

Неоднозначність, якщо вона трапляється, проявляється в нелінійності рівнянь для  $\tilde{E}_0^{(0)}$ . За вибору того чи іншого розв'язку цих рівнянь решта коефіцієнти з (4) визначаються однозначно. Розглядалися нелінійні системи типу дисипативного осцилятора з квадратичною та кубічною нелінійностями і в'язко пружного стержня з квадратичною та кубічною характеристиками пружності. Наприклад, для нелінійного осцилятора, що описується рівнянням

$$\frac{d^2\varepsilon}{d\tau^2} + \delta_0 \frac{d\varepsilon}{d\tau} + \varepsilon - (f' \cos \nu\tau - f'' \sin \nu\tau) = -d_0\varepsilon^2, \quad \tau > 0,$$

де  $\delta_0, \nu, f', f'', d_0 = \text{const}$ , причому  $\delta_0 > 0, \nu > 0, d_0 \neq 0$ , з урахуванням позначень

$$\tilde{\theta}_n = 1 - (n\nu)^2 + i\delta_0 n\nu, \tilde{\varepsilon}_\Lambda = \frac{\tilde{f}}{\tilde{\theta}_1}, \tilde{\xi} = d_0\tilde{\varepsilon}_\Lambda, \xi = |\tilde{\xi}|$$

дістаємо (у разі  $\tilde{E}_0^{(0)} = 0$ )

$$\frac{\varepsilon_0}{|\tilde{\varepsilon}_\Lambda|} = -\text{sign}(d_0) \cdot \xi [1 + \eta_{01}\xi^2 + \eta_{02}\xi^4 + \dots],$$

$$\frac{\tilde{\varepsilon}_n}{\tilde{\varepsilon}_\Lambda} = \tilde{P}_n \tilde{\xi}^{n-1} [1 + \tilde{\eta}_{n1}\xi^2 + \tilde{\eta}_{n2}\xi^4 + \dots], \quad n \geq 1. \quad (5)$$

Відмітимо, що  $\tilde{\varepsilon}_\Lambda$  – комплексна амплітуда стаціонарного розв'язку лінійного рівняння ( $d_0 = 0$ ). Коефіцієнти  $\tilde{P}_n, \eta_{0k}, \tilde{\eta}_{nk}$  визначаються однозначно відповідними рекурентними формулами. Для  $\tilde{P}_n$ , наприклад,

$$\tilde{P}_n = -\frac{1}{2\tilde{\theta}_n} \sum_{k=1}^{n-1} \tilde{P}_k \tilde{P}_{n-k}, \quad n \geq 2, \quad \tilde{P}_1 = 1.$$

За припущення  $\xi^2 \ll 1$  дістаємо відомі співвідношення

$$\frac{\varepsilon_0}{|\tilde{\varepsilon}_\Lambda|} = -\text{sign}(d_0) \cdot \xi, \quad \frac{\tilde{\varepsilon}_1}{\tilde{\varepsilon}_\Lambda} = 1, \quad \frac{\tilde{\varepsilon}_2}{\tilde{\varepsilon}_\Lambda} = -\frac{1}{2\tilde{\theta}_2} \tilde{\xi}.$$

Ураховувати третю і вищі гармоніки у такому разі немає сенсу. Співвідношення, подібні до (5), важливі для аналізу так званого моногармонічного наближення нелінійних стаціонарних коливань.

## ТРАНСФОРМАЦІЯ СТРАТЕГІЙ ТВОРЧОГО МАТЕМАТИЧНОГО МИСЛЕННЯ

Мойсеєнко Лідія

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

lmoiseyenko@yandex.ru

Теоретичний аналіз проблеми творчого математичного мислення (наукові положення С.Л.Рубінштейна, О.М.Леонтьєва, Г.С.Костюка, А.В.Брушлінського, О.К.Тихомирова, та інших) засвідчив, що при всій багатогранності підходів до вивчення проблеми, її дослідники виділили серед принципових ознак, що дають змогу диференціювати мисленнєву діяльність як творчу, новизну проблеми. Тому процес розв'язання нової математичної задачі вважається моделлю творчого мисленнєвого процесу. При цьому, математичне мислення передбачає оперування формалізованими об'єктами у вигляді математичних символів за допомогою правил формальної логіки та на інтуїтивному рівні. Математичне мислення опирається на загальний інтелектуальний рівень особистості та рівень її знань, вмінь і навичок з технічних дисциплін. Все це разом дозволяє застосувати до вивчення математичного мислення системно-стратегіальний підхід (В. О. Моляко. Зміст математичного мислення виражається у змісті трьох складових процесів: процесу розуміння (виявлення структурних елементів, що входять до складу задачі, їх властивостей і функцій, з'ясуванні взаємозв'язку між ними через співвідношення нового з відомим для досягнення смислу математичної інформації); процесу формування проекту розв'язку (задуму) задачі (мисленнєве оперування формалізованими математичними об'єктами, висування та перевірка гіпотез); процесу апробації (порівняльна взаємодія отриманих результатів з наявною суб'єктивною системою. Трансформація стратегій розв'язування математичних задач – це перетворення переважних мисленнєвих дій у мисленнєві стратегії, це процес, який включає мисленнєві дії, що формуються як переважні мисленнєві дії, а, перетворюючись у переважні мисленнєві тенденції за умови суб'єктивної впевненості у достовірності мисленнєвих результатів трансформуються у мисленнєві стратегії. За звичайних умов розв'язування конструкторських задач, переважаючи мисленнєві дії за аналогом, всупереч аналогу чи комбінаторні формуються і функціонують впродовж кожного складового процесу (розуміння, побудова задуму розв'язку, апробація задуму). Вони можуть трансформуватися у переважні мисленнєві тенденції, якщо будуть збігатися впродовж всіх складових. Трансформація переважачих мисленнєвих тенденцій аналогізування, реконструювання і комбінування у мисленнєві стратегії завершується настанням суб'єктивної впевненості у їхній правдивості. Так відбувається трансформація мисленнєвої стратегії аналогізування, мисленнєвої стратегії реконструювання і мисленнєвої стратегії комбінування. Якщо переважні мисленнєві дії змінюються від етапу до етапу розв'язування, тобто, відбувається зміна мисленнєвих механізмів, то формується мисленнєва тенденція до використання змішаних дій, яка трансформується у змішану стратегію. За ускладнених умов розв'язування математичних задач (обмеження і самообмеження часу розв'язування, швидкісне ескізування, неповна умова задачі, не сформульоване завдання

задачі, переважана умова задачі), мисленнєві дії за аналогом, всупереч аналогу чи комбінаторні, функціонуючи впродовж всіх складових процесів, не завжди перетворюються у переважні мисленнєві дії кожної з них, а, отже не трансформувалися у переважні мисленнєві тенденції, що призводить до зменшення кількості сформованих мисленнєвих стратегій. Все ж, якщо переважачі дії трансформуються у переважні мисленнєві тенденції і доповнюються суб'єктивною впевненістю у їх достовірності – вони трансформуються у мисленні стратегії аналогізування, реконструювання і комбінування. Трансформація переважних мисленнєвих дій у змішану стратегію відбувалася за тих самих умов, що й при звичайному розв'язуванні задач.

## ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ ВІБРОУДАРНИХ ПРИБОРІВ ДЛЯ ВИВІЛЬНЕННЯ ПРИХОПЛЕНОГО БУРИЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ

<sup>1</sup>Мойсишин Василь, <sup>2</sup>Левчук Катерина

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

<sup>1</sup>math@nung.edu.ua, <sup>2</sup>kgl.imp.nan@gmail.com

Бурильні труби та обважені бурильні труби нерідко виявляються затиснутими у свердловині, що призводить до збільшення тривалості буріння і додаткових витрат. Прихоплення мають місце під час буріння, спуско-підйомних операцій, каротажу, відбору керна та інших операцій, пов'язаних з рухом обладнання у свердловині.

Спочатку з'ясовують можливість ліквідації прихоплення без роз'єднання колони над місцем прихоплення (рідинна ванна, струшування торпедами, імпульсно-хвильовий спосіб), і лише після цього застосовують ударні механізми або вібратори, для встановлення яких необхідно роз'єднати бурильну колону (БК) над межею її прихоплення.

У доповіді розглянуто методи боротьби з прихопленнями бурильного інструменту ударними пристроями та збуренням коливальних рухів – вібрацією. При статичному навантаженні робота зовнішніх сил повністю перетворюється у потенціальну енергію деформації

$$U = \frac{E}{2} \sum_{i=1}^n F_i \left[ \int_0^{l_i} \left( \frac{\partial u_i(x_i, t)}{\partial x_i} \right)^2 dx_i \right],$$

де  $n$  – кількість секцій бурильної колони;  $E$  – модуль Юнга;  $F_i$ ,  $l_i$  – площа поперечного перетину і довжина БК;  $u_i(x_i, t)$  – повздовжнє зміщення;