

# ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ НОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У НАВЧАЛЬНІЙ ДОСЛІДНИЦЬКІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

Юрій Жук

Навчальна теоретична задача, що дається учню для самостійного опрацювання, може бути сформульована безпосередньо як проблема, що потребує дослідження. Навчальне дослідження, у даному випадку, ми розуміємо як таку навчальну діяльність, в результаті якої суб'єкт навчання повинен самостійно, виходячи з деяких вихідних теоретичних уявлень про фізичний процес, дослідити поведінку процесу за різних умов його здійснення, зробити висновки та сформулювати основні властивості досліджуваного процесу.

Виходячи з того, що вплив технічних засобів, притаманних суспільству на певному етапі його розвитку, на процес навчання має матеріальний вираз в засобах навчання, як знаряддях навчальної діяльності та виступає як проєкція наукової діяльності на навчальну, набуває актуальності використання у навчальній дослідницькій діяльності сучасних технічних засобів, зокрема засобів нових інформаційних технологій (НІТ) [2].

Використання засобів НІТ як засобів навчальної дослідницької діяльності може бути реалізоване використанням педагогічних програмних засобів математичної підтримки (ППЗ МП) типу GRAN1 [1]. Це стосується, у більшості, тих випадків, коли математична модель явища, що досліджується, заздалегідь визначена при вивченні теоретичного курсу. Так склалося, що при вивченні деяких тем курсу фізики середньої школи, виникає потреба використання таких методів математичного опрацювання, які ще не були розглянуті у курсі математики. У цьому випадку застосування ППЗ МП типу GRAN1 надає можливість вивчення фізичних процесів, математична модель яких побудована на матеріалі, який ще не вивчався у курсі математики.

Покажемо це на прикладі вивчення законів реактивного руху. Згідно програм з математики, вивчення показникової та логарифмічної функцій у середній школі передбачено у одинадцятому класі. Неможливість

використання цих функцій при вивченні законів реактивного руху збіднює матеріал теми, обмежує кількість навчальних задач, які можуть бути запропоновані у курсі фізики дев'ятого класу.

Скористуємося формулою К.Е. Ціолковського [3; 4], яка подається без виводу, у вигляді

$$v = v_r \cdot \ln \frac{m_0}{m_n} \quad (1)$$

де  $m_0$  - початкова маса ракети з паливом,

$m_n$  - кінцева маса ракети після витрати палива,

$v$  - швидкість ракети,

$v_r$  - швидкість газів відносно ракети.

Якщо прийняти, що витрата палива підлегла лінійному закону

$$m = m_0 - \mu \cdot t \quad (2)$$

де  $\mu = \Delta m / \Delta t$  - миттєва витрата палива, то можна знайти залежність прискорення ракети від часу

$$a = \frac{v_r \cdot \mu}{m_0 - \mu \cdot t} \quad (3)$$

і залежність швидкості від часу

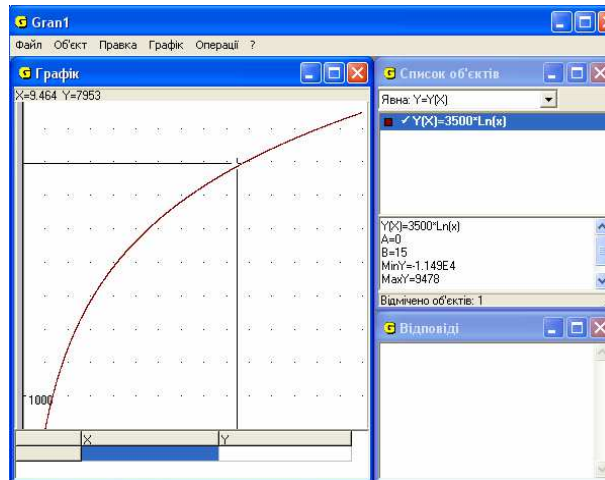
$$v = v_r \cdot \ln \frac{m_0}{m_0 - \mu \cdot t} \quad (4)$$

Нехай задано такі параметри ракети:  $m_0 = 10\,000$  кг;  $\mu = 30$  кг/с;  $v_r = 3\,500$  м/с.

Визначимо, при якому співвідношенні початкової та кінцевої мас  $m_0/m_k$  ракети, що стартує вертикально вгору, досягне першої космічної швидкості (7,9 км/с). Ми не враховуємо сили опору та дію земного тяжіння. Скориставшись виразом (1) у вигляді залежності

$$y = 3500 \ln x \quad (5)$$

отримаємо графік (мал. 1), з якого видно, що для нашого випадку  $m_0/m_k=9,6$ .



Мал. 1

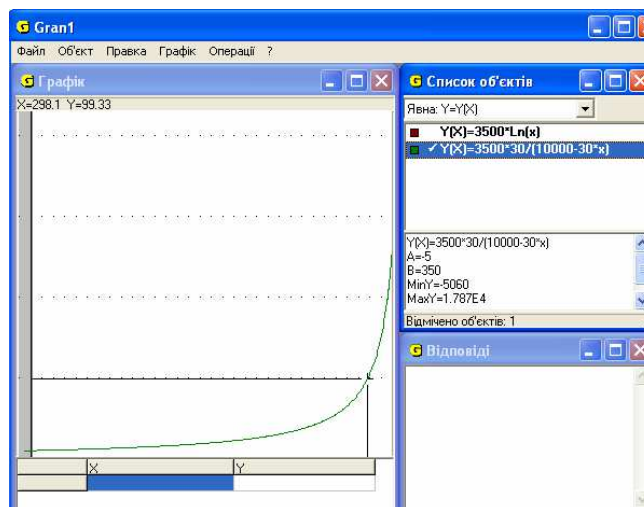
Тепер знайдемо час активного руху ракети (час роботи двигунів до повної витрати пального). З рівняння (2) визначемо  $t = 298$  с.

Скориставшись виразами (3) та (4) у вигляді відповідно

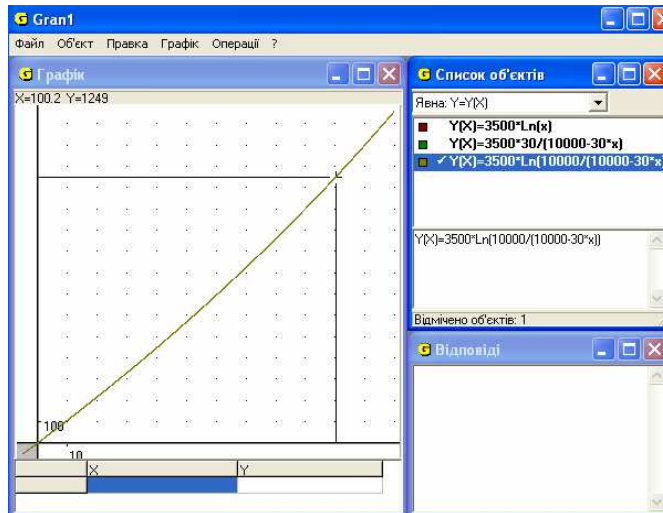
$$y_1 = \frac{3500 \cdot 30}{10000 - 30 \cdot x} ; \quad (6)$$

$$y_2 = 3500 \cdot \ln \frac{10000}{10000 - 30 \cdot x} ; \quad (7)$$

отримаємо графічні представлення залежностей  $a = f(t)$  (мал. 2),  $V = f(t)$  (мал. 3).



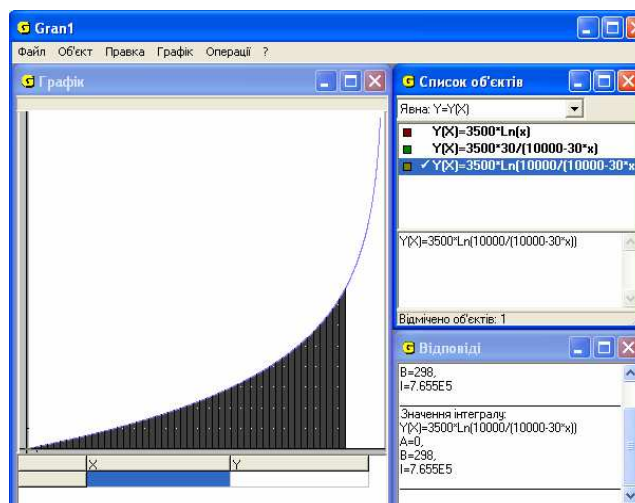
Мал.. 2



Мал.. 3

Скористувавшись послугою КООРДИНАТА, маємо можливість визначити прискорення та швидкість ракети у будь - яку мить активної ділянки траєкторії. Наприклад, на мал. 2 показано визначення кінцевого прискорення ( $a = 99,8 \text{ м/с}^2$ ), на мал. 3 - визначення швидкості ракети через  $100 \text{ с}$  після старту ( $V = 1239 \text{ м/с}$ ).

Для визначення висоти, якої досягне ракета при повній витраті палива, тобто через  $t = 298 \text{ с}$  після старту, скористувавшись послугою ІНТЕГРАЛІ, знайдемо площу під графіком функції  $V = f(t)$  в межах  $[0; 298]$  (мал. 4). Маємо  $h_{max} = 767\,891 \text{ м}$ .



Мал.. 4

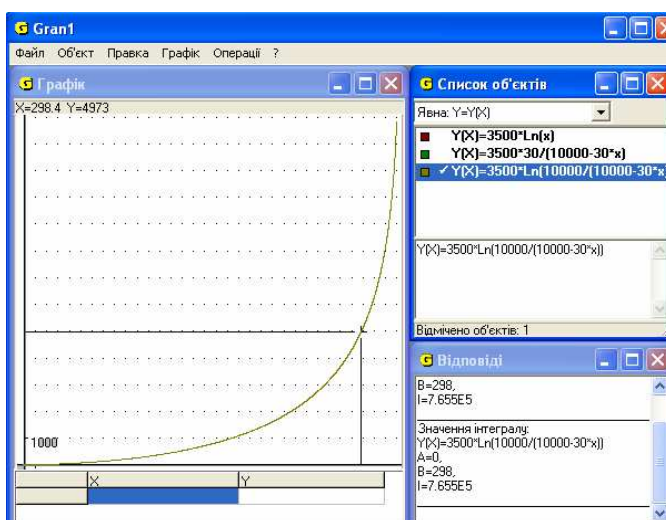
Продовжуючи аналіз руху ракети, з'ясуємо, як впливає сила земного тяжіння на швидкість та висоту польоту. Для цього скористуємось виразом

$$v = v_r \cdot \ln \frac{m_0}{m_0 - \mu \cdot t} - gt \quad (8)$$

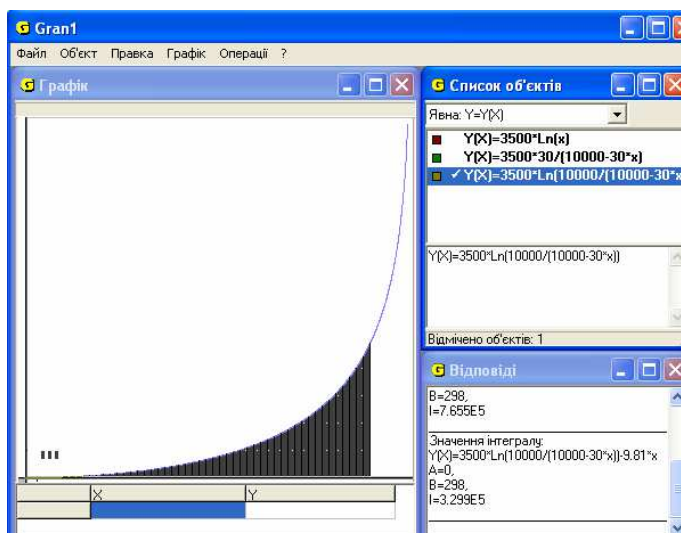
у вигляді

$$y = 3500 \cdot \ln \frac{10000}{10000 - 30x} - 9,81x \quad (9)$$

З мал. 5 та мал. 6 бачимо, що  $V = 4983 \text{ м/с}$ ,  $h = 331\,400 \text{ м}$ . Зрозуміло, що для досягнення першої космічної швидкості є потреба змінити параметри ракети.



Мал.. 5



Мал. 6

Після достатнього засвоєння фрагменту матеріалу та навичок використання ППЗ МП учні мають змогу розглянути параметри руху дво- та триступеневої ракети.

Переходячи до вивчення енергетичних параметрів руху ракети, можна розглянути коефіцієнт корисної дії ракети, визначивши його як відношення кінетичної енергії ракети до хімічної енергії палива. Після відповідних перетворень маємо

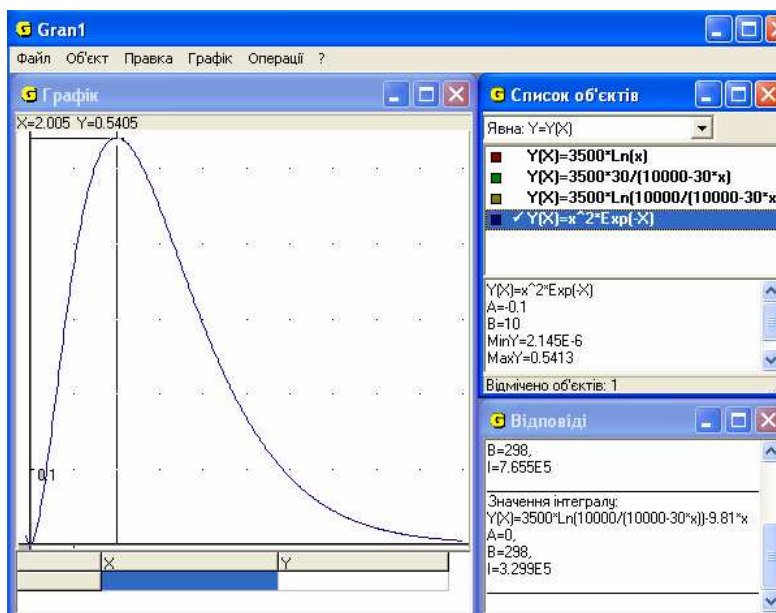
$$\eta = \left( \frac{v}{v_r} \right)^2 \cdot e^{-\frac{v}{v_r}} \quad (10)$$

або, з урахуванням (1)

$$\eta = \left( \frac{m_0}{m} \right)^{-1} \cdot \left( \ln \frac{m_0}{m} \right)^2 \quad (11)$$

На графіку, що побудовано на підставі виразу (10) (мал.7) при введенні у комп'ютер функціональної залежності

$$y = x^2 \cdot e^{-x} \quad (12)$$



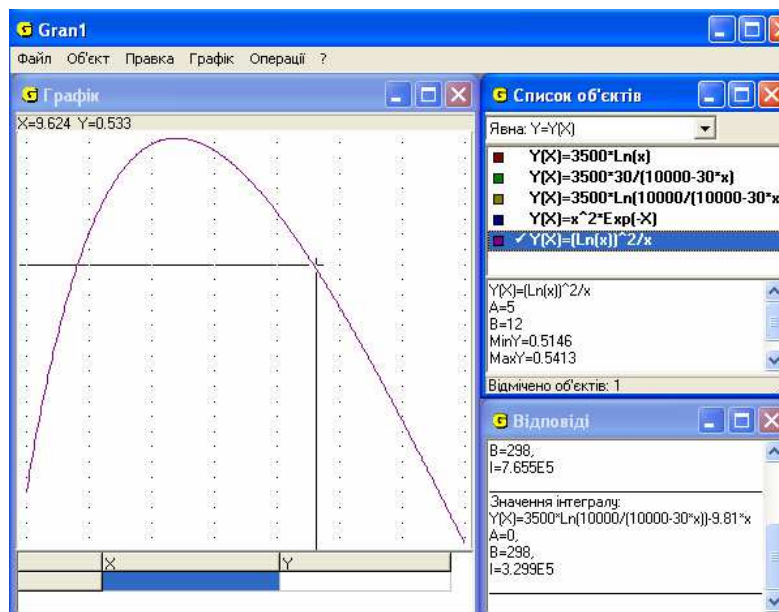
Мал. 7

ми бачимо, що коефіцієнт корисної дії ракети має максимум при швидкостях  $V = 2V_r$  ( $\eta_{\max} = 0,54$ ). При швидкостях більших  $2V_2$  коефіцієнт

корисної дії зменшується і при досягненні  $m_0/m_k = 9,6$  має значення  $0,533$  (див. мал. 8, який побудовано за функціональної залежності

$$y = x^{-1} \cdot (\ln x)^2 \quad (13)$$

згідно з виразом (11)).



Мал.. 8

Ці спостереження екранної події спонукають до детальнішого аналізу ракетного руху, змушують пояснити добутий результат, дати йому фізичну інтерпретацію. Учні мають зробити висновок про те, що після досягнення ракетою швидкості  $V=2V_T$  кінетична енергія ракети зменшується за рахунок зменшення її маси швидше, аніж зростає її кінетична енергія за рахунок зростання швидкості ракети, але кінетична енергія одиниці маси ракети зростає, тому що працюючий двигун надає ракеті все більшої швидкості.

Продовженням теми є розгляд принципу дії та конструкції ракетного двигуна, виводу формули швидкості газів з закону збереження енергії і т. ін. Учні мають змогу самостійно сформулювати та розв'язати задачу по визначенню питомої теплоти згоряння палива для забезпечення максимального коефіцієнту корисної дії ракети при заданій швидкості.

Запропонований підхід до аналізу задачі надає учню можливість і

моделювати рух ракети, змінюючи її параметри (швидкість газів, початкову масу ракети, витрати пального), проводити аналіз результатів моделювання на підставі графічного представлення результатів моделювання та чисельної обробки математичної моделі. З'являється можливість розглянути тему більш всебічно, аніж це можна зробити використовуючи традиційні методи, розвинути та закріпити навички використання засобів ІТ в навчальній дослідницькій діяльності на рівні активного користувача програмних засобів математичної підтримки без залучення знань основ програмування.

### Література

1. Жалдак М.И. GRAN1 - математика для всех/Компьютеры + программы. N 5(20), 1995 - С. 72-76.
2. Жук Ю.О. Розв'язування дослідницьких задач з фізики із застосуванням нових інформаційних технологій./ Проблеми освіти, випуск , Київ, 1996 р. - С. 57-64.
3. Левантовский В.И. Механика космического полета в элементарном изложении.- М.: Наука, 1980.- 511 с.
4. Марленский А.Д. Основы комонавтики: факультативный курс.- Просвещение, 1985.- 158 с.

*Жук Ю.О. Використання засобів нових інформаційних технологій у навчальній дослідницькій діяльності./Фізика та астрономія в школі. - № 3, 1997.- С. 4-7*