4. Leveraging the capabilities of AI algorithms is essential for unlocking the full potential of ship repair, ensuring that ships remain in optimal condition, operations run smoothly, and the industry thrives in an increasingly technologically advanced world.

Bibliography:

1. Xinbo Qi, Guofeng Chen, Yong Li, Xuan Cheng, Changpeng Li Applying Neural-Network-Based Machine Learning to Additive Manufacturing. *Current Applications, Challenges, and Future Perspectives*. 2019. Volume 5, Issue 4. Pages 721–729; https://doi.org/10.1016/j.eng.2019.04.012

2. Caiazzo F and Caggiano A 2018 Laser direct metal deposition of 2024 Al alloy: trace geometry prediction via machine learning: Materials 2018, 11(3), 444. https://doi.org/10.3390/ma11030444

DOI https://doi.org/10.30525/978-9934-26-475-7-11

METHODS OF RESEARCHING ENGINEERING PROBLEMS

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ ЗАДАЧ

Syvash S. B.
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Mathematics and Physics of the Odesa National Maritime University
Odesa, Ukraine

Сиваш С. Б.
кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент кафедри «Математика, фізика та астрономія»
Одеський національний морський університет
м. Одеса, Україна

Sokolovska H. V.
Senior Lecturer at the Department of Mathematics and Physics
Odesa National Maritime University
Odesa, Ukraine

Соколовська Г. В.
старший викладач кафедри «Математика, фізика та астрономія»
Одеський національний морський університет
м. Одеса, Україна

Sokolovskyi S. Yu.
Mathematics teacher
Odesa Lyceum №40 of Odesa City Council
Odesa, Ukraine

Соколовський С. Ю.
викладач математики
Одеський ліцей №40 Одеської міської ради
м. Одеса, Україна

Суднобудування – одна з найважливіших галузей економіки морської держави. Вона має вплив на інші сфери економічного та політичного життя, перш за все – на обороноздатність країни. Суднобудівна промисловість в Україні в даний час стикається з багатьма проблемами. Одною з них є нестача висококваліфікованих фахівців у цій області. Тому технічні університети бачать свою задачу в тому, щоб зробити підготовку спеціалістів з водної інженерії якіснішою, надавши їй більшого професійного спрямування. Більшість прикладних задач інженерії містять декілька пов'язаних між собою параметрів управління, які виступають аргументами так званих цільових функцій [1]. Правильна побудова математичної моделі, її ефективне дослідження та оптимізація цільової функції можливі лише при високому рівні математичної підготовки фахівця. Це обумовлює необхідність вивчення у вищій школі різних класів задач з практичним змістом [2]. Деякі з таких задач розглянуто нижче.

Задача 1. Визначити розміри замкненої циліндричної цистерни заданого об'єму V з найменшою площею повної поверхні.

Позначимо радіус і висоту циліндра r і h відповідно, тоді площа його повної поверхні

$$s = 2\pi rh + 2\pi r^2 .$$

У цій рівності змінні r і h пов'язані рівнянням зв'язку $V = \pi r^2 h$, звідки $h = \dfrac{V}{\pi r^2}$. Таким чином, функція *S* набуває вигляду:

$$s = 2\left(\pi r^2 + \frac{V}{r}\right),$$

де $0 < r < +\infty$. Знайдемо тепер найменше значення цієї функції при зміні r в інтервалі $(0;+\infty)$.

Знайдемо критичні точки функції $s(r)$:

$$s' = 2\left(2\pi r - \frac{V}{r^2}\right) = 2\frac{2\pi r^3 - V}{r^2}.$$

$s' = 0$ при $r = \sqrt[3]{\dfrac{V}{2\pi}}$. Інших критичних точок в інтервалі $(0;+\infty)$ немає. Дослідимо знайдену критичну точку відносно знаку похідної другого порядку в ній:

$$s'' = 4\left(\pi + \frac{V}{r^3}\right); \quad s''\left(\sqrt[3]{\frac{V}{2\pi}}\right) = 12\pi > 0.$$

З цього випливає, що критична точка $r=\sqrt[3]{\frac{V}{2\pi}}$ є точкою мінімуму функції *S*. Зауважимо, що функція $s(r)$ неперервна в інтервалі $(0;+\infty)$. Отже, єдиний локальний мінімум функції $s(r)$ на цьому інтервалі є глобальним і співпадає з її найменшим значенням в інтервалі $(0;+\infty)$.

При $r=\sqrt[3]{\frac{V}{2\pi}}$ відповідна висота $h=\frac{V}{\pi r^2}=2\sqrt[3]{\frac{V}{2\pi}}=2r$.

Таким чином, циліндрична замкнена цистерна заданого об'єму буде мати найменшу повну поверхню, коли діаметр її основи дорівнює висоті, тобто в осьовому перерізі квадрат.

Задача 2. Знайти тиск води на поверхню батискафа, що має сферичну форму, якщо радіус сфери *2a*, а центр знаходиться на глибині *b* метрів від поверхні води.

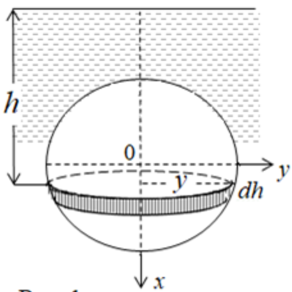

Рис. 1

Проведемо через центр кулі *O* вертикальну площину та виберемо на ній прямокутну систему координат *xOy*, як показано на рис.1. Розсічемо кулю на глибині h горизонтальною площиною. Тоді тиск води на частину поверхні кулі, яка відтинається, буде деякою функцією $p(h)$. При зміні h на величину dh площа частини поверхні кулі, що відтинається, дорівнюватиме площі поверхні обертання навколо осі абсцис та зміниться на величину $\Delta s\approx 2\pi y dl = ds$, де – диференціал дуги кола, а тиск $p(h)$ зміниться на величину $\Delta p\approx 2\pi\gamma h y dl = dp$. Тут $\gamma=\rho g$ – питома вага води, $\rho\approx 1000\,кг/м^3$ – густина води, $g\approx 9{,}81\,м/c^2$ – прискорення вільного падіння. З рівняння кола $x^2+y^2=4a^2$ знайдемо $y'=-\frac{x}{y}$, тоді $dl=\sqrt{1+(y')^2}dx=\sqrt{1+\frac{x^2}{y^2}}dx=\frac{2a}{y}dx$. Врахуємо, що $h=b+x$.

Отже, шуканий тиск

$$P = 2\pi\gamma \int_{-a}^{a} (b+x) y \frac{2a}{y} dx = 4a\pi\gamma \int_{-a}^{a} (b+x) dx = 2a\pi\gamma (b+x)^2 \Big|_{-a}^{a} =$$

$$= 2a\pi\gamma \left[(b+a)^2 - (b-a)^2 \right] = 8\pi a^2 b\gamma .$$

Тиск на верхню половину поверхні батискафа отримаємо, інтегруючи *dp* у межах від *–a* до нуля:

$$P_1 = 2a\pi\gamma (b+x)^2 \Big|_{-a}^{0} = 2a\pi\gamma \left(b^2 - (b-a)^2 \right) = 2a^2\pi\gamma (2b-a) .$$

Тиск на нижню половину поверхні батискафа:

$$P_2 = 2a\pi\gamma (b+x)^2 \Big|_{0}^{a} = 2a\pi\gamma \left((b+a)^2 - b^2 \right) = 2a^2\pi\gamma (a+2b) .$$

Задача 3. Сферичний науково-дослідний модуль лежить на дні водойми на глибині *H м*. Знайти роботу, необхідну для підйому пристрою на поверхню, якщо його радіус *R м*, а питома вага $\delta\ н/м^3$.

Формалізуємо задачу та знайдемо роботу, необхідну для підйому кулі на поверхню. Сила P_1, що виконує роботу, є сталою та дорівнює різниці ваги кулі та води, яка витискається пристроєм:

$$P_1 = \frac{4}{3}\pi R^3 \delta - \frac{4}{3}\pi R^3 \gamma = \frac{4}{3}\pi R^3 (\delta - \gamma) .$$

Тому робота Q_1, необхідна для підйому кулі на поверхню води, визначається як добуток сили P_1 на висоту підйому $H - 2R$:

$$Q_1 = P_1 (H - 2R) = \frac{4}{3}\pi R^3 (\delta - \gamma)(H - 2R) .$$

При подальшому підйомі кулі сила p, що виконує роботу, буде змінюватися в залежності від висоти x надводної частини кулі:

$$p(x) = P_к - p_в ,$$

де $P_к$ – вага кулі, $p_в$ – вага води, що витискається підводною частиною кулі та дорівнює добуткові γ та ваги кульового сегмента з висотою $h = 2R - x$:

$$p_в = \pi h^2 \gamma \left(R - \frac{h}{3} \right) = \frac{\pi\gamma}{3} (2R - x)^2 (R + x) = \frac{\pi\gamma}{3} \left(x^3 - 3Rx^2 + 4R^3 \right) .$$

Зрозуміло, що робота, яку виконує сила $p(x)$, є деякою функцією $q(x)$. Припустимо, що при підйомі кулі ще на малу висоту dx сила $p(x)$ залишається незмінною, та знайдемо наближено приріст роботи:

$$\Delta q \approx p(x)dx = \left(P_{к} - p_{в}\right)dx = \frac{\pi\gamma}{3}\left(4R^3(\frac{\delta}{\gamma}-1) - x^3 + 3Rx^2\right)dx = dq$$.

Інтегруючи dq в межах від x = 0 до x = $2R$, знайдемо роботу Q_2, необхідну для того, щоб піднятий з дна пристрій повністю витягнути на поверхню:

$$Q_2 = \frac{\pi\gamma}{3}\int_0^{2R}\left(4R^3(\frac{\delta}{\gamma}-1) - x^3 + 3Rx^2\right)dx = \frac{\pi\gamma}{3}\left(4R^3(\frac{\delta}{\gamma}-1)x - \frac{x^4}{4} + Rx^3\right)\Bigg|_0^{2R} =$$

$$= \frac{4\pi}{3}R^4(2\delta - \gamma)$$.

Література:

1. Сиваш С. Б., Соколовська Г. В. Математичні методи в задачах водної інженерії. *Таврійський науковий вісник*. 2022. Вип. 1. С. 175–180.

2. Сиваш С. Б., Соколовська Г. В. Особливості викладання математики у технічному університеті в сучасних умовах. *Наука і техніка сьогодні*. 2023. № 9(23). С. 437–450.