

Содержание расчетного задания по курсу «Информационные технологии»

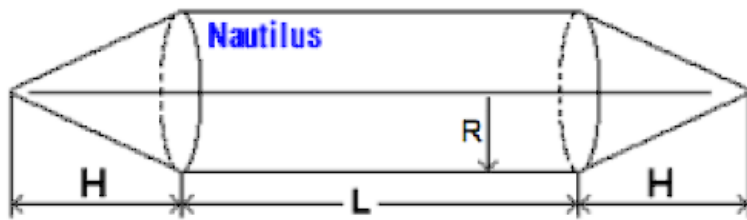
Задача о подводной лодке "Наутилус" – "героине" романов Жюль Верна "Двадцать тысяч лье под водой" и "Таинственный остров".

<https://www.e-reading.club/book.php?book=101642> (читать)

<https://www.youtube.com/watch?v=gqVH8sC0tZU> (смотреть)

Вот что можно узнать из разговора капитана Немо с профессором Аронаксом о размерах подводной лодки: "Вот, господин Аронакс, чертежи судна, на котором вы находитесь. Судно представляет собой сильно удлиненный цилиндр с коническими концами. <...> Площадь его равняется одной тысяче одиннадцати и сорока пяти сотым квадратных метров, объем равен одной тысяче пятистам и двум десятым кубических метров; короче говоря, корабль, полностью погруженный в воду, вытесняет тысячу пятьсот и две десятых кубических метров, или тонн, воды".

Если принять допущение, что под площадью подводной лодки понимается не ее "жилая" площадь (площадь ее помещений), а площадь поверхности и что центральная часть подводной лодки – это круглый прямой цилиндр, а ее нос и корма – это круглые прямые конусы одинаковой высоты (см. чертеж на рис. 1), то задача сводится к решению двух нелинейных алгебраических уравнений с тремя неизвестными.



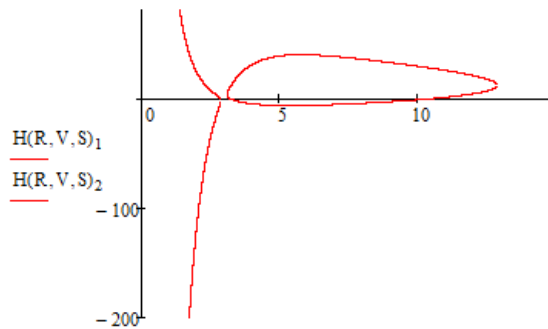
ORIGIN := 1

$$L1(R, H, V) := V = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot R^2 \cdot H + \pi \cdot R^2 \cdot L + \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot R^2 \cdot H \text{ solve, } L \rightarrow \frac{V - \frac{2 \cdot \pi \cdot H \cdot R^2}{3}}{\pi \cdot R^2}$$

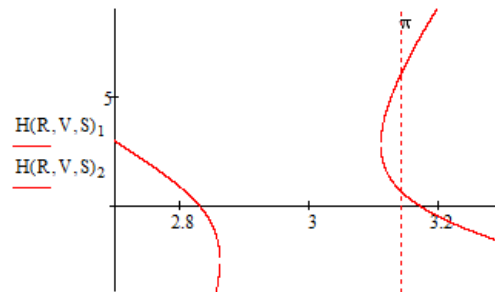
$$L2(R, H, S) := S = \pi \cdot R \cdot \sqrt{R^2 + H^2} + 2 \cdot \pi \cdot R \cdot L + \pi \cdot R \cdot \sqrt{R^2 + H^2} \text{ solve, } L \rightarrow \frac{S - 2 \cdot \pi \cdot R \cdot \sqrt{H^2 + R^2}}{2 \cdot \pi \cdot R}$$

$$H(R, V, S) := L1(R, H, V) = L2(R, H, S) \text{ solve, } H \rightarrow \left[\frac{3 \cdot (9 \cdot R \cdot S - 18 \cdot V + 2 \cdot \sqrt{9 \cdot R^2 \cdot S^2 - 20 \cdot \pi^2 \cdot R^6 - 36 \cdot R \cdot S \cdot V + 36 \cdot V^2})}{20 \cdot \pi \cdot R^2} + \frac{6 \cdot V - 3 \cdot R \cdot S}{4 \cdot \pi \cdot R^2} \right]$$

$$V := 1500 \text{m}^3 \quad S := 1010 \text{m}^2 \quad R := 1 \text{m}, 1.0001 \text{m}.. 13 \text{m}$$



R



R

Судно представляет собой сильно удлиненный цилиндр с коническими концами. Площадь его равняется одной тысяче одиннадцати и сорока пяти сотым квадратных метров, объем равен одной тысяче пятистам и двум десятым кубических метров; короче говоря, корабль, полностью погруженный в воду, вытесняет тысячу пятьсот и две десятых кубических метров, или тонн, воды.

$$R := 3.11\text{m} + \frac{3.7\text{m} - 3.11\text{m}}{300} \cdot \text{FRAME} \quad h := H(R, V, S)_1 = 3.024\text{m} \quad L := \frac{V - \frac{2 \cdot \pi \cdot h \cdot R^2}{3}}{\pi \cdot R^2} = 47.349\text{m}$$

$$X := \begin{pmatrix} 0 \\ h \\ h + L \\ h + L + h \\ h + L \\ h \\ 0 \end{pmatrix} \quad Y := \begin{pmatrix} R \\ 0 \\ 0 \\ R \\ 2R \\ 2R \\ R \end{pmatrix}$$

$$V := \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot R^2 \cdot h + \pi \cdot R^2 \cdot L + \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot R^2 \cdot h = 1500\text{m}^3$$

$$S := \pi \cdot R \cdot \sqrt{R^2 + h^2} + 2\pi \cdot R \cdot L + \pi \cdot R \cdot \sqrt{R^2 + h^2} = 1010\text{m}^2$$

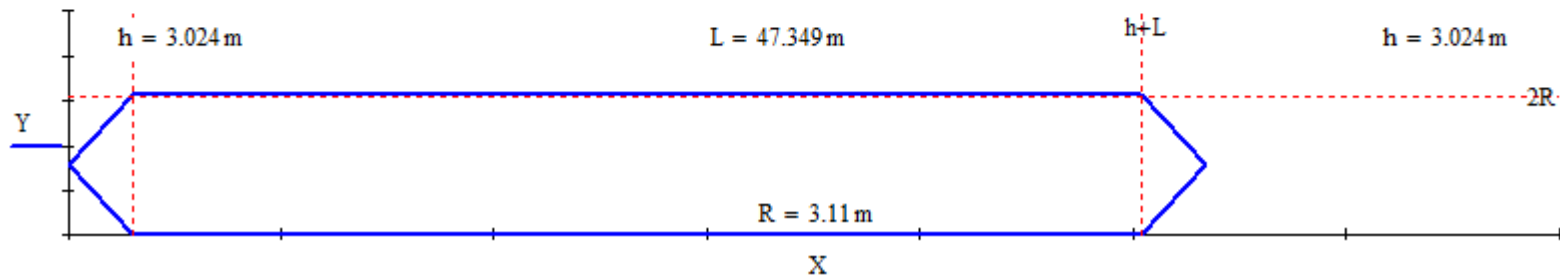
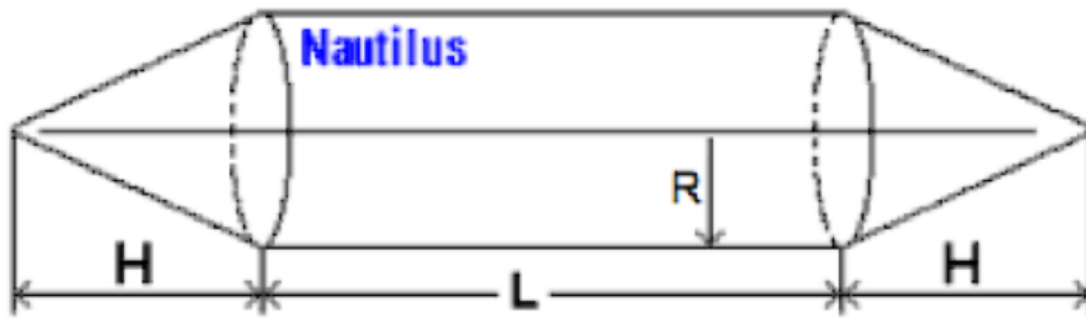


Рис. 1а. Полное решение задачи о размерах подводной лодки «Наутилус» в среде Mathcad 15



ORIGIN := 1

$$L1(R, H, V) := V = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot R^2 \cdot H + \pi \cdot R^2 \cdot L + \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot R^2 \cdot H \xrightarrow{\text{solve}, L} \frac{V - \frac{2 \cdot \pi \cdot H \cdot R^2}{3}}{\pi \cdot R^2}$$

$$L2(R, H, S) := S = \pi \cdot R \cdot \sqrt{R^2 + H^2} + 2 \cdot \pi \cdot R \cdot L + \pi \cdot R \cdot \sqrt{R^2 + H^2} \xrightarrow{\text{solve}, L} \frac{S - 2 \cdot \pi \cdot R \cdot \sqrt{H^2 + R^2}}{2 \cdot \pi \cdot R}$$

$$H(R, V, S) := L1(R, H, V) = L2(R, H, S) \xrightarrow{\text{solve}, H} \left[\frac{3 \cdot \left(2 \cdot \sqrt{9 \cdot R^2 \cdot S^2 - 20 \cdot \pi^2 \cdot R^6 - 36 \cdot R \cdot S \cdot V + 36 \cdot V^2 - 18 \cdot V + 9 \cdot R \cdot S} \right)}{20 \cdot \pi \cdot R^2} + \frac{6 \cdot V - 3 \cdot R \cdot S}{4 \cdot \pi \cdot R^2} \right] \\ \left[\frac{6 \cdot V - 3 \cdot R \cdot S}{4 \cdot \pi \cdot R^2} - \frac{3 \cdot \left(18 \cdot V + 2 \cdot \sqrt{9 \cdot R^2 \cdot S^2 - 20 \cdot \pi^2 \cdot R^6 - 36 \cdot R \cdot S \cdot V + 36 \cdot V^2 - 9 \cdot R \cdot S} \right)}{20 \cdot \pi \cdot R^2} \right]$$

Судно представляет собой сильно удлиненный цилиндр с коническими концами. Площадь его равняется одной тысяче одиннадцати и сорока пяти сотым квадратных метров, объем равен одной тысяче пятистам и двум десятым кубических метров; короче говоря, корабль, полностью погруженный в воду, вытесняет тысячу пятьсот и две десятых кубических метров, или тонн, воды.

$V := 1500 \text{ m}^3$

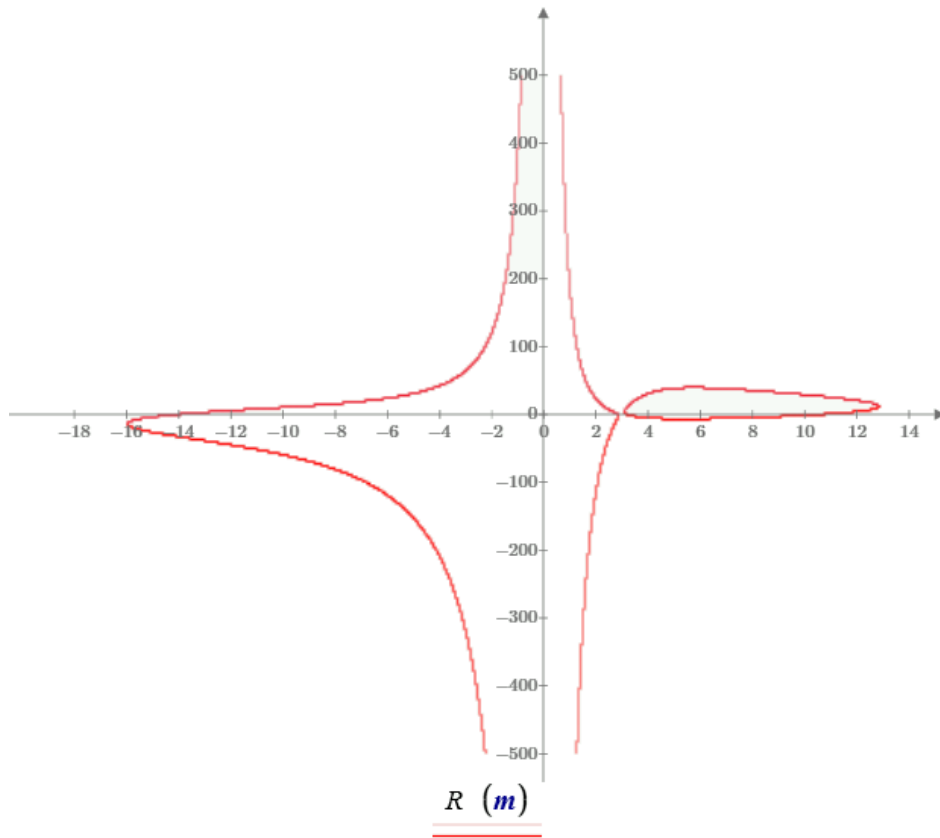
$S := 1010 \text{ m}^2$

$R := -20 \text{ m}, -19.9999 \text{ m}..13 \text{ m}$



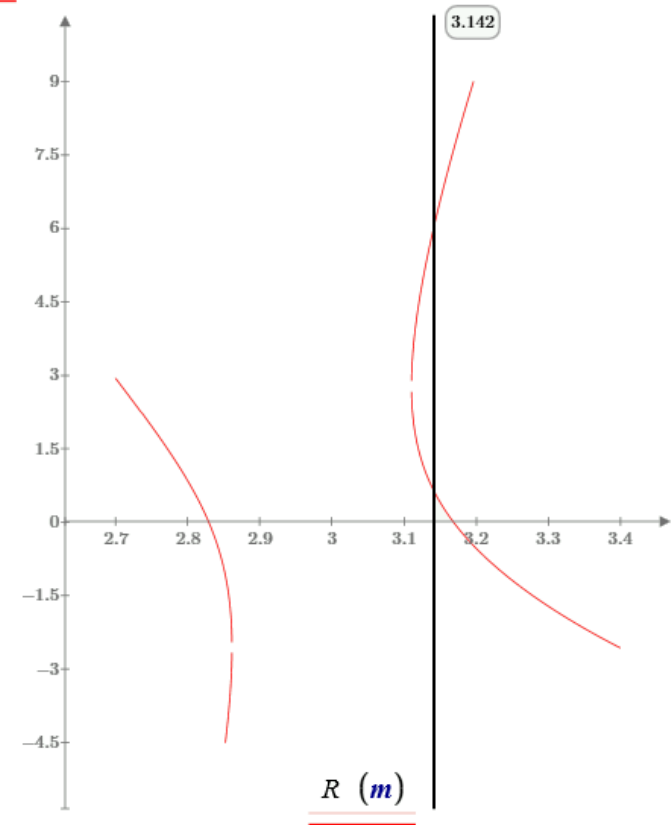
$$\frac{H(R, V, S)_1 \text{ (m)}}{H(R, V, S)_2 \text{ (m)}}$$

$$\frac{H(R, V, S)_1 \text{ (m)}}{H(R, V, S)_2 \text{ (m)}}$$



$$\frac{H(R, V, S)_1 \text{ (m)}}{H(R, V, S)_2 \text{ (m)}}$$

$$\frac{H(R, V, S)_1 \text{ (m)}}{H(R, V, S)_2 \text{ (m)}}$$



$$R := \pi \cdot m \quad h := H(R, V, S)_1 = 6.078 \text{ m}$$

$$L := \frac{V - \frac{2 \cdot \pi \cdot h \cdot R^2}{3}}{\pi \cdot R^2} = 44.325 \text{ m}$$

$$V := \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot R^2 \cdot h + \pi \cdot R^2 \cdot L + \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot R^2 \cdot h = 1500 \text{ m}^3$$

$$S := \pi \cdot R \cdot \sqrt{R^2 + h^2} + 2 \cdot \pi \cdot R \cdot L + \pi \cdot R \cdot \sqrt{R^2 + h^2} = 1010 \text{ m}^2$$

$$X := \begin{bmatrix} 0 \\ h \\ h+L \\ h+L+h \\ h+L \\ h \\ 0 \end{bmatrix} \quad Y := \begin{bmatrix} R \\ 0 \\ 0 \\ R \\ 2 \cdot R \\ 2 \cdot R \\ R \end{bmatrix}$$

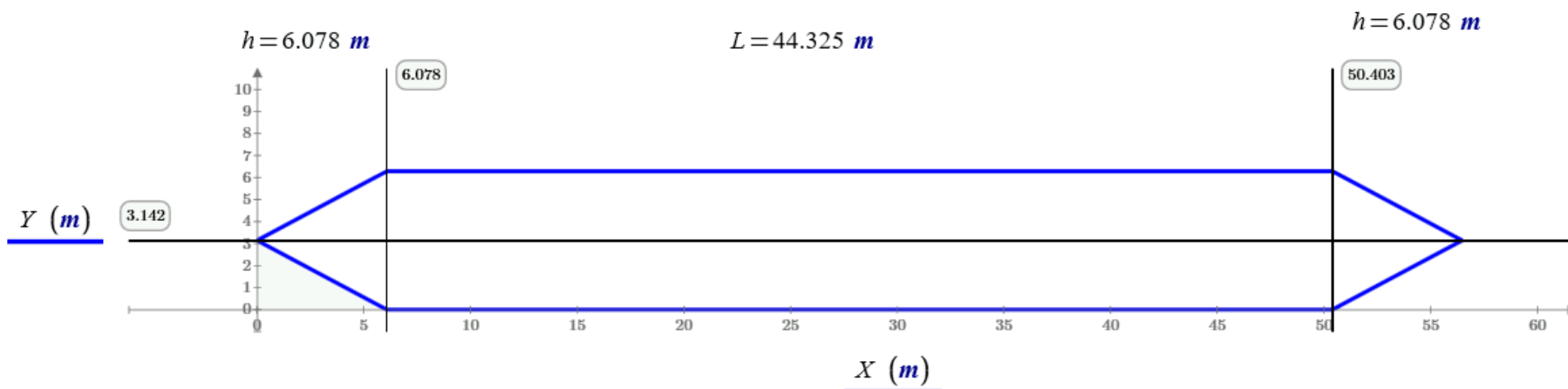


Рис. 1б. Полное решение задачи о размерах подводной лодки «Наутилус» в среде Mathcad Prime

На рис. 1 показано общее аналитическое (символьное) и графическое решение задачи о размерах подводной лодки "Наутилус" в среде Mathcad с помощью оператора *solve*. Этот оператор в задаче о "Наутилусе" не возвращает конкретные числовые значения, а формирует функции. Недоопределенные системы алгебраических уравнений могут иметь множество решений. В нашем случае размеры субмарины (длина носа и кормы n и длина центральной части подводной лодки L) при известном ее объеме и площади поверхности зависят от радиуса сечения цилиндрической части R . Оператор *solve* в третьем случае вернул нам не скаляр, а вектор, состоящую из двух строк (два решения задачи) и хранящую выражения. На рис. 1 эти функции отображены графически в области действительных положительных чисел.

Задание студентам: продолжить решение задачи о размерах подводной лодки "Наутилус" (заодно и прочитайте или пересчитайте романы о ней и ее капитане) и определить:

1. Воссоздать расчеты в среде Mathcad 15 и/или Mathcad Prime'
2. Определить координаты особых точек кривой, показанной выше.
3. Определить значения R , при которых лодка превращается в цилиндр без конусов ($n=0$) или в два конуса, составленных основаниями друг к другу ($L=0$).
4. Определить размеры лодки, если ее нос будет выполнен в виде полусферы, а корма в виде конуса.
5. Определить размеры лодки, если ее нос и корма будут выполнены в виде полусферы.
6. Определить размеры подводной лодки, при которых ее объем будет равен 1011 м^3 , а площадь поверхности будет минимальной.
7. Определить размеры подводной лодки, при которых ее площадь поверхности будет равна 1500 м^2 , а объем будет максимальным.
8. Определить размеры подводной лодки, если заданы ее объем, площадь наружной поверхности и площадь центральной палубы, делящей лодку на нижний и верхний отсеки.