

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

УДК 621.3

Охмак Валерія Миколаївна,
студентка Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

РОЗРАХУНОК СВІТОВОГО ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ. ВПЛИВ НА ТЕХНОЛОГІЇ

В даній статті розглядається процес збільшення енерговиробництва та споживання; вплив збільшення населення Землі на використання ресурсів; відповідність темпів зростання енергоспоживання експоненціальній кривій та складним відсоткам прогнозування енергоспоживання. Описані формули та методики розрахунку споживання енергії. Описаний вплив на технології та техніку майбутнього енергоспоживання. Підведені підсумки та висновки.

Ключові слова: відновлювані джерела енергії, експоненційний закон, енергія, населення Землі, використання ресурсів.

Енергія є одним з ключових ресурсів, буд якої країни та регіонів. На рис. 1 показано збільшення енерго виробництва на світовому рівні з 1980 до 2020 року[1].



Рис. 1 Світовий рівень виробництва енергії з 1980 по 2020 рік

Крива рідких речовин до яких відноситься нафта бензин показує як ціна продукту може вплинути на його споживання. Також можна підкреслити часову затримку між вимогами ринку та пропозицією. Важливо помітити, що виробництво бензину зросло після введення ембарго 1973 року, відповідно як і його ціна. В зв'язку з цим з'явилась низка організацій та норм присвяченим спостереганню та контролю виробництва та споживання енергії. Таким чином з 1970-1980 рр. світове виробництво енергії, через введення ембарго та збільшення цін на нафту, перейшло до спалювання газу та вугілля для виробництва енергії[2].

Таким чином, число використання відновлюваних джерел енергії буде зростати за експоненційним законом.

Світ зіткнувся з бажанням країн, що розвиваються, досягнути енергетичної рівності з розвиненими країнами, що відповідає поняттю рівня життя. Але такий сценарій призводить не тільки до збільшення рівня життя, а й до збільшення цін на продукти, а зі збільшенням індустрії, що допомагає зростанню економіки в країнах, що розвиваються, до забруднення навколишнього середовища. Такий сценарій вже можна прослідкувати в Азії, та Східній Європі [3. с.3-7;4].

Також важливим є той факт що Північна Америка, населення якої складає 7,5% від загального [5], споживає 21% всієї енергії світу [6]. Країни Азії населення яких складає близько третини населення Землі споживають 43% світової енергії, в той час як 20 років тому цей показник був 27%[6], що в свою чергу пов'язано з перетворенням Китаю на світову фабрику з виготовлення товарів [7].

Складні відсотки

Що стосується складних відсотків то - це процес складання простих відсотків. Якщо кількість N , підпорядковується процентній ставці i , i виражається у вигляді дроби (тобто $i = \% / 100$), то кількість $N(1)$ буде збільшуватися (або зменшуватися, якщо $i < 0$) за певний періоду часу, до значення:

$$N(1) = N_0(1 + i)$$

Якщо кількість N , що встановилась після певного періоду часу або періоду, може залишатися і продовжувати накопичуватися з

тією ж швидкістю, то кількість N підлягає обрахуванню складного відсотку, і сума, яка після n періодів часу, буде дорівнювати:

$$N(n) = N_0(1+i)^n$$

Щоб показати, що ця формула є формою експоненціальної функції, потрібно тільки згадати що:

$$y^x = e^{x \ln y},$$

звідси:

$$N(n) = N_0 e^{n \ln(1+i)}$$

Тепер можна розглянути деякі спеціальні властивості експоненціальної функції.

Однією важливою характеристикою є час подвоєння кількості N .

Щоб визначити час -- D , який буде потрібно для подвоєння вихідної величини, потрібно лише встановити $N(n) = 2N_0$ і вирішити за n :

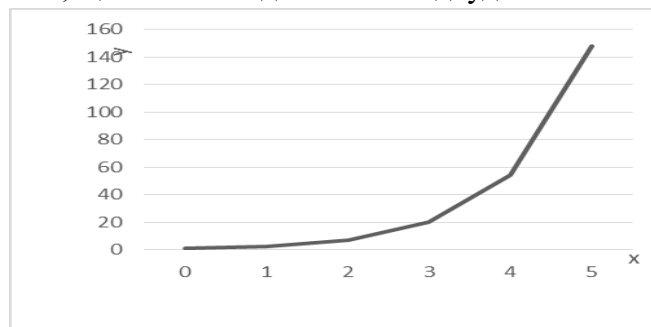
$$n = \frac{\ln 2}{\ln(1+i)} = 2$$

Для малих значень i , в $\ln(1+i)$ можна апроксимувати як в $\ln(1+i) \cong i$, $\ln 2 = 0.693$.

В результаті спрощень можна отримати формулу що є досить популярною серед фінансистів:

$$D = n \cong 0.7/i$$

Отже, при процентній ставці 7% річних ($i = 0,07$) час подвоєння складе 10 років. При процентній ставці 10% термін подвоєння складе приблизно 7 років. Однак, оскільки процентна ставка перевищує 10%, апроксимація стає не релевантною тому для отримання точних результатів слід використовувати точну формулу. У разі негативної процентної ставки є очевидним, що ніякого подвоєння не відбудеться.



Також, широкого застосування набуло правило 70, що є логічним висновком з попередньої формули для часу подвоєння:

$$D = 70/\% ,$$

де процентна ставка виражена, безпосередньо, у відсотках [8].

Важливою властивістю експоненціальної функції є те, що процес подвоєння триває весь час. Отже, якщо час подвоєння становить 10 років, то кількість знову подвоїться через 10 років, так що воно не буде в 4 рази більше свого первісного значення. Через 10 років він знову подвоїться і буде в 8 разів перевищувати своє первісне значення. Через 40 років ця кількість буде в 16 разів більше його первісної вартості. На рис. 2 показано це експоненціальне збільшення[3].

Коли споживання енергії безупинно зростає, час подвоєння набуває все страшнішого значення: за час подвоєння, використання ресурсів є більшим ніж за всю історію до цього часу. Так наприклад, сума бактерій що є живою на даний момент є більшою суми всіх бактерій що жили до цього часу.

Зауважимо, що якщо функція $y = Ae^{bx} = A10^{b \cdot x \log e}$ будується за лінійними координатами, то з'являється знайома експоненціальна крива, як на рис. 2 а) якщо взяти логарифм кожної зі сторін, то результат буде наступним:

$$\log y = \log A + (b \log e) x$$

Отже, якщо $\log y$ будується як функція x , то графік буде лінійним з нахилом $b \log e$, як показано на рис. 1.4.б).

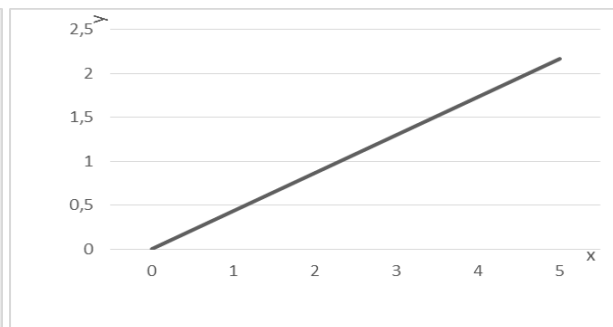


Рис. 2 Приклад експоненційної функції в а) лінійному та б) логарифмічному масштабі на рис. 2 б) показано, що побудова $\log y$ в порівнянні з x є зручним способом перевірити наявність експоненціального зв'язку між двома змінними

Ще однією важливою властивістю експоненційної функції є величина накопичення (або виснаження) кількості за час подвоєння. Наприклад, один відомий політичний діяч одного разу помітив, що в Сполучених Штатах все ще існує стільки ж нафти під землею, скільки було видобуто з моменту початку відкачування, більше 140 років тому, рис. 1. Це було в той час, коли видобуток нафти збільшувалася приблизно на 7% у рік. Якби видобуток продовжував збільшуватися на 7% в рік, що має період подвоєння приблизно в 10 років, то протягом наступного періоду подвоєння вся залишена нафта була б вилученою. Багато інших важливих громадських діячів робили подібні заяви, які схильні приписувати експоненціальної функції лінійний характер [9].

Зазвичай прогнозують термін служби ресурсу при поточному рівні споживання. Пов'язано це з простою арифметикою, тому що якщо є Z (кількість) речовини, яку можна використовувати, і якщо ми використовуємо X (швидкість використання її в рік, то речовина буде тривати протягом Y років, де $Y = Z / X$. Але що станеться з очікуваним часом життя речовини, якщо використовувати її з зростаючою швидкістю $100i\%$ в рік? Цю проблему можна вирішити, припустивши, що C являє собою поточну норму споживання ресурсу, а Y -розрахунковий термін служби ресурсу при поточній нормі споживання. Потім, якщо споживання збільшується на 100% на рік, то норма споживання в будь-який момент часу, X задається за формулою $C(x) = C_0(1+i)^x$

Накопичене споживання за період m років, TOT можна знайти з попередньої формули або, більш формально, шляхом обчислення:

$$TOT = \int_0^m C(x) dx = \int_0^m C_0 e^{x \ln(1+i)} dx = \frac{C_0}{\ln(1+i)} (e^{m \ln(1+i)} - 1)$$

Потім після встановлення загальної суми, рівної розрахунковій сумі залишку (C_0, Y_0) для m періоду часу, що дасть кількість років для загального споживання, що дорівнює сумі, яка залишилася. В результаті виходить:

$$m = \frac{\ln[Y_0 \ln(1+i) + 1]}{\ln(1+i)}$$

Прикладом використання цього результату можна навести той факт, що споживання того чи іншого ресурсу може знижуватися на постійній процентній ставці в рік. Це може статися, наприклад, якщо ресурс буде замінений іншим ресурсом. У попередньому прикладі при $Y = 100$ років і щорічне зниження на $0,5\%$ (тобто $i = -0,005$) новий термін служби складе 139 років, а якщо $i = -0,01$, то вироблення та використання ресурсу буде тривати майже вічно, в залежності від його природи.

Таким чином, з формули тривалості життя впливають два важливих спостереження:

1. Якщо річне споживання ресурсу зростає експоненціально, то не важливо, скільки його залишиться; воно буде споживатися набагато швидше, ніж можна собі уявити.
2. Якщо річне споживання зменшується експоненціально, то можна продовжити термін обігу ресурсу до нескінченності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. U.S. Department of Energy, Energy Information Administration, Washington, D.C., International Energy Outlook 2008, September 2008.
2. Van Mierlo, F., Energy Consumption vs GDP, in the World Energy Resources and Consumption, URL: https://en.wikipedia.org/wiki/World_energy_consumption (дата звернення 03.12.2019)
3. Roger A. Messenger, Photovoltaic System Engineering/ Roger A. Messenger, Jerry Ventre. – 3rd ed.
4. Global Energy Statistical Yearbook 2019 URL: <https://yearbook.enerdata.net/electricity/electricity-domestic-consumption-data.html> (дата звернення 03.12.2019)
5. Население Земли, <https://countrymeters.info/ru/World> (дата звернення 03.12.2019)

6. INTERNATIONAL ENERGY STATISTICS, Total Primary Energy Production, URL: <https://www.eia.gov/beta/international/data/browser> (дата звернення 03.12.2019)

7. Top 20 Economies in the World, Investopedia, URL: <https://www.investopedia.com/insights/worlds-top-economies/> (дата звернення 03.12.2019)

8. Growth in Energy Demand, EGEE 102, Energy Conservation and Environmental Protection. URL: <https://www.e-education.psu.edu/egee102/node/1931> (дата звернення 30.12.2019)

9. Bartlett, A.A., Forgotten fundamentals of the energy crisis, Am. J. Phys., Vol. 46, No. 9, September 1978, 876-888.

Охмак Валерия Николаевна

В данной статье рассматривается процесс увеличения энергопроизводства и потребления; влияние увеличения населения Земли на использование ресурсов; соответствие темпов роста энергопотребления экспоненциальной кривой и сложным процентам прогнозирования энергопотребления. Описанные формулы и методики расчета потребления энергии. Описанный влияние на технологии и технику будущего энергопотребления. Подведены итоги и выводы.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, экспоненциальное закон, энергия, население Земли, использования ресурсов.

Valeriia Okhmak

This article discusses the process of increasing energy production and consumption; the impact of increasing global population on resource use; correspondence of energy consumption growth rates to the exponential curve and complex percentages of energy consumption forecasting. The described formulas and methods for calculating energy consumption. Describes the impact on technology and technology for future energy consumption. Summed up and conclusions.

Keywords: renewable energy sources, exponential law, energy, Earth population, resource use.