно з власне науковим) на підставі реалізації «додаткових» завдань комунікації – необхідності «перекладу» спеціальної наукової інформації на мову неспеціального знання, а саме – завдання популяризації наукових знань для широкої аудиторії [21, с. 23].

Наприклад, книги Стівена Гокінга «BlackHolesandBabyUniverses» та «ABriefHistoryofTime» належить до науково-популярного підстилю, тому доцільно розглянути цей підстиль більш детально.

Науково-популярним підстилем пишуться наукові статті для газет, науково-популярних журналів, науково-популярні книги; в усному спілкуванні цей підстиль представляють такі жанри, як публічні виступи на радіо, телебаченні на наукові теми, виступи вчених та фахівців перед масовою аудиторією, лекції.

Науково-популярний стиль включає ознаки власне-наукового, публіцистичного та художнього стилів. Він орієнтований на широке коло читачів або слухачів, незнайомих або мало знайомих з темами, що викладаються. Характерні риси науково-популярного підстилю:

- заміна термінології описами або роз'ясненнями або коротка розшифровка значення термінів у дужках [11, с. 28];

- використання конкретного ілюстративного матеріалу замість абстрактних формул;

- більша широта та ступінь конкретизації, ніж у науковій мові (у більшості випадків – повна конкретизація);

- простота синтаксичних конструкцій, прагнення уникати ускладнених речень;
- можливість використання засобів розмовної мови (лексико-фразеологічних, синтаксичних та ін.);
- використання прийомів художньої мови з метою надання викладу матеріалу образності та емоційності;
- прагнення до оригінальності, нешаблонності вираження змісту;
- узагальненість, абстрактність, аналітичний тип тексту, комплексний інформаційно-аналітичний функціональний зміст;
- публіцистичність;
- реферативність;
- докладність викладу наукових даних, своєрідне «розжовування» матеріалу;
- домінування індуктивного методу викладу над дедуктивним;
- навмисне підкреслення логіки викладу спеціальними мовними засобами;
- прагнення «не захарашувати» виклад науковими фактами, матеріалом дослідження;
- використання різноманітних прийомів, у тому числі мовленнєвих, актуалізації уваги читача або слухача (особливо часто використовуються комплексні питання) тощо [16, с. 25].

Отже, метою науково-популярної літератури є зниження труднощів сприйняття нової інформації. Для цього автор повинен знайти спосіб знизити рівень абстрактності до мінімуму і дати можливість читачеві уявити сутність наукових ідей у формі мислення, яка є для нього сприятливою. В цьому напрямі науково-популярний текст передбачає поєднання науковості та розважальності, яка забезпечується тим, що наукові факти викладаються в образній асоціативній формі. Це інколи зближує науково-популярний текст з художнім.

2.2. Специфіка використання гумору в науково-популярних текстах

Науково-популярна література принципово відрізняється від наукової тим, що її чільною метою є не лише просвітництво читача та надання йому спеціальних наукових знань, а й подача освітньої інформації у розважальній та доступній для широкого кола читачів формі. Найефективніше це завдання реалізується з допомогою комічного ефекту, найчастіше реалізованого у вигляді гумору. Гумор сприймається читачами як вид комічного, що створює особливий стилістичний ефект. «Гумористичне ставлення до явищ дійсності та творів мистецтва, заснованих на ньому, передбачає лише м'яку посмішку та незлобивий жарт» [12, URL].

Посилаючись на Ю.Б. Борєва, Н.В. Калашник вказує, що сутність гумору полягає в осміюванні предмета або явища, яке «при цьому має на увазі наявність позитивних рис, що відповідають ідеалу» [12, URL].

Гумор, як і сатира, це вищі форми комічного. Саме комічне у своїй сутності визначається як щось таке, що викликає сміх у різних формах і видах [22, с.203].

Незважаючи на те, що іноді дослідники визначають гумор і іронію як рівноправні і часто взаємозамінні один одного явища, в цій роботі ми принципово уникаємо поняття іронія, звертаючись до поняття гумору, тому що іронія розуміється нами, слідом за Т.Н. Хомутової, як вид комічного, що виражає глузування або лукаву алегорія, що має характер осміяння і має засуджувачий характер [24, с.45]. Таке розуміння втілення комічного у науково-популярному тексті є неприйнятним, оскільки комізм не носить навіть натяк на негативний характер. Навпаки, завдяки гумору текст стає найцікавішим і цікавим для адресата, а виклад — оригінальним, яскравим і незабутнім. Комічні елементи дозволяють не лише привернути увагу до тексту, а й зробити процес отримання знань цікавішим. До того ж комічні засоби роблять текст оригінальнішим, відводять його від шаблонності та «підручниковості» викладу матеріалу. Комізм допомагає уникнути тієї

формальності та суворості, яка характерна для власне наукової літератури, але протипоказана науково-популярній. При цьому вона створює ефект несподіванки та розважальності, що стимулює адресата до читання та подальшого сприйняття тексту. Твір стає для читача яскравим і таким, що запам'ятовується, який виділяється на тлі іншої подібної літератури, особливо з цієї тематики.

Інформація, подана таким чином, перестає бути нудною, вона закріплюється у пам'яті адресата у зв'язку з відповідним кумедним моментом та почуттями, які він викликає. Елементи гумору та іронії порушують безперервність та передбачуваність оповіді, що, у свою чергу, активізує увагу читача, а тому твір впливає на нього сильніше. Вживання в текстах науково-популярних творів елементів гумору та іронії викликає у читача позитивні емоції, пробуджує в нього живий інтерес, робить цікавішим виклад» [20, URL].

Гумор створює особливу гумористичну тональність спілкування, яка спрямована на скорочення дистанції між автором і читачами [14, с.75]. Для нашого дослідження важливо звернутися також до поняття «мовна гра», в якій найбільше виявляється лінгвокреативний потенціал автора науково-популярного твору. Наприклад, можуть використовуватися співзвуччя, часткова або повна омонімія, видозмінені фразеологізми та мовні кліше, графічна гра.

Мовна гра полягає в прагненні досягти певного ефекту естетичного впливу, найчастіше шляхом аномального чи незвичайного вживання мовних одиниць [20, URL].

Мовну гру визначають як особливу форму лінгвокреативної діяльності, в якій мовна особистість усвідомлено порушує мовні канони з метою створення комічного ефекту, привернення уваги адресата або вираження власних відносин. «Мовна гра завжди націлена на використання лінгвістичних прийомів, що підкреслюють парадокс між стандартною формою та/або значенням знака (а також прийнятим алгоритмом його

утворення та використання) та новою асоціативною обробкою того чи іншого виду мовного знання [24, с.26]. Мовна гра – творче, нестандартне (неканонічне, відхиляється) від мовної/стилістичної/рече поведінкової/логічної норми) використання будь-яких мовних одиниць та/або категорій для створення дотепних висловлювань, у тому числі – комічного характеру» [25, с.39].

Однією з причин надзвичайної популярності публіцистичної прози Стівена Гокінга стало використання гумору у його книгах. Засоби вираження комічного є не просто однією з важливих рис науково-популярного стилю, а визначальною особливістю стилю С. Гокінга. Приклади, за допомогою яких С. Гокінг ілюструє теорії та закони, про які йдеться, відрізняються великою оригінальністю та візуальною виразністю (їх легко уявити). Так, важливу експлікативну роль у книзі відіграє гумористичний образ космонавта, який міг би наважитися зазирнути в чорну діру. С. Гокінг називає його «відважним», «зухвалим» (*"intrepid"*) і вживає знижений вираз *"to come to a sticky end"*, коментуючи його неминучу загибель. Найчастішим способом надання висловлюванням гумористичного характеру в книгах С. Гокінга служить порівняння фізичного явища та реалій повсякденного життя. Наприклад, роз'яснюючи ідею, згідно з якою допустиме існування безлічі всесвітів, С. Гокінг жартівливо підмічає, що в одному з них Місяць може складатися із сиру – цього не можна виключати через практичну непідтвердженість теорії струн. Гумористичний ефект створюється при цьому завдяки контрасту між формальною лексикою та одиницями зниженого стилю. Так, говорячи, що Аристотель вірив, що всесвіт існував завжди і моменту його створення просто не було, С. Гокінг використовує дієслово *"to smack of smth"* (*"disapproving"*, *"to seem to contain an unpleasant quality"*) [31].

Також можна виділити інші стилістичні фігури мови, такі як метафора, оксюморон, алюзія, епітети тощо. Науково-популярний текст С. Гокінга має своєрідне інтонаційно-пунктуаційне оформлення. Завдяки пунктуації автор

передає уривчастість мови, може створити несподівані паузи, які приковують увагу читача до найважливішої інформації. Щоб змусити читача «включити» інтуїцію, автор може зробити несподіваний пропуск наприкінці речення, щоб читач сам завершив його думку.

Тож, внаслідок використання певних елементів художнього стилю, наукова інформація у текстах С.Гокінга сприймається легко і просто. Його науково-популярні тексти характеризуються ознаками: науково, популярно, цікаво, інформативно.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

У розділі визначено, що наукова популяризація є комунікацією між науковцями та населенням, що спрямована на поширення наукових знань у доступній та захоплюючій формі. Однією з найпоширеніших форм популяризації науки, що історично склалися, є науково-популярна література. Науково-популярна література глибоко орієнтована на свого адресата – читача-нефахівця і є основним фактором, що визначає її стиліове наповнення, яке полягає в контамінації специфічних рис, що належать різним функціональним стилям: науковому (науковість, логічність та послідовність викладу матеріалу, фактичність, термінологічність та використання спеціальної лексики); публіцистичному (масовий адресат, белетризація, доступність і простота інформації, що викладається, захоплюючість, жвавість і цікавість розповіді); художній (подання світу через індивідуально-авторське сприйняття, образність, ілюстративність); розмовно-повсякденному (неофіційність, неформальність спілкування між читачем та автором, довірливість та інтимність).

Таке змішання різностилевих особливостей досі залишає невирішеним питання місце науково популярного феномену серед функціональних стилів.

Визначено, що комічний ефект, реалізований у вигляді різних мовних засобів, є важливим засобом створення науково-популярного тексту, що дозволяє реалізувати цілі та завдання, поставлені автором.

Особливий потенціал має мовна гра, яка крім виконання своїх традиційних функцій, що включають естетизацію, розвагу та художню різноманітність тканини тексту, активно привертає увагу читача за рахунок своєї незвичайності, нетиповості, установки на злам звичних стереотипів, а також дозволяє автору розкрити в тексті свої лінгвокреативні завдання.

3 СПЕЦИФІКА ПЕРЕКЛАДУ ТЕКСТІВ СТВЕНА ХОКІНГА

3.1. Аналіз перекладу науково-популярної літератури на прикладі книг «Black Holes and Baby Universes» та «A Brief History of Time» Стивена Гокінга

У своїх творах Стивен Гокінг використовує велику кількість стилістичних засобів, які потребують особливої уваги під час перекладу. Задля повної передачі сенсу оригіналу, перекладачі використовують різні лексичні трансформації, тож розглянемо на прикладі тексту оригіналу та перекладу.

Перестановка:

At the end of the lecture, a little old lady at the back of the room got up...
(Hawking, 1994: p.20).

Коли лекція добігла кінця, з останнього ряду піднялася маленька літня леді. (Гокінг, 2019: с.21).

У цьому прикладі ми бачимо, що відповідно до норм української мови перекладач змінив місцями підмет та обставину.

For this, Penzias and Wilson were awarded the Nobel Prize in 1978.
(Hawking, 1994: p.21).

За це Пензіас та Вільсон у 1978 р. були удостоєні Нобелівської премії
(Гокінг, 2019: с.22).

Відповідно до норм української мови на місці обставини часу у реченні в тексті перекладу знаходимо прийом перестановки.

Заміна членів речення:

The BBC's Desert Island Discs began broadcasting in 1942 and is the longest-running record program on radio... (Hawking, 1994: p.20).

Бі-бі-сі почала транслювати передачу «Диски безлюдного острова» у 1942 році, і ця програма встановила на радіо рекорд довговічності (Гокінг, 2019: с.22).

У тексті назва програми виконує функцію підмета, що в дослівному перекладі виглядало б так: «Диски безлюдного острова почали транслюватися...» Проте перекладач, знаючи, що ця програма – продукт компанії BBC, вирішив надати BBC функцію підмета, а назві – функцію додатка.

Антонімічний переклад:

We shall not have a complete theory until we can do more than... (Hawking, 1994: p.35).

Ми не отримаємо завершеної теорії, поки не зможемо чогось більшого. (Гокінг, 2019: с.36).

У вихідному тексті маємо ствердну конструкцію «*can do*», яка передається в тексті перекладу негативною конструкцією «*не зможемо*». Це приклад прийому антонімічного перекладу.

However, general relativity claims to be only a partial theory. (Hawking, 1994: p.32).

Проте загальна теорія відносності і не претендує на роль повної теорії. (Гокінг, 2019: с.33).

Тут представлений прийом антонімічного перекладу, у якому текст оригіналу у ствердній формі передається у тексті перекладу у заперечній формі, а саме: "*claims to be*" -> "*не претендує*".

Most people would find the picture of our universe as an infinite tower of tortoises rather ridiculous... (Hawking, 1994: p.27).

Уявлення про нескінченну вежу з черепах більшості з нас здається смішним. (Гокінг, 2019: с.28).

Тут перекладач здійснив граматичну трансформацію, замінивши частину складного речення рівнозначною за змістом лексичної одиницею української мови.

Заміна частин мови:

Instead, I will discuss my approach to how one can understand the universe... (Hawking, 1994: p.29).

Натомість я поясню свій підхід до розуміння Всесвіту.

Тут ми знаходимо приклад граматичної трансформації заміни частини мови, при якій дієслово «understand» перекладається іменником "розуміння".

However, the galaxies would also have had some small sideways velocities... (Hawking, 1994: p.36).

Але галактики мають і певну швидкість у бік....(Гокінг, 2019: с.37).

Тут ми бачимо граматичну трансформацію заміни частини мови. Лексична одиниця «sideways» є прислівником і в тексті перекладу передається лексичною одиницею «у бік», яка виконує функцію іменника.

Newton and Einstein both missed the chance of predicting that the universe should be either contracting or expanding. (Hawking, 1994: p.45).

І Ньютон і Ейнштейн втратили шанс передбачити, що Всесвіт повинен чи стискатися, чи розширюватися. (Гокінг, 2019: с.46).

У цьому прикладі ми знаходимо приклад граматичної трансформації заміни частини мови. У тексті оригіналу «predicting» – це дієприкметник теперішнього часу, який у тексті перекладу перекладається як «передбачити», що є дієсловом у безособовій формі.

Particle accelerator: A machine that, using electromagnets, can accelerate moving charged particles, giving them more energy... (Hawking, 1994: p.52).

Прискорювач частинок – пристрій, яке за допомогою електромагнітів дає можливість прискорювати заряджені частинки, що рухаються, постійно збільшуючи їхню енергію (Гокінг, 2019: с.52).

Перекладач зробив граматичну трансформацію, за якої лексична одиниця іноземної мови функціонувала як прикметник, а у мові перекладу – як іменник.

THE UNCERTAINTY PRINCIPLE... (Hawking, 1994: p.56).

Принцип невизначеності.(Гокінг, 2019: с.57).

Тут ми бачимо приклад заміни частини мови, саме: в оригінальному тексті «UNCERTAINTY» виконує функцію прикметника, а тексті перекладу – функцію іменника та перекладається як «невизначеності».

The doctrine of scientific determinism was strongly resisted by many people... (Hawking, 1994: p.60).

Доктрина наукового детермінізму зустріла сильний опір зі сторони багатьох. (Гокінг, 2019: с.61).

Тут ми бачимо дві граматичні трансформації. Прикладом першої є переклад лексичної одиниці «*resisted*» еквівалентною лексичною одиницею «*опір*». Граматична трансформація представлена активним перекладом пасивного стану.

The quantum hypothesis explained the observed rate of emission of radiation from hot bodies very well... (Hawking, 1994: p.74).

Гіпотеза квантів чудово узгодилася зі значеннями інтенсивності випромінювання гарячих тіл. (Гокінг, 2019: с.76).

У цьому прикладі ми знаходимо граматичну трансформацію заміни частини мови, «*quantum*» виконує функцію прикметника у тексті оригіналу та перекладається еквівалентною одиницею «*квантів*», яка виконує функцію іменника.

This quantum will disturb the particle and change its velocity in a way that cannot be predicted. (Hawking, 1994: p.85).

Цей квант світла внесе збурення у рух частинки та непередбачувано змінить її швидкість. (Гокінг, 2019: с.86).

Тут також ми знаходимо приклад граматичної трансформації заміни частини мови: лексична одиниця «*disturb*», що функціонує як дієслово в тексті оригіналу, перекладається еквівалентною лексичною одиницею «*збурення*», яка вже виконує роль іменника.

Antiparticle: Each type of matter particle has a corresponding antiparticle. When a particle collides with its antiparticle, they annihilate, leaving only energy... (Hawking, 1994: p.87).

Античастинка – у кожній частки матерії є відповідна античастинка. При зіткненні частинки і античастинкою відбувається їх анігіляція,

внаслідок якої виділяється енергія та народжуються інші частинки .(Гокінг, 2019: с.88).

У прикладі є граматична трансформація, при якій лексичні одиниці мови оригіналу функціонували як прикметник та дієслово; у мові перекладу вони виконують функцію іменника.

Транскрибування + транслітерація:

The strong nuclear force has a curious property called confinement... (Hawking, 1994: p.24).

У сильної взаємодії є одна надзвичайна властивість – вона володіє конфайментом. (Гокінг, 2019: с.26).

Перекладач вважає, що дана лексична трансформація буде доречнішою, чим, наприклад, прийом експлікації чи компенсації.

Модуляція:

Absolute zero... (Hawking, 1994: p.29).

Абсолютний нуль температури. (Гокінг, 2019: с.30).

У цьому прикладі перекладач вдався до лексичної трансформації, яка полягає у смисловому розвитку словосполучення.

Членування речення:

The basic unit of ordinary matter, made up of a tiny nucleus surrounded by orbiting electrons. (Hawking, 1994: p.28).

Найменша частинка звичайної речовини. Атом складається з крихітного ядра і електронів, що обертаються довкола нього..(Гокінг, 2019: с.29).

Тут ми бачимо приклад граматичної трансформації, яка полягає у членуванні оригінального речення у тексті перекладу.

Конкретизація:

When I was a graduate student, almost no one took them seriously... (Hawking, 1988: p.10).

Коли я навчався на останньому курсі університету, майже ніхто не сприймав їх серйозно. (Гокінг, 2015: с.11).

Словосполучення «*graduate student*» перекладається як «*навчався на останньому курсі*», що є прикладом прийомом конкретизації значення.

In other words, what agency created the universe, and what created that agency? (Hawking, 1988: p.14).

Іншими словами, яка сила створила Всесвіт і що створило цю силу? (Гокінг, 2015: с.16).

"agency" – лексична одиниця, що має широкий спектр значень. У цьому разі вона перекладається як «сила»; це є прикладом прийому конкретизації значення лексичної одиниці.

They were working on a suggestion, made by George Gamow, that the early universe should have been very hot and dense, glowing white hot. (Hawking, 1988: p.19).

Вони перевіряли припущення Джорджа Гамова про те, що ранній Всесвіт був дуже гарячим, щільний та розпечений добіла. (Гокінг, 2015: с.20).

У даному реченні зустрічається фразове дієслово «*working on*», яке має кілька значень. У перекладі ми знаходимо прийом конкретизації значення даного дієслова, що перекладається як *перевіряли*.

For this, Penzias and Wilson were awarded the Nobel Prize in 1978. (Hawking, 1988: p.30).

За це Пензіас та Вільсон у 1978 р.були удостоєні Нобелівської премії(Гокінг, 2015: с.31).

Перестановка; конкретизація; заміна частини мови:

They therefore withdrew their claim in 1970. (Hawking, 1988: p.20).

Тому в 1970 р. Лівшиць і Халатніков відмовилися від своєї теорії. (Гокінг, 2015: с.21).

У текстах оригіналу і перекладу обставина часу займає різні місця: у тексті оригіналу вона – на початку речення, у тексті перекладу – наприкінці; це – прийом перестановки.

Прийом конкретизації ми знаходимо на прикладі перекладу лексичної

одиниці «They» власними назвами «Лівшиць і Халатніков».

І тут же зустрічаємо граматичну трансформацію заміни частини мови: займенник «they» перекладається іменником «Лівшиць і Халатніков».

Додавання:

At first sight, Penrose's result applied only to stars. (Hawking, 1988: p.45).

На перший погляд, ця теорема Пенроуза відноситься лише до зірок. (Гокінг, 2015: с.46).

У цьому прикладі ми знаходимо прийом додавання: вказівного займенника в оригінальному тексті немає, тоді як у тексті перекладу він присутній.

In the case of Schrödinger's cat, there are two histories that are reinforced (Hawking, 1988: p.70).

У випадку з кішкою Шредінгера дві можливі передісторії посилювали одна одну. (Гокінг, 2015: с.71).

Словосполучення «одна одну» відсутнє у тексті оригіналу, однак ми його знаходимо у тексті перекладу. Тому ми можемо говорити про перекладацький прийом додавання.

Заміни частин мови; конкретизація:

...the singularity theorems really show is that there must have been a time in the very early universe... (Hawking, 1988: p.10).

...теорема про сингулярність насправді стверджують лише, що на якійсь дуже ранній стадії розвитку Всесвіту... (Гокінг, 2015: с.11).

У тексті оригіналу «singularity» виконує функцію прикметника, тоді як у тексті перекладу еквівалентна лексична одиниця «сингулярності» виконує функцію іменника. Лексична одиниця «show» має кілька значень, тому перекладач, вдаючись до прийому конкретизації, вибрав найбільш підходяще за контекстом: «стверджують».

Об'єднання речень:

They felt that would imply divine intervention. They preferred to believe that the universe had existed and would exist forever. (Hawking, 1988: p.52).

Вони відчували, що це передбачає божественне втручання, і воліли вірити, що Всесвіт існував завжди і існуватиме завжди. (Гокінг, 2015: с.53).

Тут ми знаходимо граматичну трансформацію об'єднання речень.

Перестановка; заміна частин мови:

The discovery of the expansion of the universe by Edwin Hubble in 1929 completely changed the discussion about its origin. (Hawking, 1988: p.55).

Відкрите у 1929 році Едвіном Хабблом розширення Всесвіту повністю змінило характер дискусії щодо його походження. (Гокінг, 2015: с.56).

У цьому прикладі у тексті оригіналу обставина часу займає позицію ближче до кінця речення, як у тексті перекладу ця обставина перебуває на початку. Лексична одиниця «*discovery*» є іменником; у тексті перекладу вона передається схожою за значенням лексичною одиницею «відкрите», яка є дієприкметником.

Заміна частин мови та членів речення:

Another idea that would avoid a big bang singularity was suggested by two Russian scientists, Evgenii Lifshitz and Isaac Khalatnikov, in 1963(Hawking, 1988: p.60).

Іншу ідею, що обходилася без Великого Вибуху сингулярності, запропонували у 1963 році двоє вчених з Росії – Євген Ліфшиц та Ісаак Халатніков. (Гокінг, 2015: с.61).

Заміну частин мови ми розглядаємо на прикладі перекладу лексичного одиниці "*avoid*", яка виконує функцію дієслова; у тексті перекладу вона представлена формою дійсного дієприкметника, що «*обходилася*». Також, тут є граматична трансформація заміни членів речення: "*Another idea was suggested*" -> «двоє вчених запропонували».

Опущення; об'єднання речень:

They are still arguing about the scientific theories of the early years of this century, like relativity and quantum mechanics. They are not in touch with the present frontier of physics. (Hawking, 1988: p.65).

Вони, як і раніше, сперечаються про наукових теоріях початку століття і не стосуються передових рубежів сучасної фізики(Гокінг, 2015: с.66).

"*like relativity and quantum mechanics*" ця частина тексту оригіналу була опущена під час перекладу. Також, тут є граматична трансформація об'єднання речень, за якої два простих речення тексту оригіналу перетворюються на одне речення з однорідними присудками.

Синтаксична перебудова:

A cat is placed in a sealed box. (Hawking, 1988: p.70).

Кішку поміщають у запечатаний ящик. (Гокінг, 2015: с.71).

У цьому прикладі ми знаходимо приклад перекладу пасивного стану активним: "is placed", що передається як "поміщають", тобто неозначено-особовою формою дієслова.

У результаті аналізу можна вважати, що найбільш частотною трансформацією (у вибраних текстах) є заміна частини мови, далі слідує перекладацька трансформація, яка полягає у перестановці членів речення під час перекладу тексту, далі, після неї йде прийом конкретизації значення, заміна членів речення, прийом опущення, додавання, антонімічний переклад.

3.2.Відтворення стилістичних засобів вираження гумору в публіцистичній прозі Стівена Гокінга

Розглянемо основні стилістичні засоби вираження гумору в науково-популярних творах ученого – на матеріалі його трьох найвідоміших книг: «Короткої історії часу», «Всесвіту у горіховій шкаралупці» та «Великого задуму».

Однією з причин надзвичайної популярності публіцистичної прози С. Гокінга стало використання гумору та особистої привабливості цього автора в його книгах. Самі заголовки творів заслуговують на увагу, оскільки вони побудовані на принципі поєднання непеєднуваного (оксюморон):

A Brief History of Time (Hawking, 1994).

Коротка історія часу (Гокінг, 2019).

The Universe in a Nutshell (Hawking, 1988).

Всесвіт у горіховій шкаралупці (Гокінг, 2019).

Заголовки книг відтворено прийомом калькування.

С. Гокінг роз'яснює алюзію на Шекспіра в назві книги:

Hamlet may have meant that although we human beings are very limited physically, our minds are free to explore the whole universe, and go boldly where even Star Trek fear to (Hawking, 1994, p. 69).

Гамлет, можливо, мав на увазі, що хоча ми, люди, дуже обмежені фізично, наш розум вільний досліджувати весь Всесвіт і сміливо йти туди, де навіть Зоряний шлях боїться мене. (Гокінг, 2019: с.71).

Перифразу відтворено прийомом калькування.

Гумористичний ефект перифрази ґрунтується на порівнянні Гамлета з героями серіалу «Стар Трек»:

Pro God! I could be bounded in a nut-shell, and count myself a king of infinite space, but it not that I have bad dreams [Хомутова, 2014, с. 85].

Один із розділів «Всесвіту у горіховій шкаралупці» називається *Brane New World -Новий світ Бране* (переклад здійснено прийомом перестановки): заголовок містить алюзію на роман Олдо-са Хакслі, очевидну при порівнянні слів «brave» та «brane» («brane» – фізичний об'єкт у теорії струн, що узагальнює поняття точкової частинки у тих високих вимірів).

Оксюморон часто використовується у творах С. Гокінга у складі перерахувань:

But if one takes the biblical view, then God not only created the laws but can be appealed to by prayer to make exceptions – to heal the terminally ill, to bring

premature ends to droughts, or to reinstate croquet as an Olympic sport (Hawking, 1994, p. 29).

Але якщо прийняти біблійну точку зору, то Бог не лише створив закони, але й молитвою можна закликати зробити винятки – зцілити невиліковно хворих, передчасно покінчити з посухою або відновити крокет як олімпійський вид спорту. (Гокінг, 2019: с.30).

Переклад оксюмору здійснено лексичним відповідником.

Як правило, у творах С. Гокінга гумористичне забарвлення мають невеликі авторські зауваження, що йдуть за протяжними міркуваннями про фізичні закони та викладом фактичної інформації. Так, у зв'язку з принципом заборони Паулі (у квантовій механіці, два ферміони не можуть перебувати в однаковому положенні і рухатися з однаковою швидкістю) С. Гокінг робить цікаве зауваження біографічного характеру про Паулі:

This was discovered in 1925 by an Austrian physicist, Wolfgang Pauli -for which he received the Nobel prize in 1945. He was the archetypal theoretical physicist: it was said of him that even his presence in the same town would make experiments go wrong! (Hawking, 1994, p. 72).

Це було виявлено в 1925 році австрійським фізиком Вольфгангом Паулі, за що він отримав Нобелівську премію в 1945 році. Він був фізиком-теоретиком-архетипом: про нього говорили, що навіть його присутність в тому самому місті призведе до того, що експерименти підуть не так! (Гокінг, 2019: с.73).

Гумор С. Гокінга завжди має якусь несподіванку; вчений може розсмішити читача в середині опису будь-якого грандіозного за своїми масштабами фізичного явища:

... the physicist John Wheeler once calculated that if one took all the heavy water in all the oceans of the world, one could build a hydrogen bomb that would compress matter at the center so much that a black hole would be created. (Of course, there would be no one left to observe it!) (Hawking, 1994, p. 103).

...фізик Джон Вілер колись підрахував, що якщо взяти всю важку воду в усіх океанах світу, можна побудувати водневу бомбу, яка стисне речовину в центрі настільки, що утвориться чорна діра. (Звичайно, не залишилося б кому спостерігати!) (Гокінг, 2019: с.104).

Гумористичне зауваження відтворено прийомом калькування.

У «Короткій історії часу» часто авторський гумор проявляється у прикладах, з яких пояснюється природа фізичних законів. Про другий закон термодинаміки С. Гокінг говорить наступне:

It is a matter of common experience that disorder will tend to increase if things are left to themselves. (One has only to stop making repairs around the house to see that!) (Hawking, 1994, p. 108).

З загального досвіду стверджується, що розлад матиме тенденцію до посилення, якщо все залишити наодинці. (Треба лише перестати робити ремонт у будинку, щоб побачити це!) (Гокінг, 2019: с.110).

Гумористичне зауваження відтворено прийомом калькування.

I think it is reasonable to assume that the arrow for computers is the same as that for humans. If it were not, one could make a killing on the stock exchange by having a computer that would remember tomorrow's prices! (Hawking, 1994, p. 155).

Я вважаю, що розумно припустити, що стрілка для комп'ютерів така ж, як і для людей. Якби це не так, можна було б вбити на біржі, маючи комп'ютер, який пам'ятав би ціни завтрашнього дня! (Гокінг, 2019: с.156).

Гумористичне зауваження відтворено прийомом калькування.

Щодо античастинок, автор робить жартівливе попередження читачеві: *There could be whole antiworlds and antipeople made out of antiparticles. However, if you meet your antiself, don't shake hands! You would both vanish in a great flash of light* (Hawking, 1994, p. 73).

Можуть бути цілі антисвіти та антилюди, створені з античастинок. Однак, якщо ви зустрінете своє антія, не потискайте руку! Ви обидва зникли б у великому спалаху світла (Гокінг, 2019: с.74).

Мовна гра відтворена прийомом калькування.

Часто гумор С. Гокінга пов'язаний із безпосередніми реаліями його академічного життя чи пригод, на які він наважився, незважаючи на труднощі стану свого здоров'я:

The surface of the earth is finite in extent but it doesn't have a boundary or edge: if you sail off into the sunset, you don't fall off the edge or run into a singularity (I know, because I have been round the world!) (Hawking, 1988, p. 143).

Поверхня землі скінченна за протяжністю, але вона не має кордону чи краю: якщо ви відпливете на захід сонця, ви не впадете з краю і не натрапите на сингулярність (я знаю, тому що я був круглим світом!) (Гокінг, 2015: с.145).

Мовна гра відтворена прийомом калькування.

...so in order to have a reasonable chance of seeing an explosion before your grant ran out, you would have to find a way to detect any explosions within a distance of about one light-year (Hawking, 1988, p. 117).

...тому, щоб мати розумний шанс побачити вибух до того, як закінчиться ваш грант, вам доведеться знайти спосіб виявити будь-які вибухи на відстані приблизно одного світлового року (Гокінг, 2015: с.119).

Гумористичний порівняльний зворот перекладено лексичним відповідником.

Гумор С.Гокінга не завжди оптимістичний; у «Короткій історії часу» зустрічаються і приклади «чорного гумору». Як відомо, незважаючи на неймовірний потяг до знань та технічного розвитку, людство здатне знищити себе задовго до створення загальної теорії квантової гравітації:

I think that there is a good chance that the study of the early universe and the requirements of mathematical consistency will lead us to a complete unified theory within the lifetime of one of us who are around today, always presuming we don't blow ourselves up first (Hawking, 1988, p. 178).

Я думаю, що є велика ймовірність, що вивчення раннього Всесвіту та вимог математичної послідовності приведуть нас до повної єдиної теорії протягом життя одного з нас, хто сьогодні поруч, завжди припускаючи, що ми раніше не підірвемо себе. (Гокінг, 2015: с.180).

Гумористична метафора відтворена лексичним відповідником.

Приклади, за допомогою яких С. Гокінг ілюструє теорії та закони, про які йдеться, відрізняються великою оригінальністю та візуальною виразністю (їх легко уявити). Важливу експлікативну роль у книзі відіграє приклад космонавта, який міг би наважитися зазирнути в чорну дірку. С. Гокінг називає його "відважним", "зухвалим" ("intrepid") і вживає знижений вираз "*to come to a sticky end*", коментуючи його неминучу загибель:

Suppose an intrepid astronaut on the surface of the collapsing star, collapsing inward with it, sent a signal every second, according to his watch, to his spaceship orbiting around the star (Hawking, 1988, p. 90).

Припустимо, що безстрашний астронавт на поверхні зірки, що руйнується, руйнуючись разом з нею всередині, щосекунди посилав сигнал, згідно з годинником, своєму космічному кораблю, що обертається навколо зірки (Гокінг, 2015: с.92).

Гумористична метафора відтворена лексичним відповідником.

Gravity gets weaker the farther you are from the star, so the gravitational force on our intrepid astronaut's feet would always be greater than the force on his head (Hawking, 1988, p. 91).

Гравітація стає слабкішою, чим далі ви від зірки, тому сила тяжіння на ногах нашого безстрашного космонавта завжди буде більшою, ніж сила тяжіння на його голові (Гокінг, 2015: с.93).

Гумористична метафора відтворена лексичним відповідником.

The poor astronaut who falls into a black hole will still come to a sticky end; only if he lived in imaginary time, would he encounter no singularities (Hawking, 1988, p. 147).

Бідолашному космонавту, який потрапив у чорну діру, все одно прийде неминучий кінець; тільки якби він жив у уявному часі, він не зустрів би жодних сингулярностей (Гокінг, 2015: с.150).

Гумористична метафора відтворена лексичним відповідником.

С. Гокінг між рядками нагадує про стан свого здоров'я, що має значення омонімів «chair» («кафедра») і «chair» («крісло»):

Isaac Newton gave us the first mathematical model for time and space in his Principia Mathematica, published in 1687. Newton occupied the Lucasian chair at Cambridge that I now hold, though it wasn't electrically operated in his time (Hawking, 1988, p. 32).

Ісаак Ньютон дав нам першу математичну модель часу і простору у своїй «Mathematica Mathematica», опублікованій у 1687 році. Ньютон обіймав кафедру Лукаса в Кембриджі, яку я зараз обіймаю, хоча в його час вона не була керована електричним струмом (Гокінг, 2015: с.33).

Quantum theories of systems such as atoms, with a finite number of particles, were formulated in the 1920s, by Heisenberg, Shrodinger, and Dirac. (Dirac was another previous holder of my chair in Cambridge, but it still wasn't motorized)' (Hawking, 1988, p. 43).

Квантові теорії таких систем, як атоми з кінцевим числом частинок, були сформульовані в 1920-х роках Гейзенбергом, Шредінгером і Діраком. (Дірак був ще одним попереднім власником мого крісла в Кембриджі, але воно все ще не було моторизованим) (Гокінг, 2015: с.45).

Омоніми відтворено лексичними відповідниками.

Найчастішим способом надання висловлюванням гумористичного характеру в книгах С. Гокінга служить порівняння фізичного явища та реалій повсякденного життя:

This microwave radiation isn't much good for defrosting frozen pizza, but the fact that the spectrum agrees so exactly with that of radiation from a body at 2/7 degrees tells us that the radiation must have come from regions that are opaque to microwaves (Hawking, 1988, p. 39).

Це мікрохвильове випромінювання не дуже хороше для відхилення цукерки pizza, але фактично те, що спектаклі агресивно ви з тим, що випромінювання з body на 2/7 градусів мусить бути з регіонів, які є opaque to (Гокінг, 2015: с.40).

Автор порівнює такий звичайний предмет повсякденного життя, як "microwave oven" і найскладніше явище реліктового випромінювання, відомого як "cosmic microwave background radiation" ("CMBR").

Роз'яснюючи ідею, згідно з якою допустиме існування безлічі всесвітів, С. Хокінг жартівливо зауважує, що в одній з них місяць може складатися з сиру – цього не можна виключати через практичну непідтвердженість теорії струн:

The idea that the universe does not have a unique observer-independent history might seem to conflict with certain facts we know. There might be one history in which the moon is made of Roquefort cheese (Hawking, 1988, p. 140).

Ідея про те, що Всесвіт не має унікальної історії, незалежної від спостерігача, може суперечити певним відомим нам фактам. Можливо, існує одна історія, в якій місяць виготовляють із сиру рокфор (Гокінг, 2015: с.142).

Гумористична метафора відтворена лексичним відповідником.

Оскільки інформації не вистачає і про існування інших форм життя в паралельних всесвітах, ми не знаємо, які здібності вони можуть мати. У наступному уривку гумористично представлена фантастична картина інопланетної форми життя, що вміє бачити предмети наскрізь.

If we ever run into beings from other planets, they will probably have the ability to «see» radiation at whatever wavelengths their own sun emits most strongly /.../ So aliens who evolved in the presence of X-rays might have a nice career in airport security (Hawking, 1988, p. 92).

Якщо ми коли-небудь зустрінемо істот з інших планет, вони, ймовірно, зможуть «бачити» випромінювання на будь-якій довжині хвилі, яку їхнє власне сонце випромінює найсильніше /.../ Тож інопланетяни, які

еволюціонували під впливом рентгенівського випромінювання, можуть мати гарну кар'єра в галузі безпеки аеропорту (Гокінг, 2015: с.94).

Гумористичні метафори відтворені лексичними відповідниками.

Отже, перерахуємо прокоментовані вище стилістичні засоби вираження гумору в публіцистичних творах С. Гокінга:

- контраст між лексикою формального та зниженого стилів;
- алюзія;
- оксюморон;
- розвиток метафори;
- порівняння наукових об'єктів з явищами повсякденного життя (як правило, у складі вставних синтаксичних конструкцій).

Переклад гумористичних стилістичних засобів здійснено прийомом калькування та лексичними відповідниками.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

У процесі аналізу текстів оригіналу та перекладу нам вдалося виявити перекладацькі трансформації; також ми дали докладний опис кожного випадку використання трансформації. Як результати аналізу ми можемо вважати, що найбільш частотними трансформаціями в відібраних науково-популярних текстах є заміна частини мови, перестановка членів речення та конкретизація значення лексичних одиниць. Найменш частотними трансформаціями є прийом додавання, генералізація значення лексичної одиниці та модуляція (або смисловий розвиток). Передача граматичних особливостей здійснюється за допомогою таких трансформацій як: заміна частини мови; заміна членів речення; об'єднання\членування речень; синтаксична перебудова.

Передача лексичних особливостей гумористичних засобів здійснюється за допомогою таких трансформацій як: калькування та лексичні відповідники.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У роботі визначено, що стилістичними прийомами називають різні способи комбінування мовних одиниць одного рівня в межах одиниць вищого рівня. Стилiстичний прийом характеризується усвідомленою обробкою мовного явища, що сприймається як відхилення від загальноновживаних норм мовного спілкування. Зрозуміло, що природа стилістичного прийому не може полягати у відхиленні від норм мови, бо в цьому випадку він протиставлявся б їй. Стилiстичний прийом ґрунтується на синтагматичних відношеннях між стилістично маркованими і стилістично немаркованими одиницями в тексті. В основі стилістичних прийомів лежать синтагматичні відношення, що виникають між стилістично різноякісними одиницями мови. Отже, різноманіття стилістичних засобів, а саме: антономазія, метафора, метонімія, епітет; інверсія, риторичне питання, еліпсис, відокремлення, апосіопеза, ретардація, повторення, паралельні конструкції, полісиндетон, градація, порівняння, перифраз, антитеза, інтонація, алітерація, оноματοпея, гафон, слугує якнайточнішому вираженню думки автора. Кожен з них сприяє досягненню образності та художності твору.

Для виявлення лексико-граматичних трансформацій стилістичних засобів під час перекладу науково-популярних текстів з англійської мови українською, були розглянуті твори «Коротка історія часу» (A Brief History of Time) та «Чорні дірки та молоді всесвіти» (Black Holes and Baby Universes). Автор даних творів – Стивен Гокінг. У процесі аналізу було виявлено, що найбільше частотною лексичною трансформацією є лексико-семантична заміна, саме конкретизація значення; вона зустрілася у відібраному матеріалі найчастіше. І, з іншого боку, найменш частотними лексичними трансформаціями ми можемо назвати генералізацію значення та модуляцію. Говорячи про граматичні перетворення, ми визначаємо заміну частини мови як найчастіша трансформація.

SUMMARY

In this paper it is determined that stylistic devices are different ways of combining language units of one level within higher level units. Stylistic technique is characterized by a conscious treatment of the linguistic phenomenon, which is perceived as a deviation from the generally accepted norms of linguistic communication. Stylistic reception is based on syntagmatic relations between stylistically marked and stylistically unmarked units in the text. At the heart of stylistic devices are syntagmatic relationships that arise between stylistically different units of language.

To identify lexical and grammatical transformations of stylistic devices during the translation of popular science texts from English into Ukrainian, the works "A Brief History of Time" and "Black Holes and Young Universes" were considered. The author of these works is Stephen Hawking. In the process of analysis, it was found that the most frequent lexical transformation is lexical-semantic substitution, namely the concretization of meaning; she met in the selected material most often. And, on the other hand, the least frequent lexical transformations we can call the generalization of meaning and modulation. Speaking of grammatical transformations, we define the replacement of a part of speech as the most common transformation.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алексеева И.С. Введение в переводоведение: Учеб. пособие для студ. филол. и лингв, фак. высш. учеб. заведений. СПб.: Филологический факультет СПбГУ; Москва: Издательский центр «Академия», 2013. 352 с.
2. Алимов В.В. Теория перевода. Перевод в сфере профессиональной коммуникации. Москва: Едиториал УРСС. 2005. Изд. 3-е. 160 с.
3. Арнольд И.В. Стилистика. Современный английский язык: Учебник для вузов. 4-е изд., испр. и доп. Москва: Флинта: Наука. 2012. 384 с.
4. Ахманова О.А. Словарь лингвистических терминов. Изд. 2-ое, стереотип. Москва: Наука. 2012. 608 с.
5. Бархударов Л.С. Язык и перевод. Вопросы общей и частной теории перевода. Москва: «Международ. отношения», 1985. 240 с.
6. Бархударов Л. С, Штелинг Д. А. Грамматика английского языка. Москва: «Высшая школа», 1995. 274 с.
7. Бреус Е.В Теория и практика перевода с английского языка на русский. Москва: Наука. 2013. 236 с.
8. Виноградов В.В. Введение в переводоведение (общие и лексические вопросы). Москва: Издательство института общего среднего образования РАО. 2013. 224 с.
9. Виноградов В.С. Перевод: общие и лексические вопросы. Москва: Наука. 2006. 256с.
10. Гальперин И. Р. Текст как объект лингвистического исследования. Москва: Наука. 2013. 187 с.
11. Єфімов Л. П., О. А. Ясинецька. Стилiстика англiйської мови i дискурсивний аналіз. Вінниця: Нова книга, 2014. 240 с.
12. Калашник Н.В. Соотношение юмора, сатиры, комического. Наука и современность. 2014. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sootnoshenie-yumora-satiry-komicheskogo>

13. Комиссаров В.Н. Современное переводоведение. Учебное пособие. Москва: ЭТС. 2012. 424 с.
14. Котюрова М.П. Стилистика научной речи: учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования. Москва: Издательский центр «Академия», 2013. 240 с.
15. Латышев Л.К. Семенов А.Л. Перевод: Теория, практика и методика преподавания. Москва: Наука. 2005. 198 с.
16. Маевский Н.Н. Особенности научно-популярного стиля. Ростов-н/Д.: Ростовский гос. ун-т, 1979. 25 с.
17. Нелюбин Л.Л. Толковый переводческий словарь. Москва: Наука. 2003. 578 с.
18. Разинкина Н.М. Функциональная стилистика английского языка: Учеб. пособие для ин-тов и фак. ин. яз. Москва: Наука. 2013. 182 с.
19. Рецкер Я.И. Теория перевода и переводческая практика. Очерки лингвистической теории перевода. 3-е изд., стереотип. Москва: «Р. Валент», 2007. 244 с.
20. Сарычева М.В. Особенности использования приёма экспрессивной конкретизации при переводе публицистических текстов (на материале перевода с английского языка на русский отдельных глав книги Д. Эдвардса и Д. Кромвелла ‘Guardians of Power: The Myth of The Liberal Media’). //http://www.thinkaloud.ru/gradsya.html.
21. Скребнев Ю. М. Основы стилистики английского языка. Москва : Астрель-АСТ, 2013. 224 с.
22. Топоров В. Н. Большой энциклопедический словарь: Языкознание. Тропы. Москва: Большая Российская энциклопедия, 1998. 687 с.
23. Федоров А.В. Основы общей теории перевода. Москва: «Высшая школа», 1988. 345 с.
24. Хомутова Т.Н. Функционирование лексических средств художественной выразительности в научно-популярном стиле (на примере метафоры). 2013. 128 с.

25. Хомутова Т.Н. Научно-популярный текст: интегральная модель. Вестник ЮУрГУ. Серия «Лингвистика». 2013. Т. 10, № 2. С. 37-41.
26. Newmark P. A Textbook of Translation. Part I // Prentice Hall International (UK) Ltd. London, 1988. 152 p.
27. Catford J.C. A Linguistic Theory of Translation. Ldn., 1965. 237 p.
28. Pierini P. Simile in English: from description to translation. CIRCULO de Linguistica Aplicada a la Comunicacion (clac). 2007. № 29. P. 21–43.

СПИСОК ІЛЮСТРАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ

29. Гокінг С. Чорні діри та молоді всесвіти [пер. з англ. Я. Лебеденко]. Харків: Книжковий Клуб "Клуб Сімейного Дозвілля". 2019. 160 с.
30. Гокінг С. Коротка історія часу: Від великого вибуху до чорних дір. Переклад з англійської: колективний. Київ: К. І. С. 2015. 201 с.
31. Stephen Hawking. Black Holes and Baby Universes. Bantam Books. 1994. 192 p.
32. Stephen Hawking. A brief history of time. From the Big Bang to Black Holes. Bantam Dell Publishing Group. 1988. 256 p.

ДОДАТОК А

Матеріали для аналізу стилістичних засобів

№ З/п	Приклад	Переклад
1.	Life would be tragic if it weren't funny	Життя було б трагічним, якби воно не було смішним
2.	I have found far greater enthusiasm for science in America than here in Britain. There is more enthusiasm for everything in America	Я виявив набагато більший ентузіазм до науки в Америці, ніж тут, у Великобританії. В Америці більше ентузіазму до всього
3.	There is nothing bigger or older than the universe	Немає нічого більшого і старшого за Всесвіт
4.	In my opinion, there is no aspect of reality beyond the reach of the human mind	На мою думку, немає жодного аспекту реальності поза межами досяжності людського розуму
5.	I am just a child who has never grown up. I still keep asking these "how" and "why" questions. Occasionally, I find an answer	Я просто дитина, яка ніколи не виросла. Я все ще задаю ці питання «як» і «чому». Іноді я знаходжу відповідь
6.	At the end of the lecture, a little old lady at the back of the room got up...	Коли лекція добігла кінця, з останнього ряду піднялася маленька літня леді.
7.	Most people would find the picture of our universe as an infinite tower of tortoises rather ridiculous...	Уявлення про нескінченну вежу з черепах більшості з нас здається смішним.
8.	Particle accelerator: A machine that, using electromagnets, can accelerate moving charged particles, giving them more energy	Прискорювач частинок – пристрій, яке за допомогою електромагнітів дає можливість прискорювати заряджені частинки, що рухаються, постійно збільшуючи їхню енергію.
9.	The strong nuclear force has a curious property called confinement...	У сильної взаємодії є одне надзвичайна властивість – воно має конфайментом.
10.	Absolute zero...	Абсолютний нуль температури
11.	The basic unit of ordinary matter, made up of a tiny nucleus surrounded by orbiting electrons.	Найменша частинка звичайної речовини. Атом складається з крихітного ядра і електронів, що обертаються довкола нього.
12.	Antiparticle: Each type of matter particle has a	Античастинка – у кожній частки матерії є відповідна античастинка. При

	corresponding antiparticle. When a particle collides with its antiparticle, they annihilate, leaving only energy	зіткненні частинки і античастинкою відбувається їх анігіляція, внаслідок якої виділяється енергія та народжуються інші частинки.
13.	They were working on a suggestion, made by George Gamow, that the early universe should have been very hot and dense, glowing white hot.	Вони перевіряли припущення Джорджа Гамова про те, що ранній Всесвіт був дуже гарячим, щільний та розпечений добіла.
14.	For this, Penzias and Wilson were awarded the Nobel Prize in 1978.	За це Пензіас та Вільсон у 1978 р. були удостоєні Нобелівської премії
15.	THE UNCERTAINTY PRINCIPLE	Принцип невизначеності
16.	The doctrine of scientific determinism was strongly resisted by many people...	Доктрина наукового детермінізму зустріла сильний опір зі сторони багатьох.
17.	The quantum hypothesis explained the observed rate of emission of radiation from hot bodies very well...	Гіпотеза квантів чудово узгодилася зі значеннями інтенсивності випромінювання гарячих тіл
18.	This quantum will disturb the particle and change its velocity in a way that cannot be predicted.	Цей квант світла внесе збурення у рух частинки та непередбачувано змінить її швидкість
19.	They therefore withdrew their claim in 1970.	Тому в 1970 р. Лівшиць і Халатніков відмовилися від своєї теорії.
20.	At first sight, Penrose's result applied only to stars.	На перший погляд, ця теорема Пенроуза відноситься лише до зірок.
21.	The BBC's Desert Island Discs began broadcasting in 1942 and is the longest-running record program on radio...	Бі-бі-сі почала транслювати передачу «Диски безлюдного острова» у 1942 році, і ця програма встановила на радіо рекорд довговічності
22.	However, general relativity claims to be only a partial theory.	Проте загальна теорія відносності і не претендує на роль повної теорії.
23.	...the singularity theorems really show is that there must have been a time in the very early universe...	...теореми про сингулярність насправді стверджують лише, що на якійсь дуже ранній стадії розвитку Всесвіту...
24.	In other words, what agency	Іншими словами, яка сила створила

	created the universe, and what created that agency?	Всесвіт і що створило цю силу?
25.	They felt that would imply divine intervention. They preferred to believe that the universe had existed and would exist forever.	Вони відчували, що це має на увазі божественне втручання, і воліли вірити, що Всесвіт існував завжди і існуватиме завжди.
26.	Newton and Einstein both missed the chance of predicting that the universe should be either contracting or expanding.	І Ньютон і Ейнштейн втратили шанс передбачити, що Всесвіт повинен чи стискатися, чи розширюватися.
27.	The discovery of the expansion of the universe by Edwin Hubble in 1929 completely changed the discussion about its origin.	Відкрите у 1929 році Едвіном Хабблом розширення Всесвіту повністю змінило характер дискусії щодо його походження.
28.	Another idea that would avoid a big bang singularity was suggested by two Russian scientists, Evgenii Lifshitz and Isaac Khalatnikov, in 1963	Іншу ідею, що обходила без Великого Вибуху сингулярності, запропонували у 1963 році двоє вчених з Росії – Євген Ліфшиц та Ісаак Халатніков.
29.	However, the galaxies would also have had some small sideways velocities...	Але галактики мають і певну швидкість убік...
30.	When I was a graduate student, almost no one took them seriously.	Коли я навчався на останньому курсі університету, майже ніхто не сприймав їх серйозно.
31.	Instead, I will discuss my approach to how one can understand the universe...	Натомість я поясню свій підхід до розуміння Всесвіту.
32.	They are still arguing about the scientific theories of the early years of this century, like relativity and quantum mechanics. They are not in touch with the present frontier of physics.	Вони, як і раніше, сперечаються про наукових теоріях початку століття і не стосуються передових рубежів сучасної фізики
33.	I regard the solipsist — position that everything is the creation of our imaginations as a waste of time.	Я вважаю соліпсистську позицію, що все є створенням нашої уяви, марною тратою часу.
34.	But we cannot distinguish what is real about the universe without a theory.	Але без будь-якої теорії ми не можемо виділити, що ж у Всесвіті реально.

35.	A cat is placed in a sealed box.	Кішку поміщають у запечатаний ящик.
36.	In the case of Schrödinger's cat, there are two histories that are reinforced	У випадку з кішкою Шредінгера дві можливі передісторії посилили одна одну.
37.	I was savagely attacked by a philosopher of science for talking about imaginary time.	За слова про уявний час на мене люто накинувся один філософ науки.
38.	He said: How can a mathematical trick like imaginary time have anything to do with the real universe?	«Як може математична хитрість начебто уявного часу мати щось спільне з реальним Всесвітом!» - вигукнув він.
39.	I am hopeful that we will find a consistent model that describes everything in the universe	Я сподіваюсь, що ми знайдемо струнку та несуперечливу модель, що описує увесь Всесвіт.
40.	By this I mean that we might have a complete, consistent, and unified theory...	Під цим я розумію можливість побудувати повну, гармонійну та загальну теорію...
41.	We shall not have a complete theory until we can do more than...	Ми не отримаємо завершеної теорії, поки не зможемо чогось більшого...
42.	However, it is not completely satisfactory...	Проте залишається певна невдоволеність...
43.	...we need some unifying theory to account for the initial conditions of the universe and the values of the various physical parameters.	... нам потрібно якимось узагальнити теорію, щоб врахувати початкові умови Всесвіту та значення різних фізичних властивостей.
44.	A procedure called renormalization was developed to overcome this difficulty in the late 1940s.	Для подолання цієї проблеми в 1940 року була розроблена процедура, названа ренормалізацією
45.	Quantum mechanics, on the other hand, deals with very small scales.	Квантова механіка має справу з малими масштабами.
46.	However, a problem arose when people tried to extend this independence of the speed of the observer to the laws that govern the motion of light.	Проте коли люди спробували поширити цю незалежність від швидкості спостерігача на закони руху світла, виникла проблема.
47.	His discovery completely transformed the way we think about space and time.	Його відкриття зовсім змінило наше уявлення про простір та час.

48.	Then war intervened, Oppenheimer became involved in the atom bomb project, and he lost interest in gravitational collapse.	Потім втрутилася війна, Оппенгеймер був залучений до проектування атомної бомби і втратив інтерес до гравітаційного колапсу.
49.	They distrusted predictions about the far reaches of the universe...	Вони не вірили передбаченням про далекі куточки Всесвіту.
50.	He refused to believe that physical laws should not make a definite, unambiguous prediction for what would happen.	Він відмовлявся вірити, що фізичні закони не можуть точно і однозначно передбачити, що станеться.
51.	But he was a physicist's physicist, in the same tradition as Einstein.	Но Фейнман был настоящим физиком в традициях Эйнштейна...
52.	The uncertainty principle would allow particles and radiation to leak out of the black hole at a steady rate.	Принцип невизначеності дозволить частинкам та випромінюванню постійно вислизати з неї.
53.	Or is everything we do determined and preordained?	Або все, що ми робимо, зумовлено?
54.	In recent times, the argument for determinism has been based on science.	Останнім часом аргумент на користь детермінізму ґрунтується на науці.
55.	Each week, my mail contains a number of theories that people have sent me.	Щотижня я отримую поштою купу теорій від різних людей.
56.	They are all different, and most are mutually inconsistent.	Ці теорії різні, і багато суперечать один одному.
57.	I believe alien life is quite common in the universe, although intelligent life is less so	Я вважаю, що інопланетне життя є досить поширеним у Всесвіті, хоча розумне життя рідше
58.	Intelligence is the ability to adapt to change	Інтелект – це здатність пристосовуватися до змін
59.	Science can lift people out of poverty and cure disease. That, in turn, will reduce civil unrest	Наука може вивести людей із бідності та вилікувати хвороби. Це, у свою чергу, зменшить громадянські заворушення
60.	There is no unique picture of reality	Унікальної картини реальності немає
61.	People who boast about their IQ are losers	Люди, які хваляться своїм IQ, невдахи
62.	We're here to put a dent in the	Ми тут, щоб розгадати всесвіт. Інакше

	universe. Otherwise why else even be here?	навіщо ще бути тут?
63.	I have noticed even people who claim everything is predestined, and that we can do nothing to change it, look before they cross the road	Я помітив навіть людей, які стверджують, що все зумовлено, і що ми нічого не можемо зробити, щоб це змінити, подивіться, перш ніж перейти дорогу
64.	Life would be tragic if it weren't funny	Життя було б трагічним, якби воно не було смішним
65.	Work gives you meaning and purpose, and life is empty without it	Робота дає вам сенс і мету, а життя без неї порожнє
66.	Science can lift people out of poverty and cure disease. That, in turn, will reduce civil unrest	Наука може вивести людей із бідності та вилікувати хвороби. Це, у свою чергу, зменшить громадянські заворушення
67.	Science is increasingly answering questions that used to be the province of religion	Наука все частіше відповідає на питання, які раніше були компетенцією релігії
68.	Scientists have become the bearers of the torch of discovery in our quest for knowledge	Вчені стали носіями факела відкриттів у наших пошуках знань
69.	God is the name people give to the reason we are here	Бог – це ім'я, яке люди дають тому, чому ми тут
70.	Intelligence is the ability to adapt to change	Інтелект – це здатність пристосовуватися до змін
71.	We are just an advanced breed of monkeys on a minor planet of a very average star. But we can understand the universe. That makes us something very special	Ми просто передова порода мавп на малій планеті дуже середньої зірки. Але ми можемо зрозуміти Всесвіт. Це робить нас чимось особливим
72.	Many people find the universe confusing – it's not	Багато людей вважають Всесвіт заплутаним – це не так
73.	The universe is not indifferent to our existence – it depends on it	Всесвіт не байдужий до нашого існування – він залежить від нього
74.	But if one takes the biblical view, then God not only created the laws but can be appealed to by prayer to make exceptions – to heal the terminally ill, to bring premature ends to droughts, or to reinstate croquet	Але якщо прийняти біблійну точку зору, то Бог не тільки створив закони, але й молитвою можна звернутись до нього, щоб зробити винятки – зцілити невиліковно хворих, передчасно покінчити з посухою або відновити крокет як олімпійський вид спорту.

	as an Olympic sport	
75.	This was discovered in 1925 by an Austrian physicist, Wolfgang Pauli -for which he received the Nobel prize in 1945. He was the archetypal theoretical physicist: it was said of him that even his presence in the same town would make experiments go wrong!	Це було виявлено в 1925 році австрійським фізиком Вольфгангом Паулі, за що він отримав Нобелівську премію в 1945 році. Він був фізиком-теоретиком-архетипом: про нього говорили, що навіть його присутність в тому самому місті призведе до того, що експерименти підуть не так!
76.	/.../ the physicist John Wheeler once calculated that if one took all the heavy water in all the oceans of the world, one could build a hydrogen bomb that would compress matter at the center so much that a black hole would be created.	/.../ фізик Джон Вілер колись підрахував, що якщо взяти всю важку воду в усіх океанах світу, можна побудувати водневу бомбу, яка стисне речовину в центрі настільки, що утвориться чорна діра.
77.	It is a matter of common experience that disorder will tend to increase if things are left to themselves. (One has only to stop making repairs around the house to see that!)	З загального досвіду стверджується, що розлад матиме тенденцію до посилення, якщо все залишити наодинці. (Треба лише перестати робити ремонт у будинку, щоб побачити це!)
78.	«I think it is reasonable to assume that the arrow for computers is the same as that for humans. If it were not, one could make a killing on the stock exchange by having a computer that would remember tomorrow's prices!»	Я вважаю розумним припустити, що стрілка для комп'ютерів така ж, як і для людей. Якби це не так, можна було б вбити на біржі, маючи комп'ютер, який пам'ятав би ціни завтрашнього дня!
79.	There could be whole antiworlds and antipeople made out of antiparticles. However, if you meet your antiself, don't shake hands! You would both vanish in a great flash of light	Можуть бути цілі антисвіти та антилюди, створені з античастинок. Однак, якщо ви зустрінете своє антія, не тисніть руку! Ви обидва зникли б у великому спалаху світла
80.	The surface of the earth is finite in extent but it doesn't have a boundary or edge: if you sail off into the sunset, you don't fall off the edge or run into a singularity (I know, because I have been round the world!))»	Поверхня землі скінченна за протяжністю, але вона не має кордону чи краю: якщо ви відпливете на захід сонця, ви не впадете з краю і не натрапите на сингулярність (я знаю, тому що я був як круглий світ!)

81.	«./so in order to have a reasonable chance of seeing an explosion before your grant ran out, you would have to find a way to detect any explosions within a distance of about one light-year»	...тому, щоб мати розумний шанс побачити вибух до того, як закінчиться ваш грант, вам доведеться знайти спосіб виявити будь-які вибухи на відстані приблизно одного світлового року
82.	I think that there is a good chance that the study of the early universe and the requirements of mathematical consistency will lead us to a complete unified theory within the lifetime of one of us who are around today, always presuming we don't blow ourselves up first	Я думаю, що є велика ймовірність, що вивчення раннього Всесвіту та вимог математичної послідовності приведуть нас до повної єдиної теорії протягом життя одного з нас, хто сьогодні поруч, завжди припускаючи, що ми не підірвемо себе спочатку
83.	Suppose an intrepid astronaut on the surface of the collapsing star, collapsing inward with it, sent a signal every second, according to his watch, to his spaceship orbiting around the star	Припустимо, що безстрашний астронавт на поверхні зірки, що руйнується, руйнуючись разом з нею всередину, щосекунди посилав сигнал, згідно з годинником, своєму космічному кораблю, що обертається навколо зірки
84.	Gravity gets weaker the farther you are from the star, so the gravitational force on our intrepid astronaut's feet would always be greater than the force on his head	Гравітація стає слабкішою, чим далі ви від зірки, тому гравітаційна сила на ногах нашого безстрашного астронавта завжди буде більшою, ніж сила тяжіння на його голові
85.	The poor astronaut who falls into a black hole will still come to a sticky end; only if he lived in imaginary time, would he encounter no singularities	Бідний астронавт, який впав у чорну діру, все одно прийде до кінця; тільки якби він жив у уявному часі, він би не зустрів жодних сингулярностей
86.	Isaac Newton gave us the first mathematical model for time and space in his Principia Mathematica, published in 1687. Newton occupied the Lucasian chair at Cambridge	Ісаак Ньютон дав нам першу математичну модель часу і простору у своїй «Mathematicia Mathematica», опублікованій в 1687 році. Ньютон обіймав кафедру Лукаса в Кембриджі, яку я зараз обіймаю, хоча в той час вона не була керована електрикою.

	that I now hold, though it wasn't electrically operated in his time.	
87.	Quantum theories of systems such as atoms, with a finite number of particles, were formulated in the 1920s, by Heisenberg, Shrodinger, and Dirac. (Dirac was another previous holder of my chair in Cambridge, but it still wasn't motorized)	Квантові теорії таких систем, як атоми з кінцевим числом частинок, були сформульовані в 1920-х роках Гейзенбергом, Шредінгером і Діраком. (Дірак був ще одним попереднім власником мого крісла в Кембриджі, але він все ще не був моторизованим)
88.	This microwave radiation isn't much good for defrosting frozen pizza, but the fact that the spectrum agrees so exactly with that of radiation from a body at 2/7 degrees tells us that the radiation must have come from regions that are opaque to microwaves	Це мікрохвильове випромінювання не дуже підходить для розморожування замороженої піци, але той факт, що спектр дуже точно відповідає спектру випромінювання тіла при температурі 2/7 градусів, говорить нам, що випромінювання, мабуть, надходило з областей, непрозорих для мікрохвиль.
89.	The idea that the universe does not have a unique observer-independent history might seem to conflict with certain facts we know. There might be one history in which the moon is made of Roquefort cheese	Ідея про те, що Всесвіт не має унікальної історії, незалежної від спостерігача, може суперечити певним відомим нам фактам. Можливо, існує одна історія, в якій місяць виготовляють із сиру Рокфор
90.	If we ever run into beings from other planets, they will probably have the ability to «see» radiation at whatever wavelengths their own sun emits most strongly	Якщо ми коли-небудь зустрінемо істот з інших планет, вони, ймовірно, зможуть «бачити» випромінювання на будь-якій довжині хвилі, яку їхнє власне сонце випромінює найсильніше
91.	/.../ So aliens who evolved in the presence of X-rays might have a nice career in airport security	/.../ Тож інопланетяни, які еволюціонували під впливом рентгенівського випромінювання, можуть мати гарну кар'єра в галузі безпеки аеропорту
92.	This model seemed natural because we don't feel the earth moving under our feet (except in earthquakes or moments of	Ця модель здавалася природною, тому що ми не відчуваємо, як земля рухається під нашими ногами (за винятком землетрусів чи моментів пристрасті)

	passion)	
93.	In fact, if you've ever dropped two pebbles into a puddle, you have probably seen interference at work /.../ Other liquids were observed to behave in a similar fashion, except perhaps wine if you've had too much	Насправді, якщо ви коли-небудь кидали два камінчики в калюжу, ви, ймовірно, бачили перешкоди під час роботи /.../ Помічено, що інші рідини ведуть себе подібним чином, за винятком, можливо, вина, якщо ви випили занадто багато
94.	... you could extend your life by constantly flying eastward around the world, though you might get tired of watching all those airline movies	... ви можете продовжити своє життя, постійно літаючи навколо світу на схід, хоча ви можете втомитися дивитися всі ці фільми авіакомпаній
95.	The shortest distance between two points on the earth's surface appears curved when drawn on a flat map – something to keep in mind if you are given a sobriety test	Найкоротша відстань між двома точками на земній поверхні виглядає викривленою, якщо її накреслити на плоскій карті – про що слід пам'ятати, якщо вам дадуть тест на тверезість
96.	... the reason general relativity broke down near the big bang is that it did not incorporate the uncertainty principle, the random element of quantum theory that Einstein had objected to on the grounds that God does not play dice. However, all the evidence is that God is quite a gambler	Причина, чому загальна теорія відносності зламалася поблизу Великого вибуху, полягає в тому, що вона не включала принцип невизначеності, випадковий елемент квантової теорії, проти якого заперечував Ейнштейн на тій підставі, що Бог не грає в кості. Проте всі докази свідчать про те, що Бог дуже азартний гравець
97.	Aristotle, and most of the other Greek philosophers, on the other hand, did not like the idea of a creation because it smacked too much of divine intervention	Аристотелю та більшості інших грецьких філософів, з іншого боку, не подобалася ідея створення, оскільки вона надто смердила божественним втручанням.
98.	... the universe would develop in the same way as its mirror image if, in addition, every particle was swapped with its antiparticle!	... Всесвіт розвивався б так само, як і його дзеркальне відображення, якби, крім того, кожену частинку поміняли місцями на її античастинку!

99.	It turns out to be very difficult to devise a theory to describe the universe all in one go	Виявляється, дуже важко розробити теорію, щоб описати всесвіт за один раз
100.	In the next chapter I will try to increase the order in our neck of the woods a little further by explaining how people are trying to fit together the partial theories I have described to form a complete unified theory that would cover everything in the universe	У наступній главі я спробую ще трохи збільшити порядок у нашій лісовій ділянці, пояснюючи, як люди намагаються поєднати часткові теорії, які я описав, щоб сформувати повну єдину теорію, яка охоплює все у Всесвіті.
101.	It was thought that a similar equation would govern the proton, which was the only other particle known at the time, and that would be the end of theoretical physics. However, the discovery of the neutron and of nuclear forces knocked that one on the head, too	Вважалося, що подібне рівняння буде керувати протоном, який був єдиною іншою частинкою, відомою на той час, і це було б кінцем теоретичної фізики. Однак відкриття нейтрона і ядерних сил збило і цього з голови
102.	The sole remaining task for philosophy is the analysis of language. What a comedown from the great tradition of philosophy from Aristotle to Kant!	Єдиним завданням, що залишилося для філософії, є аналіз мови. Який спадок від великої традиції філософії від Аристотеля до Канта!
103.	... if you look closely at the picture of Kip, you may see a slight fuzziness around the edges. That corresponds to the faint possibility that some bastard from the future came back and killed his grandfather, so he's not really there	... якщо уважно поглянути на картину Кіпа, ви можете побачити невелику нечіткість по краях. Це відповідає слабкій ймовірності того, що якийсь виродок із майбутнього повернувся і вбив його діда, тому його насправді там немає
104.	Albert was not a child prodigy, but claims that he did not do well in school look like an exaggeration.	Альберт не був вундеркіндом, але твердження, що він не встигав у школі, виглядають перебільшенням.
105.	Einstein's propensity to argue and dislike of his superiors prevented him from	Схильність до суперечок і нелюбов до начальства завадили Ейнштейну налагодити стосунки з професорами ЕТН,

	establishing relations with ETH professors, so that none of them offered him the assistantship, which usually began an academic career.	тому ніхто з них не запропонував йому місця помічника, з якого зазвичай починалася академічна кар'єра.
106.	By the end of the 19th century, scientists believed that they had come close to an exhaustive description of the universe.	До кінця XIX століття вчені вважали, що впритул підійшли до вичерпного опису Всесвіту.
107.	Rays of light and radio signals were considered as waves of the ether, just as sound is waves of the density of air.	Промені світла і радіосигнали розглядалися як хвилі ефіру, подібно до того як звук є хвилями щільності повітря.
108.	However, the planners forgot that the red-brown brick used in the construction of the laboratory, and most of the other buildings at Harvard, contains a significant amount of iron.	Проте проектувальники забули, що червоно-коричнева цегла, яка використовувалася при зведенні лабораторії, та й більшості інших будівель Гарварду, містить значну кількість заліза.
109.	The building is still in use today, but Harvard still does not know how much weight the library's floors can withstand without iron nails.	Будівля служить до цього дня, але в Гарварді так і не знають, яку вагу зможуть витримати перекриття бібліотеки, що не містять залізних цвяхів.
110.	By the end of the century, the concept of an all-pervading ether began to run into difficulties.	До кінця століття концепція всепроникного ефіру почала стикатися з труднощами.
111.	It was expected that light should travel through the ether at a fixed speed, but if you yourself are moving through the ether in the same direction as the light, the speed of light should appear slower, and if you are moving in the opposite direction, the speed of light will appear faster	Очікувалося, що світло поширюється по ефіру з фіксованою швидкістю, але якщо ви самі рухаєтеся крізь ефір у тому ж напрямку, що і світло, швидкість світла повинна здаватися меншою, а якщо ви рухаєтеся в протилежному напрямку, швидкість світла виявиться більшою.
112.	They compared the speed of light in two beams traveling at right angles to each other.	Вони порівняли швидкість світла у двох променях, що йдуть під прямим кутом один до одного.
113.	Since the Earth rotates around its axis and revolves around the	Оскільки Земля обертається навколо своєї осі і обертається навколо Сонця,

	Sun, the speed and direction of movement of the equipment through the ether changes.	швидкість та напрямок руху апаратури крізь ефір змінюється
114.	It turned out that the light always moves relative to you at the same speed, no matter how fast and in what direction you yourself are moving.	Виходило, ніби світло завжди рухається щодо вас з тією ж швидкістю, незалежно від того, як швидко і в якому напрямку рухаєтеся ви самі
115.	Based on the Michelson-Morley experiment, the Irish physicist George Fitzgerald and the Dutch physicist Hendrik Lorenz proposed that bodies moving through the ether should contract and clocks should slow down.	Грунтуючись на експерименті Майкельсона – Морлі, ірландський фізик Джордж Фітцджералд і голландський фізик Хендрік Лоренц припустили, що тіла, що рухаються крізь ефір, повинні стискатися, а годинник – сповільнюватися.
116.	This contraction and slowdown is such that people will always get the same speed of light when measured, no matter how they move relative to the ether.	Це стиснення та уповільнення такі, що люди завжди будуть отримувати при вимірах однакову швидкість світла незалежно від того, як вони рухаються щодо ефіру.
117.	Instead, he started with the postulate that the laws of physics should be the same for all freely moving observers.	Натомість він почав з постулату, що закони фізики повинні бути однаковими для всіх спостерігачів, що вільно рухаються.
118.	In particular, all of them, when measuring the speed of light, should receive the same value, no matter how fast they themselves move.	Зокрема, всі вони, вимірюючи швидкість світла, повинні отримувати ту саму величину, з якою б швидкістю не рухалися самі.
119.	The speed of light is independent of their movements and is the same in all directions.	Швидкість світла незалежна від своїх рухів і однакова у всіх напрямках.
120.	In the Michelson-Mor interferometer, the source light was split into two beams by a semitransparent mirror.	В інтерферометрі Майкельсона — Моря та світло джерела розщеплювалося на два промені напівпрозорим дзеркалом.
121.	The rays moved perpendicular to each other, and then united again, falling on a translucent mirror.	Промені рухалися перпендикулярно один одному, а потім об'єднувалися знову, потрапляючи на напівпрозоре дзеркало.
122.	The difference in the speed of light rays moving in two	Різниця в швидкості променів світла, що рухаються у двох напрямках, могла б

	directions could lead to the fact that the crests of the waves of one beam would arrive simultaneously with the troughs of the waves of the other and cancel each other out.	призвести до того, що гребені хвиль одного променя прийшли б одночасно з западинами хвиль іншого та взаємно погасили один одного.
123.	The time of two people will coincide only if they are at rest relative to each other, but not if they are moving.	Час двох людей буде збігатися, тільки якщо вони перебувають у спокої один щодо одного, але не в тому випадку, якщо вони рухаються.
124.	From this we can conclude that, wanting to prolong one's life, one must constantly fly east so that the speed of the aircraft is added to the speed of the Earth's rotation.	Звідси можна дійти невітійного висновку, що, бажаючи продовжити своє життя, треба постійно летіти Схід, щоб швидкість літака додавалася до швидкості обертання Землі.
125.	However, the gain will be only a fraction of a second and will be completely negated by the quality of food fed to airline passengers.	Проте виграш становитиме лише частки секунди і буде повністю зведений нанівець якістю їжі, якою годують пасажирів авіакомпанії.
126.	According to the theory of relativity, each observer has his own measure of time. This can lead to the so-called twin paradox.	Відповідно до теорії відносності кожен спостерігач має свій час. Це може призводити до так званого феномена близнюків.
127.	One of the twins (a) goes on a space trip, during which he moves at near-light speed (c), while his brother (b) remains on Earth. Because of the movement in the spacecraft, time passes more slowly for the traveler (a) than for his twin (b) on Earth. Therefore, upon returning, the space traveler (a2) will find that his brother (b2) has aged more than himself.	Один з близнюків (a) відправляється в космічну подорож, в ході якої рухається з навколосвітньою швидкістю (c), а його брат (b) залишається на Землі. Через рух у космічному кораблі час для мандрівника (a) йде повільніше, ніж його близнюка (b) Землі. Тому, повернувшись, космічний мандрівник (a2) виявить, що його брат (b2) постарів більше, ніж він сам.
128.	The spacecraft flies past the Earth at a speed equal to four-fifths of the speed of light.	Космічний корабель пролітає повз Землю зі швидкістю, що дорівнює чотирьом п'ятим від швидкості світла.
129.	A pulse of light is emitted at one end of the cabin and	Імпульс світла випромінюється у одному кінці кабіни і відбивається у іншому (a).

	reflected back at the other (a).	
130.	The light is monitored by people on Earth and on the ship.	За світлом стежать люди на Землі та на кораблі.
131.	Due to the motion of the spacecraft, they will diverge in estimating the path traveled by the light (b).	Через рух космічного корабля вони розійдуться в оцінці шляху, пройденого світлом (b).
132.	They must also disagree on the time taken by light to travel back and forth, since, according to Einstein's postulate, the speed of light is constant for all freely moving observers.	Вони також повинні розійтися в оцінці часу, який світло захопило на рух туди і назад, оскільки згідно з постулатом Ейнштейна швидкість світла постійна для всіх спостерігачів, що вільно рухаються.
133.	A very important consequence of the theory of relativity was the relationship between mass and energy.	Дуже важливим наслідком теорії відносності став зв'язок між масою та енергією.
134.	Einstein's postulate that the speed of light must be the same for everyone implies the impossibility of moving faster than light.	З постулату Ейнштейна у тому, що швидкість світла має бути однаковою всім, випливає неможливість рухатися швидше, ніж світло.
135.	If you use energy to accelerate an object, be it an elementary particle or a spaceship, its mass will increase, making further acceleration more and more difficult.	Розігнати частинку до швидкості світла буде неможливо, оскільки на це буде потрібно безліч енергії.
136.	It will be impossible to accelerate a particle to the speed of light, since this will require an infinite amount of energy.	Якщо використовувати енергію для прискорення якогось об'єкта, чи це елементарна частка або космічний корабель, його маса зростатиме, роблячи подальше прискорення дедалі складнішим.
137.	In 1939, as the prospect of a new world war became clear, a group of scientists who understood its consequences persuaded Einstein to overcome his pacifist doubts and lend their authority to President Roosevelt's call for the United States to initiate a nuclear	У 1939 р., коли стала очевидною перспектива нової світової війни, група вчених, які розуміли її наслідки, переконали Ейнштейна подолати пацифістські сумніви та підтримати своїм авторитетом звернення до президента Рузвельта із закликом до Сполучених Штатів розпочати програму ядерних досліджень.

	research program.	
138.	This led to the Manhattan Project and eventually the bombs that exploded over Hiroshima and Nagasaki in 1945.	Це призвело до появи Манхеттенського проекту і, в кінцевому рахунку, бомб, які вибухнули над Хіросимою і Нагасакі в 1945 р.
139.	Some people blame the atomic bomb on Einstein for discovering the relation between mass and energy, but Newton might as well be blamed for plane crashes because he discovered gravity.	Деякі люди звинувачують за атомну бомбу Ейнштейна, оскільки він відкрив співвідношення між масою та енергією, але з тим самим успіхом можна звинувачувати Ньютона в катастрофі літаків, оскільки він відкрив гравітацію.
140.	Einstein himself took no part in the Manhattan Project and was horrified by the bombing.	Сам Ейнштейн не брав жодної участі в Манхеттенському проекті і жахнувся від бомбардування.
141.	Nuclei are made up of protons and neutrons, which are held together by strong forces.	Ядра складаються з протонів та нейтронів, які утримуються разом сильною взаємодією.
142.	But the mass of the nucleus is always less than the total mass of protons and neutrons of which it consists.	Але маса ядра завжди менша від сумарної маси протонів і нейтронів, з яких воно складається.
143.	The difference serves as a measure of the nuclear binding energy that holds the particles in the nucleus.	Різниця є мірою ядерної енергії зв'язку, яка утримує частинки в ядрі.
144.	The binding energy can be calculated using Einstein's formula Δmc^2 , where Δm is the difference between the mass of the nucleus and the sum of the masses of the particles included in it – the speed of light.	Енергію зв'язку можна обчислити за формулою Ейнштейна mc^2 , де m — різниця між масою ядра і сумою мас частинку, що входять до нього, — швидкість світла.
145.	It is the release of this potential energy that generates the destructive power of nuclear devices.	Саме виділення цієї потенційної енергії породжує руйнівну силу ядерних пристроїв.
146.	Einstein later married his	Ейнштейн пізніше одружився зі своєю

	cousin Elsa, who lived in Berlin.	кузиною Ельзою, яка жила в Берліні.
147.	However, throughout the years of the First World War, he remained free from family ties, which may be why this period of his life turned out to be so fruitful for science.	Проте всі роки Першої світової війни він залишався вільним від сімейних зв'язків, через що, можливо, цей період його життя виявився таким плідним для науки.
148.	Although the theory of relativity is fully consistent with the laws that govern electricity and magnetism, it is incompatible with Newton's law of gravity.	Хоча теорія відносності повністю відповідає законам, які керують електрикою та магнетизмом, вона несумісна з ньютонівським законом тяжіння.
149.	This latter says that if you change the distribution of matter in one place in space, then changes in the gravitational field will instantly appear everywhere in the universe.	Цей останній говорить, що якщо змінити розподіл речовини в одному місці простору, то зміни гравітаційного поля миттєво виявляться усюди у Всесвіті.
150.	This not only means the ability to transmit signals at superluminal speeds (which is forbidden by the theory of relativity), but – to give meaning to the concept of "instantaneously" – it also requires the existence of absolute or universal time, which the theory of relativity abandoned in favor of individual time.	Це не тільки означає можливість передавати сигнали з надсвітловою швидкістю (що заборонено теорією відносності), але для надання сенсу поняття «миттєво» вимагає також існування абсолютного або універсального часу, від якого теорія відносності відмовилася на користь індивідуального часу.
151.	But by the time he returned to Zurich in 1912, Einstein had already formed the understanding that the equivalence should work if spacetime turned out to be curved, and not flat, as was believed in the past.	Але на час повернення в Цюріх в 1912 р. в голові Ейнштейна вже склалося розуміння, що еквівалентність повинна працювати, якщо простір-час виявиться викривленим, а не плоским, як вважалося в минулому.
152.	The idea was that mass and energy would bend space-time,	Ідея полягала в тому, що маса і енергія повинні вигинати простір-час, але як

	but how exactly was yet to be determined.	саме це ще потрібно було визначити.
153.	Objects like apples or planets should tend to move in straight lines through space-time, but their paths appear to be curved by the gravitational field because space-time itself is curved.	Такі об'єкти, як яблука або планети, повинні прагнути до того, щоб рухатися крізь простір-час прямими лініями, але їх шляхи виглядають викривленими гравітаційним полем, тому що викривлено сам простір-час
154.	Acceleration and gravity can only be equivalent if a massive body bends spacetime, thereby bending the trajectories of objects in its vicinity.	Прискорення і гравітація можуть бути еквівалентними, тільки якщо масивне тіло викривляє простір-час, тим самим вигинаючи траєкторії об'єктів у своїй околиці.
155.	With the help of his friend Marcel Grossmann, Einstein studied the theory of curved spaces and surfaces, which had been developed earlier by Georg Friedrich Riemann.	За допомогою свого друга Марселя Гроссмана Ейнштейн вивчив теорію викривлених просторів та поверхонь, розроблену раніше Георгом Фрідріхом Ріманом.
156.	But Riemann thought only of curved space.	Але Ріман думав лише про викривлений простір.
157.	Einstein realized that space-time is curved.	Ейнштейн зрозумів, що викривляється простір-час.
158.	In 1913, Einstein and Grossman jointly wrote a paper in which they put forward the idea that the force we think of as gravity is just a manifestation of the fact that spacetime is curved.	У 1913 р. Ейнштейн і Гроссман спільно написали статтю, в якій висунули ідею, що сила, про яку ми думаємо як про гравітацію, – це лише вияв того, що простір-час викривлено.
159.	Einstein continued to work on the problem in Berlin, where he was untroubled by household chores and largely untouched by the war, and finally found the correct equations in November 1915.	Ейнштейн продовжив працювати над проблемою в Берліні, де його не турбували домашні справи і практично не торкнулася війна, і в результаті знайшов правильні рівняння у листопаді 1915 р.
160.	During a trip to the University of Göttingen in the summer of 1915, he discussed his ideas with the mathematician David Hilbert, and he independently	Під час поїздки до Геттінгенського університету влітку 1915 р. він обговорив свої ідеї з математиком Давидом Гіль і той незалежно вивів ті самі рівняння на кілька днів раніше Ейнштейна.

	derived the same equations a few days ahead of Einstein.	
161.	Nevertheless, Hilbert himself admitted that the honor of creating a new theory belongs to Einstein.	Проте сам Гільберт визнавав, що честь створення нової теорії належить Ейнштейну.
162.	It was the idea of the latter – to connect gravity with the curvature of space-time.	Це була ідея останнього — пов'язати гравітацію зі скривленням простору-часу.
163.	And we must pay tribute to the civilization of the then German state, for the fact that scientific discussions and the exchange of ideas could continue without interference even in wartime.	І треба віддати належне цивілізованості тодішньої німецької держави, за те, що наукові дискусії та обмін ідеями могли без перешкод продовжуватися навіть у воєнний час.
164.	What a contrast with the era of Nazism, which came twenty years later!	Який контраст із епохою нацизму, яка настала двадцятьма роками пізніше!
165.	The new theory of curved spacetime was called general relativity to distinguish it from the original theory, which did not include gravity and is now known as special relativity.	Нова теорія викривленого простору-часу отримала назву загальної теорії відносності, щоб відрізнити її від початкової теорії, яка не включала гравітацію і нині відома як спеціальна теорія відносності.
166.	It received a very spectacular confirmation in 1919, when a British expedition observed in West Africa a slight bending of the light of a star passing near the Sun during an eclipse.	Вона отримала дуже ефектне підтвердження у 1919 р., коли британська експедиція спостерігала у Західній Африці незначне згинання світла зірки, що проходить поблизу Сонця під час затемнення.
167.	This was direct evidence that space and time are curved and spurred the most profound rethinking of the universe we live in since Euclid wrote his Elements around 300 CE. e.	Це було прямим доказом того, що простір і час викривляються, і стимулювало найглибший перегляд уявлень про Всесвіт, в якому ми живемо, відколи Евклід написав свої «Початки» близько 300 р. н. е.
168.	Einstein's general theory of relativity transformed space and time from a passive background against which events unfold into active participants in dynamic processes in the universe.	Загальна теорія відносності Ейнштейна перетворила простір і час із пасивного фону, на якому розгортаються події, на активних учасників динамічних процесів у Всесвіті.

169.	And from here grew a great task that remains at the forefront of 21st century physics.	І звідси виросло велике завдання, яке залишається на передньому краї фізики XXI століття.
170.	The universe is filled with matter, and this matter bends space-time in such a way that bodies fall on top of each other.	Всесвіт заповнений матерією, і ця матерія викривляє простір-час таким чином, що тіла падають одне на одного.
171.	Einstein discovered that his equations did not have a solution that would describe a static, timeless universe.	Ейнштейн виявив, що його рівняння не мають рішення, яке описувало б статичну, незмінну в часі Всесвіт.
172.	Rather than abandon the kind of eternal universe that he believed along with most other people, Einstein tweaked his equations to include a term called the cosmological constant, which warped space in the opposite way so that bodies would fly apart.	Замість того, щоб відмовитися від такого вічного Всесвіту, в який він вірив поряд з більшістю інших людей, Ейнштейн підправив свої рівняння, додавши в них член, названий космологічною постійною, яка викривляла простір протилежним чином, так щоб тіла розліталися.
173.	The repulsive effect of the cosmological constant could balance the effect of the attraction of matter, thereby allowing a static solution for the universe.	Відштовхуючий ефект космологічної постійної міг збалансувати ефект тяжіння матерії, цим дозволяючи отримати статичне рішення для Всесвіту.
174.	These observations found that the farther away another galaxy is, the faster it is moving away from us.	Ці спостереження виявили, що чим далі інша галактика, тим швидше вона від нас віддаляється.
175.	The universe is expanding in such a way that the distance between any two galaxies is constantly increasing over time.	Всесвіт розширюється таким чином, що відстань між будь-якими двома галактиками поступово збільшується.
176.	This discovery made unnecessary the cosmological constant introduced to provide a static solution for the universe.	Це відкриття зробило непотрібною космологічну постійну, запроваджену, щоб забезпечувати статичне рішення для Всесвіту.
177.	Einstein later called the cosmological constant the biggest mistake of his life.	Пізніше Ейнштейн називав космологічну постійну найбільшу помилку у своєму житті.
178.	The general theory of relativity	Загальна теорія відносності докорінно

	has radically changed the content of discussions about the origin and fate of the universe.	змінити зміст дискусій про походження і долю Всесвіту.
179.	A static universe can exist forever or be created in its current form some time ago.	Статичний всесвіт може існувати вічно або бути створений у своєму нинішньому вигляді деякий час тому.
180.	However, if the galaxies are now moving apart, this means that they must have been closer in the past.	Однак, якщо галактики зараз роздаляються, це означає, що в минулому вони повинні були бути ближче.
181.	About 15 billion years ago they were literally sitting on top of each other and the density was very high.	Близько 15 мільярдів років тому вони буквально сиділи один на одному, і їх щільність була дуже високою.
182.	It was the state of the “primordial atom,” as the Catholic priest Georges Aemeter called it, the first to study the birth of the universe, which we now call the Big Bang.	Це був стан «первинного атома», як назвав його католицький священник Жорж Еметр, який першим досліджував народження Всесвіту, який ми зараз називаємо Великим Вибухом.
183.	Einstein apparently never took the Big Bang seriously.	Ейнштейн, очевидно, ніколи не сприймав Великий вибух серйозно.
184.	He seemed to think that the simple model of the uniform expansion of the universe would break down if one tried to trace the movements of galaxies backwards in time, and that the small lateral velocities of the galaxies would prevent them from colliding.	Здавалося, він думав, що проста модель рівномірного розширення Всесвіту зруйнується, якщо спробувати простежити рух галактик назад у часі, і що невеликі бічні швидкості галактик завадять їм зіткнутися.
185.	So Einstein's theory does indeed predict that time has a beginning, although he never liked the idea himself.	Отже, теорія Ейнштейна дійсно передбачає, що час має початок, хоча самому йому ніколи не подобалася ця ідея.
186.	Einstein was even less willing to acknowledge the prediction	Ейнштейн був ще менш готовий визнати передбачення загальної теорії відносності

	of general relativity that for massive stars, time must stop running when their life ends and they can no longer generate enough heat to contain their own gravitational force that tends to shrink them.	про те, що для масивних зірок час повинен припинитися, коли закінчиться їхнє життя, і вони більше не можуть виробляти достатньо тепла, щоб утримувати власну силу тяжіння, яка має тенденцію їх стискати.
187.	Einstein believed that such stars should come to an equilibrium final state, but we now know that there is no such end state for stars twice the mass of the Sun.	Ейнштейн вважав, що такі зірки повинні прийти до рівноважного кінцевого стану, але тепер ми знаємо, що такого кінцевого стану не існує для зірок, маса яких вдвічі перевищує масу Сонця.
188.	Such stars will shrink until they become black holes, regions of space-time so warped that light cannot escape.	Такі зірки зменшаться, доки не стануть чорними дірами, областями простору-часу, настільки деформованими, що світло не може втекти.
189.	When a massive star runs out of its nuclear fuel, it loses heat and contracts.	Коли потужна зірка вичерпує свої запаси ядерного палива, вона втрачає тепло і стискається.
190.	The curvature of space-time becomes so strong that a black hole is created from which light cannot escape.	Викривлення простору-часу стає настільки сильним, що виникає чорна дірка, з якої світло не може вирватися.
191.	Inside a black hole, the end of time comes.	Усередині чорної діри настає кінець часу.
192.	The reason general relativity stops working at the moment of the Big Bang is because it is incompatible with quantum theory, another great revolutionary concept of the 20th century.	Причина, через яку загальна теорія відносності перестає працювати на момент Великого вибуху, полягає у її несумісності з квантовою теорією, іншою великою революційною концепцією ХХ століття.
193.	The first step towards quantum theory was made in 1900, when Max Planck discovered in Berlin that the glow of a red-hot body can be explained if light is emitted and absorbed only in discrete portions – quanta.	Перший крок у бік квантової теорії було зроблено в 1900 р., коли Макс Планк у Берліні відкрив, що світіння розігрітого докрасна тіла вдається пояснити, якщо світло випромінюється і поглинається лише дискретними порціями — квантами.
194.	Tiny particles have lost a certain position and speed.	Крихітні частинки позбулися певного становища та швидкості.
195.	The more accurately we	Чим точніше ми визначимо положення

	determine the position of a particle, the less accurately we can measure its speed, and vice versa.	частинки, тим менш точно ми зможемо виміряти її швидкість, і навпаки.
196.	Einstein was horrified by this randomness and unpredictability in fundamental laws and never fully accepted quantum mechanics.	Ейнштейн був у жаху від цієї випадковості та непередбачуваності у фундаментальних законах і так ніколи повністю і не прийняв квантової механіки.
197.	His feelings found expression in the famous saying: "God does not play dice."	Його почуття знайшли вираз у знаменитому вислові: "Бог не грає в кістки".
198.	Meanwhile, most other scientists agreed with the correctness of the new quantum laws, which were in excellent agreement with observations and provided explanations for a number of previously inexplicable phenomena.	Тим часом більшість інших учених погодилися з коректністю нових квантових законів, які чудово узгоджувалися зі спостереженнями і давали пояснення цілої низки раніше незрозумілих явищ.
199.	These laws underlie modern advances in chemistry, molecular biology, and electronics, technologies that have transformed the world over the past half century.	Ці закони лежать в основі сучасних досягнень хімії, молекулярної біології та електроніки – технологій, які перетворили світ за останні півстоліття.
200.	Many German scientists were Jewish by nationality, and the Nazis launched a campaign against "Jewish science," which, among other reasons, prevented Germany from building the atomic bomb.	Багато німецьких учених були євреями за національністю, а нацисти розпочали кампанію проти «єврейської науки», що серед інших причин завадило Німеччині створити атомну бомбу.
201.	Einstein and his theory of relativity became the main targets of this campaign.	Ейнштейн та його теорія відносності стали основними мішенями цієї кампанії.
202.	Over the past century, the world has changed much more than in all previous centuries.	За останнє століття світ змінився набагато сильніше, ніж за всі попередні століття.
203.	The reason for this was not new political or economic doctrines, but the advances in technology made possible by the progress of the fundamental sciences.	Причиною цього стали не нові політичні чи економічні доктрини, а досягнення технології, які стали можливими завдяки прогресу фундаментальних наук.

204.	And who better to symbolize this progress than Albert Einstein?	І хто може краще символізувати цей прогрес, ніж Альберт Ейнштейн?
205.	What is time?	Що таке час?
206.	Is it the ever-rolling stream that washes away all our dreams, as the old psalm says?	Чи той потік, що вічно котиться, що змиває всі наші мрії, як мовиться в старовинному псалмі?
207.	Or is it a railroad track? Perhaps it has loops and rings, so that you can keep moving forward and return to the station that you have already passed.	Чи це колія залізниці? Можливо, у неї є петлі та кільця, так що ви можете, продовжуючи рух уперед, повернутися до станції, яку вже минули
208.	Charles Lamb wrote in the 19th century: "Nothing puzzles me so much as time and space.	Чарльз Лемб у ХІХ столітті писав: «Ніщо не бентежить мене так, як час і простір.
209.	And nothing worries me less than time and space, because I never think about them."	І ніщо не турбує мене менше, ніж час та простір, бо я ніколи не думаю про них».
210.	Most of us hardly ever worry about time and space, whatever they may be; but we all sometimes wonder what time is, where it came from and where it leads us.	Більшість із нас майже ніколи не турбується про час і простір, чим би вони не були; але всі ми іноді замислюємося, що таке час, звідки воно взялося і куди нас веде.
211.	Any reasonable scientific theory, whether it concerns time or any other subject, must, in my opinion, be based on the most workable philosophy of science, the positivist approach that was developed by Karl Popper and others.	Будь-яка розумна наукова теорія, чи стосується вона часу чи іншого предмета, повинна, на мою думку, ґрунтуватися на найбільш працездатній філософії науки — позитивістському підході, розробленому Карлом Поппером та іншими.
212.	According to this way of thinking, a scientific theory is a mathematical model that describes and systematizes our observations.	Відповідно до цього способу думки наукова теорія – це математична модель, яка описує і систематизує вироблені нами спостереження.
213.	A good theory describes a wide range of phenomena on the basis of a few simple postulates and makes clear, testable predictions.	Хороша теорія визначає широке коло явищ з урахуванням кількох простих постулатів і дає ясні передбачення, які можна перевірити.
214.	If the predictions agree with the	Якщо прогнози узгоджуються зі

	observations, the theory will stand the test, although it can never be proven correct.	спостереженнями, теорія витримує випробування, хоча ніколи не можна буде довести її правильність.
215.	On the other hand, if the observations do not match the predictions, one will either have to discard or modify the theory.	З іншого боку, якщо спостереження не відповідають пророцтв, доведеться або відкинути, або модифікувати теорію.
216.	In the Newtonian model, time and space were the background against which events unfolded, but which they did not touch.	У ньютонівській моделі час і простір були тим фоном, на якому події розгорталися, але вони не зачіпали.
217.	Time was separated from space and was seen as a single line, a railway track, endless in both directions.	Час був відокремлений від простору і розглядався як єдина лінія, залізнична колія, нескінченна в обох напрямках
218.	Time itself was considered eternal in the sense that it existed and will always exist.	Саме час вважалося вічним у тому сенсі, що воно існувало і існуватиме завжди.
219.	In contrast, most people believed that the physical world was created in a more or less modern form only a few thousand years ago.	На противагу цьому більшість людей вважали, що фізичний світ був створений у більш менш сучасному вигляді лише кілька тисяч років тому.
220.	This worried philosophers such as the German thinker Immanuel Kant.	Це турбувало філософів, таких як німецький мислитель Іммануїл Кант.
221.	If the universe was really created, then why did you have to wait an eternity before it was created?	Якщо Всесвіт справді створений, то навіщо треба було чекати цілу вічність перед її створенням?
222.	On the other hand, if the universe exists forever, then why hasn't everything that should happen happened yet, in other words, why hasn't history ended yet?	З іншого боку, якщо Всесвіт існує вічно, то чому все, що має статися, ще не сталося, інакше кажучи, чому історія ще не закінчилася?
223.	And in particular, why has the universe not yet reached thermodynamic equilibrium with the same temperature everywhere?	І зокрема, чому Всесвіт ще не досяг термодинамічної рівноваги з однаковою температурою?
224.	Kant called this problem "the antinomy of pure reason" because it seemed to him a	Кант назвав цю проблему "антиномією чистого розуму", оскільки вона здавалася йому логічним протиріччям; вона мала

	logical contradiction; she had no solution.	рішення.
225.	But this was a contradiction only in the context of the Newtonian mathematical model, in which time was an infinite line, independent of what happens in the universe.	Але це було протиріччям лише в контексті ньютонівської математичної моделі, в якій час був нескінченною лінією, що не залежить від того, що трапляється у Всесвіті.
226.	General relativity combines the time dimension with the three dimensions of space to form what we call spacetime.	Загальна теорія відносності поєднує тимчасовий вимір з трьома вимірами простору та утворює те, що ми називаємо простором-часом.
227.	The theory incorporates the action of gravity, stating that the matter and energy that fills the universe warps and warps space-time so that it is no longer flat.	Теорія включає дію гравітації, стверджуючи, що наповнюють Всесвіт речовина і енергія викривляють і деформують простір-час так, що він перестає бути плоским.
228.	Objects in spacetime tend to move in straight lines, but since it is itself curved, their paths appear curved.	Об'єкти в просторі-часі прагнуть рухатися прямими лініями, але оскільки воно саме викривлене, їх шляхи виглядають вигнутими.
229.	They move as if a gravitational field acts on them.	Вони рухаються так, начебто на них діє гравітаційне поле.
230.	This analogy is incomplete, since only a two-dimensional section of space (the surface of a rubber sheet) is curved in it, while time remains completely unaffected, as in Newtonian mechanics.	Ця аналогія неповна, оскільки в ній викривляється тільки двовимірне переріз простору (поверхня гумового листа), а час залишається зовсім незачепленим, як у ньютонівській механіці.
231.	Nevertheless, in the theory of relativity, which is consistent with a large number of experiments, time and space are inextricably linked with each other.	Проте теоретично відносності, що узгоджується з великою кількістю експериментів, час і простір нерозривно пов'язані один з одним.
232.	It is impossible to achieve the curvature of space without also involving time.	Не можна домогтися викривлення простору, не залучаючи також час.
233.	It turns out that time has a form. Thanks to curvature, space and time in the general theory of relativity are transformed from	Виходить, що час має форму. Завдяки викривленням простір та час у загальній теорії відносності перетворюються з пасивного фону, на якому розвиваються

	a passive background against which events develop into dynamic participants in what is happening.	події, на динамічних учасників того, що відбувається.
234.	In Newton's theory, where time exists independently of everything else, one might ask: what did God do before He created the universe?	Теоретично Ньютона, де час існує незалежно від решти, можна запитати: що робив Бог доти, як Він створив Всесвіт?
235.	On the one hand, in the general theory of relativity, time and space do not exist independently of the Universe and from each other.	З одного боку, у загальній теорії відносності час і простір не існують незалежно від Всесвіту і один від одного.
236.	They are determined by measurements made within the universe, such as the number of vibrations of a quartz crystal in hours or the length of a ruler.	Вони визначаються за допомогою вимірювань, що виконуються всередині Всесвіту, наприклад, за кількістю коливань кварцового кристала в годиннику або за довжиною лінійки.
237.	And it is quite clear that since time is defined in this way within the Universe, then it must have a minimum and maximum readings, in other words, a beginning and an end.	І цілком ясно, що якщо час визначено подібним чином усередині Всесвіту, то в нього мають бути мінімальний і максимальний відліки, іншими словами, початок і кінець.
238.	It doesn't make any sense to ask what happened before the beginning or after the end, since no such points in time can be specified.	Немає сенсу запитувати, що сталося на початок чи після кінця, оскільки не можна вказати таких моментів часу.
239.	It seems important to understand whether the mathematical model of general relativity really predicts that the universe and time itself must have a beginning and an end.	Очевидно, важливо зрозуміти, чи справді математична модель загальної теорії відносності передбачає, що Всесвіт і час повинні мати початок і кінець.
240.	A common prejudice among theoretical physicists, including Einstein, was that time must be infinite in both directions.	Загальне для фізиків-теоретиків, включаючи Ейнштейна, упередження полягало в тому, що час має бути нескінченним в обох напрямках.

241.	On the other hand, there were uncomfortable questions about the creation of the world, which, as it seemed, were outside the competence of science.	З іншого боку, були незручні питання створення світу, які, здавалося, перебувають поза компетенції науки.
242.	Such solutions of Einstein's equations, in which time had a beginning or an end, were known, but they were obtained in very special highly symmetric special cases.	Такі рішення рівнянь Ейнштейна, у яких час мав початок чи кінець, були відомі, але вони виходили в дуже спеціальних високосиметричних окремих випадках.
243.	It was believed that for a real body collapsing under the influence of its own gravity, pressure and lateral velocities should prevent the fall of all matter to one point, at which the density increases to infinity.	Вважалося, що для реального тіла, що колапсує під дією власної гравітації, тиск і бічні швидкості повинні запобігти падінню всієї речовини в одну точку, в якій щільність зростає до нескінченності.
244.	Similarly, if one traces the expansion of the universe back in time, it might turn out that matter was not ejected at all from one point of infinite density, called a singularity, which can serve as the beginning or end of time.	Аналогічно, якщо простежити назад у часі розширення Всесвіту, могло виявитися, що матерія зовсім не була викинута з однієї точки з нескінченною щільністю, яка називається сингулярністю, яка може бути початком або кінцем часу.
245.	The probability that the solution representing our universe had such a special distribution was practically zero.	Імовірність того, що рішення, яке представляє наш Всесвіт, має такий спеціальний розподіл, була практично нульовою.
246.	Almost all solutions that can fit our universe must do without a singularity with infinite density.	Майже всі рішення, які можуть відповідати нашому Всесвіту, повинні обходитися без сингулярності з нескінченною щільністю.
247.	The era during which the universe is expanding must have been preceded by a contraction phase, during which matter fell on itself but avoided collision, scattering again in the current expansion phase.	Ері, протягом якої Всесвіт розширюється, мала передувати фаза стиснення, під час якої речовина падала сама на себе, але уникало зіткнення, розлітаючись знову в сучасній фазі розширення.
248.	If this were the case, then time could go on forever, from an	Якби все було саме так, то час міг би тривати вічно — від нескінченного

	infinite past to an infinite future.	минулого до нескінченного майбутнього.
249.	When we look at distant galaxies, we see the universe as it was in the past, because light travels at a finite speed.	Коли ми дивимося на далекі галактики, то бачимо Всесвіт такий, яким він був у минулому, оскільки світло поширюється з кінцевою швидкістю.
250.	If we think of time as the vertical axis and the two space dimensions as the horizontal axes, then the light that is now reaching us at the top is moving towards us along the surface of the cone.	Якщо ми представимо час вертикальною віссю, а два просторові виміри – горизонтальними осями, то світло, яке зараз досягає нас у верхній точці, рухається до нас по поверхні конуса.
251.	As we move into the past, from the top down the cone, we see galaxies at an earlier and earlier time.	У міру руху в минуле, від вершини вниз по конусу, ми бачимо галактики у все більш ранній час.
252.	As the universe expands and objects get much closer together, our gaze passes through regions of ever-increasing density of matter.	Оскільки Всесвіт розширюється і всі об'єкти стають набагато ближчими один до одного, наш погляд проходить через області з дедалі більшою щільністю матерії.
253.	We are seeing a faint background of microwave radiation that comes to us along the light cone of the past from a much earlier time, when the Universe was much denser and hotter than it is now.	Ми спостерігаємо слабе тло мікрохвильового випромінювання, яке приходить до нас вздовж світлового конуса минулого з набагато більш раннього часу, коли Всесвіт був значно щільнішим і гарячішим, ніж зараз.
254.	The spectrum of cosmic microwave radiation, that is, the distribution of its intensity over frequencies, is characteristic of a heated body.	Спектр космічного мікрохвильового випромінювання, тобто розподіл інтенсивності за частотами, характерний для нагрітого тіла.
255.	In order for radiation to reach thermal equilibrium, it must be repeatedly scattered by matter.	Щоб випромінювання прийшло в теплову рівновагу, воно має багаторазово розсіюватись на речовині.
256.	This indicates that there must have been enough matter in our past light cone to cause it to contract.	Це вказує на те, що у світловому конусі нашого минулого мало бути достатньо речовини, щоб викликати його стягування.
257.	As we continue along the light cone of our past, we find that the positive energy density of	Наслідуючи далі вздовж світлового конуса нашого минулого, ми виявимо, що позитивна щільність енергії речовини

	matter causes light rays to bend even more towards each other.	змушує промені світла загинатися один до одного ще сильніше.
258.	The cross section of the light cone shrinks to dimension zero in a finite time.	Поперечний переріз світлового конуса стягується до нульового розміру кінцевого часу.
259.	This means that all matter inside the light cone of the past is driven into a region whose boundary shrinks to zero	Це означає, що вся речовина всередині світлового конуса минулого загнана в область, межа якої стягується нанівець.
260.	. Not surprisingly, Penrose and I were able to prove that in the mathematical model of general relativity, time must have a beginning in what we call the Big Bang.	Не дивно, що ми з Пенроуз змогли довести: у математичній моделі загальної теорії відносності час повинен мати початок у вигляді того, що ми називаємо Великим вибухом.
261.	Similar arguments show that time will end when a star or galaxy collapses under its own gravity and forms a black hole.	Аналогічні аргументи показують, що час матиме кінець, коли зірка чи галактика колапсує під дією власного тяжіння та утворює чорну дірку.
262.	We have circumvented Kant's paradox of pure reason by discarding his implicit assumption that time has meaning independently of the universe.	Ми обійшли парадокс чистого розуму Канта, відкинувши його неявне припущення, що час має сенс незалежно від Всесвіту.
263.	This incompatibility plays no role in most of the universe for most of the time, because the scale on which space-time curves is very large, and the scale on which quantum effects are significant is very small.	Ця несумісність не відіграє жодної ролі у більшій частині Всесвіту протягом більшої частини часу, оскільки масштаб, в якому викривляється простір-час, дуже великий, а масштаб, у якому суттєві квантові ефекти, дуже малий.
264.	But near the singularity, these two scales become comparable, and quantum gravitational effects should become significant.	Але поблизу сингулярності ці два масштаби стають порівнянними і квантові гравітаційні ефекти мають ставати суттєвими.
265.	Therefore, in the singularity theorem, Penrose and I actually established that our classical region of space-time is limited from the past and possibly from the future by regions in which the effects of quantum gravity	Тому в теоремі про сингулярність ми з Пенроузом насправді встановили, що наша класична область простору-часу обмежена з боку минулого та, можливо, з боку майбутнього областями, у яких суттєві ефекти квантової гравітації.

	are significant.	
266.	To understand the origin and fate of the universe, we need a quantum theory of gravity, and it will be the subject of much of this book.	Щоб зрозуміти походження та долю Всесвіту, нам потрібна квантова теорія гравітації, і вона буде предметом більшої частини цієї книги.
267.	An important step towards the discovery of quantum theory was the assumption put forward in 1900 by Max Planck that light always exists in the form of small packets, which he called quanta.	Важливим кроком до відкриття квантової теорії стало висунуте у 1900 р. Максом Планком припущення, що світло завжди існує у формі невеликих пакетів, які він назвав квантами.
268.	But although Planck's quantum hypothesis fully explained the observed nature of the radiation of hot bodies, the full scope of its consequences was not realized until the mid-1920s, when the German physicist Werner Heisenberg formulated his famous uncertainty principle.	Але хоча квантова гіпотеза Планка повністю пояснила характер випромінювання гарячих тіл, повний масштаб її наслідків не усвідомлювався до середини 1920-х рр., коли німецький фізик Вернер Гейзенберг сформулював свій знаменитий принцип невизначеності.
269.	He noticed that according to Planck's hypothesis, the more accurately we try to measure the position of a particle, the less accurately we can measure its speed, and vice versa.	Він зауважив, що згідно з гіпотезою Планка чим точніше ми намагаємося виміряти положення частинки, тим менш можемо точно виміряти її швидкість, і навпаки.
270.	More strictly, he showed that the uncertainty of a particle's position, multiplied by the uncertainty of its momentum, must always be greater than Planck's constant, the numerical value of which is closely related to the energy carried by a single quantum of light.	Суворіше, він показав, що невизначеність положення частинки, помножена на невизначеність її імпульсу, завжди повинна бути більшою за постійну Планку, чисельне значення якої тісно пов'язане з енергією, що переноситься одним квантом світла.
271.	In 1865 the British physicist James Clerk Maxwell combined all the known laws of electricity and magnetism.	У 1865 р. британський фізик Джеймс Клерк Максвелл об'єднав усі відомі закони електрики та магнетизму.

272.	Maxwell's theory is based on the existence of "fields" that transmit action from one place to another.	Теорія Максвелла базується на існуванні «полів», які передають дію з одного місця до іншого.
273.	He guessed that the fields that transmit electrical and magnetic disturbances are dynamic entities: they can oscillate and move in space.	Він здогадався, що поля, які передають електричні та магнітні обурення, являють собою динамічні сутності: вони можуть коливатися та переміщатися у просторі.
274.	Maxwell's synthesis of electromagnetism can be expressed with just two equations that describe the dynamics of these fields.	Максвелловський синтез електромагнетизму можна виразити лише двома рівняннями, які описують динаміку цих полів.
275.	He himself deduced the first most important consequence of his equations – that electromagnetic waves of all frequencies propagate in space with the same fixed speed, the speed of light.	Він сам вивів перше найважливіше наслідок своїх рівнянь – те, що електромагнітні хвилі всіх частот поширюються в просторі з однією і тією самою фіксованою швидкістю, зі швидкістю світла.
276.	According to quantum theory, the ground state of a pendulum, i.e., the lowest energy state, is not at all at rest at the lowest energy point straight down.	Згідно з квантовою теорією основний стан маятника, тобто стан із найменшою енергією, — це зовсім не спокій у найнижчій точці в напрямку прямо вниз.
277.	In this case, it would have both a certain position and a certain speed equal to zero.	У разі він мав би одночасно певне становище і певну швидкість, рівну нулю.
278.	This would violate the uncertainty principle, which forbids accurate measurement of position and velocity at the same time.	Це порушувало б принцип невизначеності, який забороняє точне вимір становища і швидкості у той самий час.
279.	The position uncertainty multiplied by the momentum uncertainty must be greater than some value known as Planck's constant – its numerical value is too long to be written here, so we will denote it by the symbol	Невизначеність позиції, помножена на невизначеність імпульсу, має бути більшою за деяке значення, відоме як постійна Планка — її числове значення занадто довге, щоб бути тут записано, тому ми позначимо його символом \hbar .

	\hbar .	
280.	So the ground state of the pendulum, or the state with the lowest energy, has a non-zero energy, contrary to what one might expect.	Невизначеність положення, помножена на невизначеність імпульсу, повинна бути більшою за деяку величину, відому як постійна Планка — її чисельне значення занадто довге, щоб його тут виписувати, тому ми позначатимемо її символом \hbar . Отже, основний стан маятника, або стан із найменшою енергією, має ненульову енергію на противагу тому, що можна було очікувати.
281.	It turns out that even in the ground state, the pendulum, like any oscillatory system, must make the minimum size fluctuations, called zero oscillations.	Виявляється, навіть у основному стані маятник, як і будь-яка коливальна система, повинен здійснювати мінімальний розмір флуктуації, звані нульовими коливаннями.
282.	According to the Heisenberg principle, a pendulum cannot hang pointing straight down and still have zero velocity.	Згідно з принципом Гейзенберга маятник не може висіти, вказуючи строго вниз, і мати при цьому нульову швидкість.
283.	Quantum theory predicts that even at its lowest energy state, it should experience minimal fluctuations.	Квантова теорія передбачає, що навіть у стані найменшої енергії він повинен відчувати мінімальні флуктуації.
284.	This means that the position of the pendulum must be given by a probability distribution.	Це означає, що положення маятника має задаватися розподілом ймовірності.
285.	If it is in its ground state, it is most likely to point straight down, but there is also a chance of finding it at a slight angle to the vertical.	Якщо він знаходиться в основному стані, то з найбільшою ймовірністю буде вказувати прямо вниз, але є можливість виявити його під невеликим кутом до вертикалі.
286.	When fluctuations of the ground state in the Maxwellian field of an electron are taken into account, its apparent mass	При обліку флуктуацій основного стану в максвеллівському полі електрона його видима маса і заряд виявляються нескінченними, що, звичайно, не

	and charge turn out to be infinite, which, of course, does not correspond to observations.	відповідає спостереженням.
287.	However, in the 1940s. physicists Richard Feynman, Julian Schwinger, and Shinichiro Tomonaga have developed a consistent method for eliminating, or "subtracting" these infinities, in order to deal only with finite observable masses and energies.	Однак у 1940-х роках. фізики Річард Фейнман, Джуліан Швінгер і Син'їтіро Томонага розробили узгоджений метод усунення, або «віднімання», цих нескінченностей, щоб мати справу тільки з кінцевими значеннями мас і енергій, що спостерігаються.
288.	Still, fluctuations in the ground state cause small effects that can be measured and confirmed by experiment.	І все ж таки флуктуації основного стану викликають невеликі ефекти, які можна виміряти і які підтверджуються експериментом.
289.	Similar schemes for getting rid of infinities work for Yang-Mills fields in the theory developed by Zhenning Yang and Robert Mills.	Подібні схеми позбавлення від нескінченностей працюють і для полів Янга – Міллса в теорії, яку розробили Чженьнін Янг та Роберт Міллс.
290.	The Yang-Mills theory is an extension of Maxwell's theory that describes the operation of two other forces called the weak and strong nuclear forces.	Теорія Янга – Міллса – це розширення теорії Максвелла, яке описує дію двох інших сил, званих слабким і сильним ядерними взаємодіями.
291.	However, in the case of the quantum theory of gravity, fluctuations in the ground state cause much more serious effects.	Однак у разі квантової теорії гравітації флуктуації основного стану викликають набагато серйозніші ефекти.
292.	Here, too, each wavelength has its own ground state energy.	Тут також кожна довжина хвилі має власну енергію основного стану.
293.	Since there is no limit to how short the wavelengths of a Maxwellian field can be, any region of spacetime contains an infinite number of different waves and an infinite amount of ground state energy.	Оскільки немає обмежень на те, якими короткими можуть бути довжини хвиль максвеллівського поля, то в будь-якій області простору-часу міститься нескінченна кількість різних хвиль і нескінченна кількість енергії основного стану.
294.	And since energy density, like matter, is a source of gravity, this infinite energy density must	А внаслідок того, що щільність енергії, як і речовина, є джерелом гравітації, ця нескінченна щільність енергії повинна

	mean that the universe has enough gravity to collapse spacetime into a single point, which, however, obviously does not happen.	означати, що у Всесвіту достатньо тяжіння, щоб згорнути простір-час в одну точку, чого, однак, очевидно, не відбувається.
295.	One might hope to resolve this apparent contradiction between observations and theory by stating that ground state fluctuations do not affect gravity, but this does not work.	Можна сподіватися вирішити проблему цієї зовнішньої суперечності між спостереженнями та теорією, заявивши, що флуктуації основного стану не впливають на гравітацію, але це не працює.
296.	The fluctuation energy of the ground state can be detected due to the Casimir effect.	Енергію флуктуацій основного стану можна знайти завдяки ефекту Казимира.
297.	If you take a pair of metal plates and place them parallel to each other at a small distance from each other, then the number of waves of different lengths that are placed between the plates will decrease slightly compared to their number outside.	Якщо взяти пару металевих пластин і помістити їх паралельно один одному на невеликій відстані один від одного, то кількість хвиль різної довжини, що поміщаються між пластинами, трохи зменшиться в порівнянні з їх числом зовні.
298.	Another approach to solving the problem under consideration is to try to use a cosmological constant, such as Einstein introduced in an attempt to obtain a stationary universe.	Інший підхід до вирішення проблеми, що розглядається, — спробувати задіяти космологічну постійну, таку як ввів Ейнштейн у спробі отримати стаціонарний Всесвіт.
299.	If this constant has an infinite negative value, it can exactly compensate for the infinite positive value of the ground state energy in free space, but such a cosmological constant seems too artificial an assumption, and besides, its value must be adjusted with incredible accuracy.	Якщо ця постійна має нескінченне негативне значення, вона може точно компенсувати нескінченне позитивне значення енергії основного стану у вільному просторі, але така космологічна постійна здається занадто штучним припущенням, і до того ж її величина повинна бути підігнана з неймовірною точністю.
300.	Supersymmetry was first used to rule out infinities in material and Yang-Mills fields in a spacetime whose dimensions, both conventional and	Суперсиметрію вперше стали застосовувати для виключення нескінченностей у матеріальних полях та полях Янга-Міллса у просторі-часі, всі виміри якого, як звичайні, так і

	Grassmannian, were all flat and not curved.	грассманівські, були плоскими, а не викривленими.
301.	However, it was natural to extend the approach to the case when both dimensions are curved. This has led to a number of theories called supergravity, with varying degrees of supersymmetry.	Однак було природно поширити підхід на випадок, коли ті та інші виміри є викривленими. Це спричинило появу низки теорій, званих супергравітацією, з різною мірою суперсиметрії.
302.	All particles have a property called spin, which means that particles look different from different directions.	Всі частинки мають властивість, звану спином, яка проявляється в тому, що частки по-різному виглядають з різних напрямків.
303.	This can be illustrated by the example of a deck of cards.	Це можна проілюструвати з прикладу колоди карт.
304.	The larger the spin, the smaller the fraction of a turn needed for the particle to remain unchanged as a result.	Що більше спин, то менша частка обороту потрібна, щоб частка в результаті залишилася незмінною.
305.	But surprisingly, there are particles that remain unchanged after only two complete revolutions.	Але дивно, що існують частинки, які залишаються незмінними лише після двох повних обертів.
306.	All known particles in the universe belong to one of two groups: fermions or bosons.	Всі відомі частинки у Всесвіті належать до однієї з двох груп: ферміонів або бозонів.
307.	Fermions are particles with a half-integer spin (for example, $1/2$), they make up ordinary matter.	Ферміони – це частинки з напівцілим спином (наприклад, $1/2$), їх складається звичайна речовина.
308.	Their ground state energies are negative.	Енергії їхнього основного стану негативні.
309.	Bosons are particles with integer spin (0, 1, 2, etc.).	Бозони – це частинки з цілим спином (0, 1, 2 тощо).
310.	They are related to forces that act between fermions, such as gravitational interaction and light.	Вони пов'язані з силами, які діють між ферміонами, наприклад з гравітаційною взаємодією та світлом.
311.	The energies of their ground	Енергії їхнього основного стану

	state are positive.	ПОЗИТИВНІ.
312.	The theory of supergravity suggests that every fermion and every boson has a superpartner with a spin that is either $1/2$ more or $1/2$ less than the spin of the particle itself. For example, a photon (which is a boson) has a spin of 1.	Теорія супергравітації передбачає, що кожен ферміон і кожен бозон мають суперпартнера зі спином, який або на $1/2$ більший, або на $1/2$ менший за спину самої частки. Наприклад, фотон (який бозоном) має спин, рівний 1.
313.	Its ground state energy is positive.	Його енергія основного стану позитивна.
314.	The photon's superpartner is the photino, a fermion with spin $1/2$. Therefore, its ground state energy is negative.	Суперпартнер фотона є фотіно – ферміон зі спином $1/2$. Тому його енергія основного стану є негативною.
315.	In this supergravity scheme, we get an equal number of bosons and fermions.	У цій супергравітаційній схемі ми отримуємо однакову кількість бозонів та ферміонів.
316.	Putting the ground state energies of the bosons on the positive side of the scale and the energies of the fermions on the negative side, we see that they cancel each other out, eliminating the largest infinities.	Помістивши енергії основного стану бозонів на позитивну чашу терезів, а енергії ферміонів – на негативну, ми побачимо, що вони компенсують один одного, усуваючи найбільші нескінченності.
317.	If the particles are not dimensionless points, but one-dimensional closed strings that oscillate like an electron and a positron, then when they collide and annihilate, they give rise to a new string with a different mode of vibration.	Якщо частинки є не безрозмірними точками, а одномірними замкнутими струнами, які коливаються як електрон та позитрон, тоді при зіткненні та анігіляції вони породжують нову струну з іншою формою коливань.
318.	Releasing energy, it is divided into two strings, continuing to move along new trajectories.	Вивільняючи енергію, вона ділиться на дві струни, що продовжують рух новими траєкторіями.
319.	True, the possibility is not ruled out that smaller, but still infinite quantities may remain.	Не виключена, щоправда, можливість, що можуть залишатися менші, але, як і раніше, нескінченні величини.

320.	No one has yet had the stubbornness to carry out the calculations and find out whether these theories are really completely finite.	Нікому поки що не вистачило завзятості провести обчислення та з'ясувати, чи ці теорії цілком кінцеві.
321.	According to existing estimates, it would take a diligent student two hundred years to do this, and then it is not clear how to make sure that he did not make a mistake already on the second page.	За існуючими оцінками, старанному студенту на це знадобилося б років двісті, і потім неясно, як переконатися, що він не припустився помилки вже на другій сторінці.
322.	However, until 1985, experts generally believed that most supersymmetric theories of supergravity should be free from infinities.	Проте аж до 1985 р. фахівці переважно вірили, більшість суперсиметричних теорій супергравітації мають бути вільні від нескінченностей.
323.	And then the fashion suddenly changed.	А потім мода зненацька змінилася.
324.	It was declared that there was no reason to believe that the theories of supergravity did not contain infinities, and this led to their being considered hopelessly defective.	Було оголошено, що немає підстав вважати, що теорії супергравітації не містять нескінченностей, і це призвело до того, що їх стали вважати безнадійно дефектними.
325.	But it was proclaimed that the concept, called supersymmetric string theory, is the only thing that can connect gravity with quantum theory.	Натомість було проголошено, що концепція, що отримала назву суперсиметричної теорії струн, — єдине, що здатне поєднати гравітацію з квантовою теорією.
326.	The strings in this theory, like those found in everyday life, are one-dimensional objects.	Струни у цій теорії, подібно до тих, що зустрічаються повсякденного життя, є одномірними об'єктами. У них є лише довжина.
327.	They only have length. Strings in string theory move against the background of space-time, and their vibrations are interpreted as particles	Струни теоретично струн рухаються і натомість простору-часу, які коливання інтерпретуються як частки
328.	In string theory, the fundamental objects are not	Теоретично струни фундаментальні об'єкти не частинки, які займають єдину

	particles occupying a single point in space, but one-dimensional strings.	точку у просторі, а одномірні струни.
329.	These strings can be terminated or closed in on themselves, forming loops.	Ці струни можуть мати кінці або замикатися він, утворюючи петлі.
330.	Just like the strings of a violin, they can support different modes of vibration, or resonant frequencies, whose wavelengths lie an integer number of times between the ends of the string.	Як струни скрипки, вони можуть підтримувати різні режими коливань або резонансні частоти, довжини хвиль яких ціле число разів укладаються між кінцями струни.
331.	But if different vibrational frequencies of violin strings give rise to different musical tones, different modes of vibration in string theory correspond to different masses and charges, which is interpreted as different fundamental particles.	Але якщо різні частоти коливань скрипкових струн породжують різні музичні тони, різні режими коливань теоретично струн відповідають різним масам і зарядам, що інтерпретується як різні фундаментальні частки.
332.	Roughly speaking, the shorter the wavelength of the vibration of the string, the greater the mass of the particle.	Грубо кажучи, що коротша довжина хвилі коливання струни, то більше вписувалася маса частинки.
333.	If the strings have Grassmann dimensions along with the usual ones, their vibrations will correspond to bosons and fermions.	Якщо струни мають грассманівські виміри поряд зі звичайними, їх коливання будуть відповідати бозонам і ферміонам.
334.	In this case, the positive and negative energies of the ground states cancel out exactly, so that there are no infinities left, not even of a small order.	У цьому випадку позитивні та негативні енергії основних станів точно скорочуються, так що не залишається ніяких нескінченностей, навіть малого порядку.
335.	Superstrings have been declared to be the Theory of Everything.	Суперструни, як було оголошено, є Теорією Всією.

336.	Historians of science in the future will certainly be interested in plotting fluctuations in the biases of theoretical physicists.	Історикам науки в майбутньому, напевно, буде цікаво побудувати графік коливання пристрастей фізиків-теоретиків.
337.	Strings reigned supreme for several years, and supergravity was relegated to the status of an approximate theory valid at low energies.	Струни безроздільно панували кілька років, а супергравітація була зведена до статусу наближеної теорії, придатної при низьких енергіях.
338.	The label "low energy" was simply deadly, even though, in this context, particles were considered low-energy, a billion billion times higher in energy than those formed during the explosion of TNT.	Ярлик «низьких енергій» був просто вбивчим, незважаючи навіть на те, що в даному контексті низькоенергетичними вважалися частки, що мільярд мільярдів разів перевершують по енергії ті, що утворюються при вибуху тротилу.
339.	If supergravity were a low-energy approximation, it could not be considered a fundamental theory of the universe.	Якби супергравітація була низькоенергетичним наближенням, її не можна було б вважати фундаментальною теорією Всесвіту.
340.	Instead, as many as five different superstring theories have claimed this role.	Замість неї на цю роль претендували п'ять різних теорій суперструн.
341.	But which of these five string theories describes our universe?	Але яка саме з цих п'яти струнних теорій описує наш Всесвіт?
342.	And how can string theory be constructed beyond the approximation in which strings are represented by surfaces with one space and one time dimension in flat space-time?	І як можна побудувати теорію струн за межами того наближення, в якому струни є поверхнями з одним просторовим і одним тимчасовим виміром у плоскому просторі-часі?
343.	Could strings warp the background of space-time?	Чи не можуть струни викривляти тло простору-часу?
344.	In the years following 1985, it gradually became clear that string theory did not paint a complete picture.	У наступні за 1985 роки поступово ставало ясно, що теорія струн не дає закінченої картини.
345.	To begin with, strings, it turns out, are just one element in a wide class of objects that can have more than one dimension.	Почати з того, що струни, як з'ясувалося, лише один із елементів широкого класу об'єктів, які можуть мати більше одного виміру.

346.	Paul Townsend, who, like me, is in the Department of Applied Mathematics and Theoretical Physics at Cambridge and largely laid the groundwork for the study of such objects, has come to call them "p-branes."	Пол Таунсенд, який є, як і я, співробітником факультету прикладної математики та теоретичної фізики Кембріджа та здебільшого заклав основу для вивчення таких об'єктів, став називати їх «р-бранами».
347.	I must say that I am reluctant to accept the idea of extra dimensions.	Маю сказати, що я з небажанням приймаю ідею додаткових вимірів.
348.	But for me, as a positivist, the question "Do extra dimensions really exist?" doesn't make sense.	Але для мене, як для позитивіста, питання «Чи існують додаткові виміри насправді?» не має сенсу.
349.	All one can ask is: does the mathematical model with extra dimensions really describe the universe well?	Все, про що можна запитати: чи справді математична модель з додатковими вимірами добре описує Всесвіт?
350.	We do not yet have observations whose explanation would require additional measurements.	У нас поки що немає спостережень, пояснення яких вимагало б додаткових вимірів.
351.	However, there is a possibility that they may appear at the Large Hadron Collider LHC in Geneva.	Однак є можливість, що вони можуть з'явитися на Великому адронному колайдері LHC в Женеві.
352.	But what makes many people, myself included, take extra-dimensional models seriously is the presence of a whole network of unexpected relationships between these models, called dualities.	Але що змушує багатьох людей, включаючи мене, всерйоз приймати моделі з додатковими вимірами: це наявність між цими моделями цілої мережі несподіваних співвідношень, званих дуальностями.
353.	These relationships show that all models are essentially equivalent, they only reflect different aspects of the same underlying theory, which has	Дані співвідношення показують, що всі моделі, по суті, є еквівалентними, вони лише відображають різні аспекти однієї й тієї, що лежить в основі теорії, яку назвали М-теорією.

	been called M-theory.	
354.	Not taking this web of dualities as a sign that we are on the right track would be like believing that God placed fossils among the rocks to confuse Darwin about the evolution of life.	Не сприймати цю мережу дуальностей як знак того, що ми знаходимося на вірному шляху, було б все одно, що вірити, ніби Бог помістив серед каменів викопні залишки, щоб заплутати Дарвіна у питанні про еволюцію життя.
355.	The dualities show that all five superstring theories describe the same physical reality and that they are also equivalent to supergravity.	Дуальності показують, що всі п'ять теорій суперструн описують ту саму фізичну реальність і що вони ще й еквівалентні супергравітації.
356.	One cannot say that superstrings are more fundamental than supergravity, and vice versa.	Не можна говорити, що суперструни фундаментальніші за супергравітацію, і навпаки.
357.	Rather, they are different representations of the same fundamental theory, and each approach is convenient for working with its own class of problems.	Швидше, вони є різними уявленнями однієї й тієї фундаментальної теорії, і кожен підхід зручний для роботи зі своїм класом завдань.
358.	Since string theories do not contain infinities, they are well suited for calculating what happens when several high-energy particles collide and scatter on each other.	Оскільки теорії струн не містять нескінченностей, вони добре підходять для розрахунку того, що трапляється, коли кілька високоенергетичних частинок стикаються та розсіюються одна на одній.
359.	However, they are not very useful for describing how the energy of a very large number of particles warps the universe or forms a bound state like a black hole.	Однак вони не надто корисні для опису того, як енергія дуже великої кількості частинок викривляє Всесвіт або утворює зв'язаний стан, подібний до чорної дірки.
360.	In such situations, supergravity is required, which is basically Einstein's theory of curved	У таких ситуаціях потрібна супергравітація, яка в основі є ейнштейнівською теорією викривленого

	space with some additional types of matter.	простору з деякими додатковими типами матерії.
361.	It is this picture that I will mainly use in the future.	Саме цю картину я переважно використовуватиму надалі.
362.	To describe how quantum theory gives shape to time and space, it will be useful to introduce the concept of imaginary time.	Щоб описати, як квантова теорія надає форму часу та простору, буде корисно запровадити концепцію уявного часу.
363.	The term "imaginary time" sounds like it's borrowed from science fiction, but it's a well-defined mathematical concept: time measured by so-called imaginary numbers.	Термін «уявний час» звучить так, ніби запозичений з наукової фантастики, але це цілком певна математична концепція: час, що вимірюється так званими уявними числами.
364.	You might think that imaginary numbers are just a mathematical game that has nothing to do with the real world.	Можна подумати, ніби уявні числа — це просто математична гра, яка не має жодного стосунку до реального світу.
365.	From the point of view of positivist philosophy, however, it is impossible to determine what is real.	З погляду позитивістської філософії, однак, неможливо визначити, що є реальним.
366.	All that can be done is to find mathematical models that describe the universe in which we live.	Все, що можна зробити, – знаходити математичні моделі, що описують Всесвіт, в якому ми живемо.
367.	It turns out that mathematical models that use imaginary time predict not only effects that we already observe, but also effects that we cannot yet measure, but believe in for other reasons.	Виявляється, математичні моделі, що використовують уявний час, передбачають не тільки ефекти, які ми вже спостерігаємо, але також ефекти, які ми поки що не можемо виміряти, але в які віримо з інших причин.
368.	So what is real, and what is imaginary? Is it really all the difference in our minds?	Так що ж таки справді, а що уявно? Невже вся різниця лише у нашій свідомості?

369.	Einstein's classical (that is, non-quantum) general theory of relativity unifies real time and three dimensions of space into a four-dimensional spacetime.	Класична (тобто неквантова) загальна теорія відносності Ейнштейна поєднує дійсний час і три виміри простору в чотиривимірний простір-час.
370.	But the direction of real time is different from the three spatial dimensions: the world line, or the history of the observer, is always directed in the direction of increasing real time (which means that time always flows from the past to the future), but it can lie both in the direction of increasing and in downward direction of any of the three spatial dimensions.	Але напрямок дійсного часу відрізняється від трьох просторових вимірів: світова лінія, або історія спостерігача, завжди спрямована у бік зростання дійсного часу (це означає, що час завжди тече з минулого в майбутнє), але вона може пролягати як у напрямку збільшення, так і в бік зменшення будь-якого з трьох просторових вимірів.
371.	In other words, you can turn around in the opposite direction in space, but not in time.	Іншими словами, можна розвернутися у зворотний бік у просторі, але не в часі
372.	In the classical space-time of general relativity, real time differs from spatial directions in that it only increases in the direction of the observer's history, while spatial coordinates can both increase and decrease in the course of this history.	У класичному просторі-часі загальної теорії відносності дійсний час відрізняється від просторових напрямів тим, що у напрямі історії спостерігача воно тільки збільшується, тоді як просторові координати можуть як збільшуватися, так і зменшуватися в ході цієї історії.
373.	On the other hand, the imaginary time of quantum theory is like an additional spatial dimension, since it can either increase or decrease.	З іншого боку, уявний час квантової теорії подібно до додаткового просторового виміру, оскільки може як збільшуватися, так і зменшуватися.
374.	On the other hand, since imaginary time is at right angles to real time, it behaves like a fourth spatial dimension.	З іншого боку, оскільки уявний час розташований під прямим кутом до дійсного, воно поводить себе подібно до четвертого просторового виміру.
375.	Therefore, it can have a much wider range of possibilities than the railway track of ordinary	Тому воно може мати набагато ширший діапазон можливостей, ніж залізнична колія звичайного дійсного часу, яке може

	real time, which can only have a beginning or an end, or close in a circle.	лише мати початок або кінець або замикатися в коло.
376.	It is in this "imaginary" sense that time has a form.	Саме в цьому «уявному» значенні час має форму.
377.	To see these possibilities, imagine a spacetime with imaginary time as a sphere, similar to the surface of the Earth.	Щоб побачити подібні можливості, представимо простір-час із уявним часом як сферу, подібну до поверхні Землі.
378.	Let's assume that the imaginary time corresponds to the latitude. Then the history of the universe in imaginary time begins at the south pole.	Припустимо, що уявний час відповідає широті. Тоді історія Всесвіту у уявному часі починається на південному полюсі.
379.	It doesn't make sense to ask "What happened before the start?".	Немає сенсу питання «Що сталося на початок?».
380.	There are simply no such moments in time, just like points south of the South Pole.	Таких моментів часу просто немає, так само, як точок на південь від південного полюса.
381.	The Pole is the most common point on the surface of the Earth, and the same laws work there as at other points.	Полюс — звичайнісінька точка на поверхні Землі, і там працюють ті самі закони, що і в інших точках.
382.	This suggests that the beginning of the universe in imaginary time may be an ordinary point in space-time and that all the laws that apply in the rest of the universe must be observed at the beginning.	Це наводить на думку, що початок Всесвіту в уявному часі може бути звичайною точкою простору-часу і що на початку повинні дотримуватися всіх законів, які діють в іншому Всесвіті.
383.	In imaginary spacetime, which is a sphere, the direction of imaginary time can be represented by the distance from the south pole.	В уявному просторі-часі, який є сферою, напрямок уявного часу може бути представлений відстанню від південного полюса.
384.	As you move north, the circles of longitude, passing at a constant distance from the south pole, become larger and larger, which corresponds to the expansion of the universe in	При русі північ кола довготи, які відбуваються постійному відстані від південного полюса, стають дедалі більше, що відповідає розширенню Всесвіту у уявному часі.

	imaginary time.	
385.	At the equator, the Universe reaches its maximum size and then, with increasing imaginary time, again contracts to a point at the north pole.	У екватора Всесвіт досягає максимального розміру і потім зі збільшенням уявного часу знову стискається в крапку на північному полюсі.
386.	But although the size of the universe becomes zero at the poles, there will be no singularities at these points, simply because the North and South Poles are perfectly ordinary points on the earth's surface.	Але хоча розмір Всесвіту стає на полюсах нульовим, у цих точках не буде сингулярностей просто тому, що Північний та Південний полюси – зовсім прості точки на земній поверхні.
387.	This indicates that in imaginary time, the birth of the Universe can be an ordinary point in space-time.	Це вказує на те, що в уявному часі народження Всесвіту може бути звичайною точкою простору-часу.
388.	Another variant of behavior can be illustrated if we consider imaginary time as longitude on Earth.	Інший варіант поведінки можна проілюструвати, якщо вважати уявний час довготою Землі.
389.	All meridians converge at the north and south poles.	Усі меридіани сходяться на північному та південному полюсах.
390.	So time stops here in the sense that increasing the imaginary time (or degree of longitude) leaves you in the same place.	Так що час тут зупиняється в тому сенсі, що збільшення уявного часу (або градуса довготи) залишає вас на тому самому місці.
391.	This is very similar to how normal time seems to stop at the horizon of a black hole.	Це дуже схоже на те, як звичайний час здається тим, хто зупинився на горизонті чорної діри.
392.	We found that this fading of real or imaginary time (either both at once or one at a time) means that space-time has a temperature, as I discovered for the case of black holes.	Ми з'ясували, що це завмирання дійсного або уявного часу (як обох відразу, так і по одному) означає, що час має температуру, як це було відкрито мною для випадку чорних дірок.
393.	But black holes not only have a temperature, they also behave as if they have entropy.	Але чорні дірки мають не тільки температуру, вони до того ж поведуться так, ніби мають ентропію.
394.	Entropy is a measure of the number of internal states (various variants of internal configuration) that a black gift	Ентропія – це міра числа внутрішніх станів (різних варіантів внутрішньої конфігурації), які може мати чорна дарунка, не змінюючи свого вигляду для

	can have without changing its appearance for an external observer who can only determine its mass, rotation and electric charge.	зовнішнього спостерігача, здатного визначити тільки її масу, обертання та електричний заряд.
395.	The entropy of a black hole is expressed by a very simple formula that I developed in 1974.	Ентропія чорної діри виражається дуже простою формулою, яку я вивів у 1974 р.
396.	It is equal to the area of the black hole's horizon: there is one bit of information about its internal state for every fundamental unit of horizon area.	Вона дорівнює площі горизонту чорної діри: один біт інформації про її внутрішній стан припадає на кожен фундаментальну одиницю площі горизонту.
397.	If the universe were static and infinite in all directions, everywhere in the night sky the eye would rest on the stars and it would shine as brightly as the surface of the sun.	Якби Всесвіт був статичний і нескінченний у всіх напрямках, всюди на нічному небі погляд упирався б у зірки і воно світилося б так само яскраво, як поверхня Сонця.
398.	We have all observed the night sky and know that it is dark, and this is very important.	Всі ми спостерігали нічне небо та знаємо, що воно темне, і це дуже важливо.
399.	It follows that the universe cannot remain forever in the same state as it is today.	Звідси випливає, що Всесвіт не може вічно перебувати в тому ж стані, що й сьогодні.
400.	In the past, a finite time ago, something must have happened that caused the stars to light up, which means that the light of very distant stars has not yet had time to reach us. That is why the sky at night does not blind us from all sides.	У минулому, кінцевий час тому, мало статися щось, що змусило зірки запалитися, а це означає, що світло дуже далеких зірок ще не встигло до нас дійти. Тому небо ночами не засліплює нас з усіх боків.