

РЕЦЕНЗІЯ НА КНИГУ:
**«БЕЗМЕЖНА СИЛА МАТЕМАТИКИ.
 ЯК ЗАВДЯКИ МАТАНАЛІЗУ ВІНАЙШЛИ
 СМАРТФОНИ, ТЕЛЕБАЧЕННЯ І GPS»**

Таяна ДЕОРДИЦА ✉

Благодійний фонд «e-Terra», Україна
 tdeorditsa@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-3409-7168>

Володимир ТОЛМАЧОВ

Глухівський національний педагогічний університет
 імені Олександра Довженка, Україна
 V.S.Tolmachov@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4674-8677>

BOOK REVIEW:
**«INFINITE POWERS. HOW CALCULUS REVEALS
 THE SECRETS OF THE UNIVERSE»**

Taiana DIEORDITSA ✉

Charitable Foundation «e-Terra», Ukraine
 tdeorditsa@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-3409-7168>

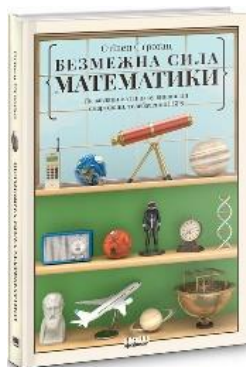
Volodimir TOLMACHOV

Oleksandr Dovzhenko Hlukhiv National Pedagogical University, Ukraine
 V.S.Tolmachov@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4674-8677>

ABSTRACT

In this book, Professor S. Strogatz explains the fundamental ideas of calculus, highlights the history of the emergence of these ideas, and demonstrates their impact on the development of science and technology. He addresses thoughtful, curious, knowledgeable people with little background in advanced math. This book will help them a better feeling for what calculus is all about and why it's so enthralling to those who get it. The book's leitmotif is an aphorism formulated by a famous physicist, R. Feynman: calculus is the language God talks. «Infinite Powers» is worth reading to discover calculus as a part of the culture.

KEYWORDS: mathematics; calculus; infinity; differential equations; culture.



Строгац, С. (2020). Безмежна сила математики. Як завдяки матаналізу винайшли смартфони, телебачення і GPS. Київ. Наш Формат.

Автор: Стівен Строгац (Steven Strogatz) (<https://www.stevenstrogatz.com/>)

Перекладач: Анастасія Дудченко

Оригінальна назва: Infinite Powers. How Calculus Reveals the Secrets of the Universe (2019)

Рік видання: 2021

Кількість сторінок: 256

Видавництво: Наш Формат (<https://nashformat.ua/>)

ISBN: 978-617-7866-21-2 (паперове видання); 978-617-7866-22-9 (електронне видання)

Ключові слова: математика; матаналіз; нескінченність; диференціальні рівняння; культура.

Науково-пізнавальна книга «Безмежна сила математики», за словами її автора, американського математика С. Строгаца, призначена для вдумливих, допитливих та обізнаних людей з невеликим досвідом математики (с. 9). Чому саме для них? А тому, що С. Строгац помітив у суспільстві явний інтерес до математики (Строгац, 2019). У цьому він переконався після публікації у 2010 р. в газеті «The New York Times» серії із 15 статей під загальною назвою «Основи математики». У відповідь на неї посипалися листи і коментарі від читачів різного віку, серед яких було багато студентів і викладачів. Писали й допитливі люди, які з тих чи інших причин «збилися зі шляху» розуміння математичної науки; тепер вони відчували, що втратили щось цінне, і хотіли б спробувати ще раз (Строгац, 2019). Із цих статей у 2012 р. виросла науково-популярна книга «The Joy of x », видана і в Україні під назвою «Експерсія математику» (2019). Мабуть, її широка популярність спонукала С. Строгаца написати нову науково-пізнавальну книгу, цього разу про математичний аналіз. Така книга під назвою «Infinite Powers» вийшла друком 2019 р. Українською під назвою «Безмежна сила математики» вона побачила світ у 2021 р. У цій книзі С. Строгац поставив собі за мету показати матаналіз як єдине ціле і дати відчуття його краси, єдності та величч (с. 301)

Для цитування:

Деордіца Т., & Толмачов В. Рецензія на книгу: «Безмежна сила математики. Як завдяки матаналізу винайшли смартфони, телебачення і GPS». *Фізико-математична освіта*, 2023. Том 38. № 3. С. 79-81. DOI: 10.31110/2413-1571-2023-038-3-011
 Деордіца, Т., & Толмачов, В. (2023). Рецензія на книгу: «Безмежна сила математики. Як завдяки матаналізу винайшли смартфони, телебачення і GPS». *Фізико-математична освіта*, 38(3), 79-81. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-3-011>

For citation:

Dieorditsa, T., & Tolmachov, V. (2023). Book review: «Infinite powers how calculus reveals the secrets of the universe». *Physical and Mathematical Education*, 38(3), 79-81. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-3-011>
 Dieorditsa, T., & Tolmachov, V. (2023). Retsenziia na knyhu: «Bezmezna sila matematyky. Yak zavdyaki matanalizu vynayshly smartfony, telebachennia i GPS» [Book review: «Infinite powers how calculus reveals the secrets of the universe»]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 38(3), 79-81. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-3-011>

Популяризація математики хоч й улюблена, але не основне заняття С. Строґаца. Передусім він математик-практик і викладач. З 1994 р. й донині С. Строґац обіймає посаду професора на факультеті теоретичної і прикладної механіки у Корнелльському університеті (Ітака, США). На початку своєї кар'єри він працював над різними проблемами математичної біології, включно з геометрією суперскрученої ДНК, динамікою людського циклу «сон — неспання», топологією тривимірних хімічних хвиль і колективною поведінкою біологічних осциляторів. У 1990-х роках його робота була зосереджена на нелінійній динаміці у застосуванні до фізики, техніки та біології. Мабуть, найвідомішим дослідницьким внеском С. Строґаца є стаття про мережі «малого світу», написана у співавторстві з його колишнім студентом Д. Воттсом (Watts & Strogatz, 1998). За даними Google Scholar, з моменту оприлюднення її цитували понад 50 000 разів. В одному зі своїх есе С. Строґац признався: хоч як він любить математику, найбільше йому до душі пояснювати її іншим (Strogatz, 2014). Тому не дивно, що він є майстерним викладачем і пристрасним популяризатором математики (Strogatz, 2004).

У «Безмежній силі математики» С. Строґац розповідає про те, як виник матаналіз, як він працює, у чому полягає його користь і куди він прямує далі. Лейтмотивом книги виступає афористичний вислів лауреата Нобелівської премії з фізики Р. Фейнмана (R. Feynman): «Матаналіз — Божа мова» («Calculus is the language God talks»). Зазначимо, що україномовним відповідником терміна «Calculus» є термін «матаналіз». Для того, щоб читачі усвідомили смисл цієї парадоксальної думки, С. Строґац по-різному витлумачує її протягом усієї книги. Ось, наприклад, так: «... ніхто не розуміє чому, але Всесвіт — глибоко математична річ. Може, таким його задумав Бог. <...> У кожному разі, сам факт, що Всесвіт підвладний законам природи, які завжди можна виразити мовою матаналізу — з реченнями у вигляді диференціальних рівнянь — загадковий і неймовірний». <...> Люди випадково відкрили цю дивну мову — спочатку як частинку геометрії, потім як частину коду Всесвіту. Згодом навчились вільно нею говорити й розшифровувати її ідіоми й нюанси. І нарешті вони оволоділи її можливостями прогнозувати майбутнє та почали за її допомогою змінювати світ» (с. 7-8). Утім, С. Строґац наголошує, що матаналіз, як і всі інші форми математики, — це не просто мова. Це неймовірно потужна система аргументації. За її допомогою можна перетворювати одне рівняння на інше, використовуючи символні операції, на які поширюється дія певних правил. Якщо математику не забракне везіння й умінь, рівняння можуть показати свої приховані потенціальні наслідки. Так, Максвеллу вдалося вивести рівняння електромагнітної хвилі (с. 12-13).

Книга «Безмежна сила математики» складається зі вступу, одинадцяти розділів і підсумків. У вступі автор готує читачів до розуміння основної концепції матаналізу — «принципу нескінченності». У першій главі «Нескінченність» він детально це поняття і наочно ілюструє однойменний принцип на прикладі доказу «Піца» У другій главі «Людина, що приборкала нескінченність» він знайомить читачів з Архімедом і тим, як він обчислював число π і площу параболічного сегмента. Схожі ідеї сьогодні застосовують у комп'ютерній анімації та лицьовій хірургії. Третя глава «Відкриваємо закони руху» присвячена обговоренню загадки руху шляхом зіставлення життя і діяльності двох великих дослідників Всесвіту: схильного до містики Й. Кеплера і раціонального Г. Галілея. Далі С. Строґац терпляче вибудовує математичне поняття змін, досліджуючи розвиток диференціальної геометрії (глава 4 «Світанок диференціального числення»), функцій (глава 5 «Перехрестя») і похідних (глава 6 «Словник змін»), щоб потім обміркувати прорив І. Ньютона і Г. Лейбніца у матаналізі (глава 7 «Таємничий фонтан», глава 8 «Фікції»). Три останні глави демонструють еволюцію матаналізу з часів цих геніїв математики до наших днів. Дев'яту главу «Логічний Всесвіт» присвячено ньютонівським ідеям, від законів природи до проблеми двох тіл і до їх впливу на Просвітництво. У цій главі С. Строґац також запроваджує поняття рівнянь із частинними похідними і наводить приклад їх використання у процесі проектування Boeing 787. У десятій главі «Як з'являються хвилі» йдеться про хвильову теорію та аналіз Фур'є. Кінцева, одинадцята глава «Майбутнє матаналізу» присвячена нелінійності, теорії хаосу та міркуванням про майбутнє матаналізу в епоху комп'ютерів і штучного інтелекту. На завершення С. Строґац показує на прикладах, наскільки моторошно ефективним буває матаналіз.

Для того, щоб не відлякувати читачів, С. Строґац розповідає про ідеї матаналізу захопливо і доступно. Ось, наприклад, як прозоро він висвітлює принцип нескінченності: «...Таємниця успіху матаналізу криється в тому, що він розбиває складні задачі на менші і простіші підзадачі. Звісно, так робить не тільки матаналіз. <...> Але що вирізняє матаналіз, чому в його випадку це дуже радикальний підхід? Він доводить стратегію «розділяй і володарюй» до межі, тобто до нескінченності. Він не ділить велику задачу на кілька невеликих частин — він невтомно розбиває і розбиває, дробить задачу на найменші з можливих частинки, яких нескінченна кількість. Закінчивши з цим, він вирішує проблему кожної окремої частинки. <...> Лишається тільки скласти всі мінівідповіді до купи. <...> Отже, матаналіз складається з двох етапів: розбити й перебудувати. Якщо сказати математичною мовою, під час першого етапу існує нескінченно мале віднімання, за допомогою якого можна виразити різницю між частинками. Відповідно ця половина роботи називається *диференціальним численням*. Коли частинки складають назад, застосовують нескінченне додавання — частинки об'єднуються назад у ціле. Ця половина роботи називається *інтегральним численням*» (с. 15-16). Цю розповідь С. Строґац доповнює завданням, на якому можна «помацати» нескінченність. Це знаходження площі ідеально круглої піци шляхом її нарізання на нескінченну кількість шматочків. На нашу думку, таке моделювання нескінченності є дієвим способом наблизитися до її розуміння.

Під час читання «Безмежної сили математики» нас не залишало питання: чому у школі основи матаналізу даються учням так важко? Вичерпну відповідь на нього ми знайшли в есе «Плач математика» авторства П. Локхарда (P. Lockhart), американського математика-дослідника, який присвятив свою кар'єру викладанню математики у школі. Вважаючи математику формою творчого мистецтва нарівні з музикою і живописом, він викриває вади стандартних методів навчання, які використовують сьогодні у більшості шкіл. Приймаючи ідею навчання школярів математичних технік розв'язання різноманітних математичних задач, П. Локхард водночас переконаний, що їх опанування не є метою шкільної математичної освіти. Він впевнений, що техніка в математиці, як і в будь-якому мистецтві, має вивчатися в контексті. І цей контекст — фундаментальні ідеї, їхня історія, творчий процес (Локхард, 2002). На наш погляд, книга «Безмежна сила математики» є вдалим описом найважливіших складників цього контексту. А приклади практичного втілення ідей матаналізу в сучасних технологіях, що їх ретельно підібрав С. Строґац, вважаємо цінним його доповненням. Адже, якщо

учні почнуть бачити математичне «начиння» природних і рукотворних феноменів, то питання «навіщо потрібна математика?» не виникатиме.

У виші ми вивчали матаналіз як інструмент. Цьому ж ми навчаємо і наших учнів. Тож нам варто було прочитати «Безмежну силу математики», аби відкрити для себе матаналіз як частину культури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Strogatz, S. (2004). The science of sync. *TED*. https://www.ted.com/talks/steven_strogatz_the_science_of_sync.
2. Strogatz, S. (2014). Writing about Math for the Perplexed and the Traumatized. *Notices of the AMS*, 3(61), 286-291. <http://dx.doi.org/10.1090/noti1086>.
3. Watts, D., & Strogatz, S. (1998). Collective dynamics of "small-world" networks. *Nature* 393 (6684), 440–442. <https://doi.org/10.1038/30918>.
4. Локхард, П (2002). *Плач математика*. <https://matematika-v-shkoli.blogspot.com/2018/12/blog-post.html>.
5. Строгац С. (2019). *Екскурсія математикою. Як через готелі, риб, камінці і пасажирів зрозуміти цю науку*. Наш Формат.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Strogatz, S. (2004). The science of sync. *TED*. https://www.ted.com/talks/steven_strogatz_the_science_of_sync.
2. Strogatz, S. (2014). Writing about Math for the Perplexed and the Traumatized. *Notices of the AMS*, 3(61), 286-291. <http://dx.doi.org/10.1090/noti1086>.
3. Watts, D., & Strogatz, S. (1998). Collective dynamics of "small-world" networks. *Nature* 393(6684), 440–442. <https://doi.org/10.1038/30918>.
4. Lockhart, P. (2002). *Плач математика (A Mathematician's Lament)*. <https://matematika-v-shkoli.blogspot.com/2018/12/blog-post.html>. (In Russian).
5. Strogatz, S. (2019). *Екскурсія математикою. Як через готелі, риб, камінці і пасажирів зрозуміти цю науку (A Guided Tour of Math. How to understand this science through hotels, fish, pebbles and passengers)*. Nash Format (in Ukrainian).

